



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Implementación de situaciones problemáticas con fertilizantes, plaguicidas y fungicidas como estrategia para fomentar el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría**

Implementation of problematic situations with fertilizers, pesticides and fungicides such as strategy to promote critical thinking in learning of stoichiometry

**Oscar Alberto Velasco Franco**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencia Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia

2024

# **Implementación de situaciones problemáticas con fertilizantes, plaguicidas y fungicidas como estrategia para fomentar el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría**

**Oscar Alberto Velasco Franco**

trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en la Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

M. Sc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencia Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2024

## **Agradecimientos**

A Dios por bendecirme todos los días de mi vida.

A mis padres por siempre apoyar incondicionalmente todos los proyectos y metas que me propongo.

A mis compañeros de maestría quienes compartieron este paso en mi formación académica.

A mi tutor Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por guiarme con su sabiduría, experiencia, amabilidad, paciencia y humildad durante el desarrollo de este trabajo.

A la Institución Educativa Alfonso Daza Aguirre en cabeza de la rectora María Omaira Gaviria, sin su apoyo incondicional este proceso no hubiera sido posible.

A mis compañeros de trabajo quienes todos los días me enseñan y orientan en la profesión docente.

A mis estudiantes de grado décimo y undécimo que participaron con gran ahínco y responsabilidad en desarrollar el trabajo propuesto.

A mis profesores de la maestría en la Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas por su entrega y profesionalismo demostrado en todo mi proceso académico.

A la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, por darme la oportunidad de ser miembro de esta comunidad académica que aporta todos los días a construir una sociedad más justa.

## Resumen

El presente trabajo de profundización se centró en el diseño e implementación de una unidad didáctica basada en situaciones problemáticas relacionadas con fertilizantes, plaguicidas y fungicidas, con el objetivo de fomentar el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Alfonso Daza Aguirre del municipio de Herveo-Tolima. En primera instancia se destacó la importancia de desarrollar habilidades básicas del pensamiento crítico en los jóvenes, especialmente en el contexto de la educación científica, donde la aplicación de conceptos teóricos a situaciones reales es fundamental. El trabajo cuenta con un enfoque mixto, donde se diseñaron y aplicaron diversas actividades que involucran la resolución de situaciones problemáticas. Se llevaron a cabo sesiones de clase interactivas, debates y trabajos grupales, que permitieron a los estudiantes explorar y discutir las implicaciones del uso de productos químicos en la agricultura. Los hallazgos revelaron que los estudiantes mejoraron su comprensión de la estequiometría y desarrollaron habilidades básicas del pensamiento crítico al evaluar y argumentar diferentes soluciones a los problemas planteados. Además, se observó un aumento en la capacidad de los estudiantes para juzgar la fiabilidad de las fuentes de información utilizadas en sus trabajos. Las conclusiones indicaron que la implementación de la unidad didáctica fue efectiva para fomentar el pensamiento crítico al aplicar conceptos químicos en situaciones problemáticas relacionadas con el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas. Se recomendó la integración de metodologías activas en el aula y la capacitación continua de los docentes para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en ciencias. Este trabajo contribuyó a la formación de competencias críticas importantes para enfrentar los desafíos del mundo actual.

**Palabras clave:** situaciones problemáticas, estequiometría, pensamiento crítico, contexto, argumentar, unidad didáctica.

## Abstract

This deepening work focused on the design and implementation of a teaching unit based on problematic situations related to fertilizers, pesticides and fungicides, with the aim of promoting critical thinking in learning stoichiometry in students of the tenth and eleventh grades from the Alfonso Daza Aguirre Educational Institution of the municipality of Herveo-Tolima. In the first instance, the importance of developing basic critical thinking skills in young people was highlighted, especially in the context of scientific education, where the application of theoretical concepts to real situations is essential. The work has a mixed approach, where various activities that involve the resolution of problematic situations were designed and applied. Interactive class sessions, debates and group work were carried out, allowing students to explore and discuss the implications of using chemicals in agriculture. The findings revealed that students improved their understanding of stoichiometry and developed basic critical thinking skills by evaluating and arguing different solutions to the problems posed. In addition, an increase was observed in the students' ability to judge the reliability of the sources of information used in their work. The conclusions indicated that the implementation of the teaching unit was effective in promoting critical thinking when applying chemical concepts in problematic situations related to the use of fertilizers, pesticides and fungicides. The integration of active methodologies in the classroom and continuous training of teachers was recommended to strengthen student learning in science. This work contributed to the formation of critical competencies important to face the challenges of today's world.

**Keywords:** problematic situations, stoichiometry, critical thinking, context, argumentation, teaching unit.

# Contenido

	<b>Pág.</b>
Resumen.....	II
Lista de figuras.....	VI
Lista de tablas.....	VII
Introducción.....	1
1. Planteamiento de la propuesta.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
2. Marco teórico.....	10
2.1 Antecedentes.....	10
2.2 Una mirada a la estequiometría.....	14
2.3 Una aproximación a las situaciones problemáticas.....	16
2.4 Reflexiones sobre la enseñanza de la química.....	17
2.5 Un acercamiento al pensamiento crítico.....	19
2.5.1 Componentes del Pensamiento Crítico.....	19
2.5.2 importancia del pensamiento crítico.....	20
2.5.3 Aplicaciones del pensamiento crítico.....	20
3. Metodología.....	22
3.1 Contexto del trabajo.....	22
3.2 Enfoque del trabajo.....	22
3.3 Tiempo de implementación.....	25
3.4 Fases del trabajo.....	25
3.4.1 Fase 1: Diagnóstica.....	25
3.4.2 Fase 2: Diseño e Implementación.....	28
3.4.3 Fase 3: Análisis.....	34
4. Análisis de resultados.....	35
4.1 Análisis de entrevista.....	35

4.2	Análisis prueba diagnóstica.....	40
4.3	Análisis de resultados prueba final y comparación con la prueba diagnóstica ..	66
4.3.1	Determinación de diferencias significativas entre los resultados de las valoraciones .....	69
4.4	Análisis de resultados del pretest de habilidades del pensamiento crítico .....	71
4.5	Análisis estadístico de resultados - Pensamiento crítico.....	76
4.5.1	Lectura .....	76
4.5.2	Escritura .....	77
4.5.3	Expresión Oral.....	78
4.6	Análisis de resultados postest de habilidades del pensamiento crítico .....	79
4.6.1	Lectura .....	81
4.6.2	Escritura.....	82
4.6.3	Expresión oral .....	84
4.7	Pruebas estadísticas comparativos pretest y postest .....	85
4.7.1	Determinación de diferencias significativas entre los resultados de las valoraciones .....	87
4.8	Consideraciones finales de los análisis de resultados.....	89
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	92
5.1	Conclusiones.....	92
5.2	Recomendaciones.....	93
Anexos	.....	95
Anexo A.	Entrevista .....	95
Anexo B.	Test Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico .....	101
Anexo C.	Prueba Diagnóstica .....	103
Anexo D.	Prueba Final.....	111
Anexo E.	Guía Unidad Didáctica.....	121
Anexo F.	Tablas del análisis estadístico .....	147
Bibliografía	.....	175

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>figura 4-1.</b> Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Escritura.....	78
<b>figura 4-2.</b> Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Expresión Oral. ....	79
<b>figura 4-3.</b> Gráfico nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Lectura. ....	81
<b>figura 4-4.</b> Gráfico Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Escritura. ....	83
<b>figura 4-5.</b> Gráfico Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Expresión Oral. ....	84
<b>figura 0-1.</b> Gráfico Normal de Diferencia Proporciones y Porcentajes. ....	149
<b>figura 0-2.</b> Gráfico Normal de Diferencia Composición de la Materia.....	152
<b>figura 0-3.</b> Gráfico Normal Diferencia Conservación de la Materia.....	154
<b>figura 0-4.</b> Gráfico normal diferencia Formulación Química. ....	157
<b>figura 0-5.</b> Gráfico Normal Diferencia Ecuaciones Química. ....	159
<b>figura 0-6.</b> Gráfico Normal Diferencia Estequiometría.....	162
<b>figura 0-7.</b> Gráfico Normal de Diferencia Total Desacuerdo.....	165
<b>figura 0-8.</b> Gráfico Normal de Diferencia Desacuerdo.....	166
<b>figura 0-9.</b> Gráfico Normal Diferencia a Veces de Acuerdo.....	168
<b>figura 0-10.</b> Gráfico Normal Diferencia de Acuerdo.....	169

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 3-1.</b> Categoría y objetivo por categoría. ....	25
<b>Tabla 3-2.</b> Categoría y objetivo por categoría. ....	27
<b>Tabla 3-3.</b> Categorías y objetivos de la prueba de habilidades básicas del pensamiento crítico. ....	27
<b>Tabla 3-4.</b> Bloque 1 Fertilizantes.....	28
<b>Tabla 3-5.</b> Bloque 2 Plaguicidas.....	30
<b>Tabla 3-6.</b> Bloque 3 Fungicidas.....	32
<b>Tabla 4-1.</b> Rúbrica Prueba Diagnóstica.....	40
<b>Tabla 4-2.</b> Resultados Prueba Diagnóstica. ....	43
<b>Tabla 4-3.</b> Respuestas estudiantes categoría: Proporciones y Porcentajes. ....	44
<b>Tabla 4-4.</b> Respuestas estudiantes categoría: Composición de la Materia.....	45
<b>Tabla 4-5.</b> respuestas estudiantes categoría: Conservación de la Materia.....	47
<b>Tabla 4-6.</b> Respuestas estudiantes categoría: Formulación Química.....	51
<b>Tabla 4-7.</b> Respuestas estudiantes categoría: Ecuaciones Químicas. ....	57
<b>Tabla 4-8.</b> Respuestas estudiantes categoría: Estequiometría.....	60
<b>Tabla 4-9.</b> Resultados Prueba Final. ....	67
<b>Tabla 4-10.</b> Comparativo Prueba Diagnóstica y Prueba final. ....	68
<b>Tabla 4-11.</b> Resultados test habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.....	71
<b>Tabla 4-12.</b> Resultado postest Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico. ....	80
<b>Tabla 4-13.</b> Comparativo entre los Resultados Obtenidos en el Pretest y en el Postest. ....	85
<b>Tabla 4-14.</b> Resumen Pruebas aplicar para cada ítem del test de Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico. ....	87
<b>Tabla 0-1.</b> Variable: Diferencia Proporciones y Porcentajes.....	147
<b>Tabla 0-2.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencias Proporciones y Porcentajes.....	147
<b>Tabla 0-3.</b> Prueba de Normalidad Diferencia Proporciones y Porcentajes.....	148
<b>Tabla 0-4.</b> Variable: Diferencia Composición de la Materia. ....	150
<b>Tabla 0-5.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencias Composición de la Materia. ....	150
<b>Tabla 0-6.</b> Prueba de Normalidad Diferencia Composición de la Materia.....	151
<b>Tabla 0-7.</b> Variable: Diferencia Conservación de la Materia. ....	153
<b>Tabla 0-8.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencia Conservación de la Materia.....	153
<b>Tabla 0-9.</b> Prueba de Normalidad Diferencia Conservación de la Materia.....	154
<b>Tabla 0-10.</b> Variable: Diferencia Formulación Química. ....	155
<b>Tabla 0-11.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencia Formulación Química. ....	155
<b>Tabla 0-12.</b> Pruebas de Normalidad Formulación Química. ....	156
<b>Tabla 0-13.</b> Variable: Diferencia Ecuaciones Química.....	158
<b>Tabla 0-14.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencia Formulación Química. ....	158
<b>Tabla 0-15.</b> Pruebas de Normalidad Ecuaciones Química. ....	159
<b>Tabla 0-16.</b> Variable: Diferencia Estequiometría. ....	160
<b>Tabla 0-17.</b> Estadísticos Descriptivos Diferencia Estequiometría. ....	160
<b>Tabla 0-18.</b> Pruebas de Normalidad Estequiometría. ....	161

<b>Tabla 0-19.</b> Niveles de Significancia Prueba no Paramétrica de Wilcoxon por categoría. .....	162
<b>Tabla 0-20.</b> Resultados test habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.....	163
<b>Tabla 0-21.</b> Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest diferencia total desacuerdo. ...	164
<b>Tabla 0-22.</b> Pruebas de Normalidad Diferencia Total Desacuerdo.....	164
<b>Tabla 0-23.</b> Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia Desacuerdo.....	165
<b>Tabla 0-24.</b> Pruebas de Normalidad Diferencia Desacuerdo.....	166
<b>Tabla 0-25.</b> Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia a Veces de Acuerdo. .....	167
<b>Tabla 0-26.</b> Pruebas de Normalidad Diferencia a Veces de Acuerdo.....	167
<b>Tabla 0-27.</b> Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia de Acuerdo.....	168
<b>Tabla 0-28.</b> Pruebas de Normalidad Diferencia de Acuerdo.....	169
<b>Tabla 0-29.</b> Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia Muy de Acuerdo. ...	170
<b>Tabla 0-30.</b> Pruebas de Normalidad Diferencia Muy de Acuerdo.....	170
<b>Tabla 0-31.</b> Gráfico Normal de Diferencia Muy de Acuerdo.....	171
<b>Tabla 0-32.</b> Estadísticos de Prueba <sup>a</sup> Diferencia Total Desacuerdo.....	171
<b>Tabla 0-33.</b> Estadísticos de Prueba <sup>a</sup> Diferencia de Acuerdo.....	172
<b>Tabla 0-34.</b> Estadísticos de Prueba <sup>a</sup> Muy de Acuerdo.....	172
<b>Tabla 0-35.</b> Estadísticas de Muestras Emparejadas ítem Desacuerdo.....	172
<b>Tabla 0-36.</b> Correlaciones de Muestras Emparejadas ítem Desacuerdo.....	173
<b>Tabla 0-37.</b> Prueba T-Student para Muestras Emparejadas ítem Desacuerdo.....	173
<b>Tabla 0-38.</b> Estadísticas de Muestras Emparejadas ítem a Veces de Acuerdo.....	173
<b>Tabla 0-39.</b> Correlaciones de Muestras Emparejadas a Veces de Acuerdo.....	174
<b>Tabla 0-40.</b> Prueba T-Student para Muestras Emparejadas a Veces de Acuerdo.....	174

## Introducción

La enseñanza de la química, como parte de las ciencias naturales, exige el aprendizaje de conceptos y términos propios de la ciencia. Por tal motivo, los procesos de enseñanza de dicha área implican la articulación de varias ciencias como la biología, la física y la química. Para esta última, se precisa vincular estrategias que permitan a los estudiantes conocer sobre otras áreas del conocimiento como la historia, la filosofía y las matemáticas; también son indispensables las habilidades del pensamiento crítico para que los aprendizajes no sean mecánicos y puedan ser significativos.

En perspectiva de lo anterior, se propone este trabajo de profundización el cual tiene como objetivo desarrollar una estrategia didáctica basada en situaciones problemáticas que integren el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas, para fomentar el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de educación media de la Institución Educativa Alfonso Daza Aguirre, ubicada en la zona rural del municipio de Herveo, Tolima. Lo anterior, considerando que los estudiantes requieren conocimientos teóricos para complementar los conocimientos adquiridos empíricamente en su vida cotidiana, cuando se realiza esta interrelación de conocimientos se dan diferentes procesos cognitivos que fomentan las habilidades básicas del pensamiento crítico.

En la educación rural, es fundamental integrar tanto los conceptos teóricos como los saberes empíricos para ofrecer a los estudiantes una formación completa y adaptada a sus realidades. Esta integración permite que los estudiantes desarrollen habilidades de análisis y planteen soluciones argumentadas ante las diversas problemáticas que puedan surgir en el contexto rural, especialmente en el campo agrícola. Al fomentar una visión crítica y reflexiva, los estudiantes adquieren herramientas que les ayudan a tomar decisiones informadas y responsables, orientadas hacia la sostenibilidad ambiental y el respeto por el entorno natural. Así, la educación rural se convierte en un pilar esencial para promover prácticas agrícolas que no solo mejoren la productividad, sino que también contribuyan a la conservación del medio ambiente, generando un desarrollo equilibrado y sostenible.

Por otro lado, la enseñanza de la estequiometría está basada en reacciones poco comunes para los estudiantes, por ende, es pertinente que dicho proceso se dé bajo la premisa de acciones o situaciones que se encuentren dentro de su contexto. Por ese motivo, la enseñanza rural permite interactuar con diferentes insumos como fertilizantes, plaguicidas y fungicidas que son materiales usuales dentro de su diario vivir, puesto que la agricultura es la actividad económica de las familias que hacen parte de la comunidad educativa.

Por lo tanto, en este trabajo se utiliza un enfoque mixto que involucra un proceso de recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, los cuales se respaldan entre sí y al ser analizados puedan dar conclusiones sólidas a los objetivos planteados.

Este trabajo se compone de cinco capítulos. En el primer capítulo se encuentra el planteamiento de la propuesta, la justificación y los objetivos. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico que contiene los antecedentes, reflexiones sobre la enseñanza de la química y la estequiometría, además, de un acercamiento del pensamiento crítico. El tercer capítulo contiene la información referente a la metodología utilizada en la ejecución del trabajo, exhibiendo el contexto donde se realizó el trabajo, el enfoque y el alcance del mismo y las fases que se ejecutaron para la obtención de los resultados finales. En el cuarto capítulo se señalan los resultados recolectados una vez aplicados los instrumentos propuestos para este fin, con su correspondiente análisis. Por último, en el quinto capítulo están las conclusiones y recomendaciones surgidas a partir de la ejecución de la estrategia propuesta.

# 1. Planteamiento de la propuesta

## 1.1 Planteamiento del problema

Uno de los principales conceptos en el estudio de la química es la estequiometría; no obstante, esta temática es una de las que presenta mayores dificultades en la conceptualización para los estudiantes. En un gran porcentaje los alumnos mecanizan estos procesos matemáticos lo cual les permite llegar a resultados de tipo numéricos correctos, pero cuando se plantean situaciones conceptuales, en su gran mayoría, no pueden resolver los problemas de este tipo.

Lo anterior se puede atribuir a la falta de apropiación de conceptos como balanceo, mol, coeficiente estequiométrico y masa atómica y molecular, los cuales se son usados para el aprendizaje de la estequiometría. Además, la enseñanza suele centrarse en un enfoque algorítmico y ejemplos de escenarios que fortalezcan la mecanización de los procesos matemáticos para resolver situaciones problemáticas en la que intervienen procesos estequiométricos.

En la Institución Educativa Alfonso Daza Aguirre, ubicada en la zona rural del municipio de Herveo, esta problemática se ve reflejada en los informes de las pruebas Icfes de los años 2017, 2018 y 2019. En estas pruebas, en lo concerniente al área de ciencias naturales, se realizaron preguntas de tipo conceptual en las que era necesario el uso de diversos términos relacionados con la estequiometría. Los resultados obtenidos en el nivel de desempeño 4 fueron, respectivamente, 1%, 1.69% y 0.85%, lo cual nos permite inferir que se presenta un vacío conceptual en la temática de estequiometría.

En este sentido, la enseñanza de la química no es una tarea simple de realizar, ya que supone de un conocimiento específico en el área y múltiples estrategias para evitar que los estudiantes caigan en un desinterés por la clase. De igual modo, los contenidos propios del área tienden a ser complejos para los estudiantes. Por ejemplo, uno de los tópicos que generan mayores complicaciones a nivel académico son los cálculos estequiométricos, puesto que esta temática no solo requiere de conocimientos en área de las ciencias

químicas, sino también en procesos matemáticas que, aun siendo básicos, dificultan que el desempeño de los estudiantes sea el adecuado en dicho proceso académico.

Con base en lo anterior, el aprendizaje de la estequiometría requiere de conocimientos en química, matemáticas y habilidades básicas en pensamiento crítico, tales como la lectura, la escritura y la expresión oral. Para el desarrollo de estas actividades, es necesario interpretar las situaciones problemáticas y ejecutar operaciones matemáticas que permitan llegar al resultado o predicción de las diferentes reacciones químicas a través de la estequiometría.

Sin embargo, es ahí donde radica la problemática a abordar. Si bien, se ha demostrado que no solo el poco interés por parte de los alumnos hacia estos contenidos lleva a una mala comprensión, sino que, además, el estudiante percibe la enseñanza tradicional de la química como algo complejo y aburrido. En ese sentido, es fundamental reconocer la importancia que tiene la didáctica de la química como ciencia experimental, ya que una de las dificultades que se presentan en su enseñanza lo plantea Pinto (2005):

Una de las dificultades que se detecta en los diversos niveles educativos se puede resumir en el hecho de que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química requiere una construcción mental capaz de relacionar la estructura microscópica (representada por modelos, no siempre fáciles de interpretar por quienes se acercan a la disciplina, de conceptos como átomo, molécula, enlace, electrones, etc.) y el comportamiento macroscópico de las sustancias (aspecto, propiedades, reactividad, etc.), mediante un lenguaje (conceptos científicos y la propia nomenclatura química) que además, suele resultar extraño, tanto para los alumnos de las materias relacionadas como para el conjunto de la ciudadanía (p. 9).

Como se puede observar, la química como ciencia requiere de procesos de enseñanza y aprendizaje que disminuyan esa barrera entre los conceptos propios de la asignatura y su aplicación en el contexto y en la cotidianidad. Asimismo, Gallego et al., (2015) exponen la relevancia que tiene la didáctica de las ciencias en la enseñanza, pero sobre todo las didácticas específicas en dicha área:

En este orden de ideas, en la actualidad se considera que hay diferencias conceptuales y metodológicas entre la física, la química y la biología. Aun cuando sea admisible hablar de una didáctica general de las ciencias, cuyos principios pueden ser retomados, hay que admitir la existencia de didácticas particulares para cada una de ellas (p. 16).

En concordancia con lo anterior, la didáctica de la química juega un papel fundamental en la enseñanza de esta disciplina en los diferentes niveles educativos, dando lugar a que el contexto y el uso de las herramientas TIC favorezcan su aprendizaje.

Por otro lado, es importante resaltar la manera como los docentes están enseñando los cálculos estequiométricos y la forma como se están abordando estas temáticas. En ese sentido, se resalta la forma como el docente presenta las proporcionalidades que se dan dentro de las reacciones química, es decir, como se relacionan conceptos de concentraciones, cantidad de sustancia, factores de conversión o equivalencias, las cuales son indispensables a la hora de enseñar reacciones químicas y estequiometría. Por ejemplo, Romero (2014) indica que:

La proporcionalidad siempre está presente en cuanto haya relaciones; dicho de otra forma, las relaciones que se dan entre dos magnitudes que pueden ser iguales o diferentes se denominan razones y a la comparación entre dos razones se le denomina proporción. Para comprender estas relaciones se hace necesario revisar brevemente los conceptos de átomo, molécula y mol; además, examinar las leyes de las proporciones múltiples y las proporciones definidas, al igual que las ecuaciones químicas, las disoluciones y su concentración, los gases y los factores que los afectan, los cuales se abordarán en el transcurso de este escrito (p. 28).

Por consiguiente, es indispensable considerar los aspectos relacionados con los cálculos cuantitativos y la forma como el docente intenta enseñar la estequiometría desde las relaciones que se dan entre las diversas magnitudes que participan en dicho proceso. Por otro lado, el método tradicional sigue jugando un papel importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje y es allí donde se debe intervenir desde la innovación educativa. Para Izquierdo (2004):

La novedad es que ahora se ha de enseñar química a personas que no saben de qué va ni tienen interés por saberlo. Por esto se debería empezar por generar experiencia química en los alumnos y alumnas, para que, a partir de ella, puedan formular preguntas; sin ellas, las explicaciones no tendrían sentido puesto que no se pueden avanzar respuestas (químicas) a preguntas que aún no se han planteado. (Las buenas preguntas son las que generan respuestas argumentadas que utilizan la Teoría Química y, a la vez, conectan con la experiencia) (p. 116).

La manera como se enseña la química, y en especial la estequiometría, requiere la intervención de diversos procedimientos matemáticos y de conceptos propios de la química. Por tanto, esto implica un manejo adecuado de la didáctica de esta disciplina, así como una metodología de enseñanza que no se limite a la transmisión de términos o mecanismos que siguen un paso a paso. Además, es fundamental que se tengan en cuenta otros aspectos del aprendizaje que son fundamentales en la actividad formativa.

De este modo, es de gran importancia recalcar que en todos los procesos de aprendizaje tienen inmersos el desarrollo de habilidades básicas del pensamiento crítico, y el aprendizaje de la estequiometría no es la excepción. Estas habilidades son las que permiten que el proceso de aprendizaje no se quede en un ejercicio meramente mecánico, sino que se pueda contextualizar con situaciones que los estudiantes rurales enfrentan todos los días. Con base a lo anterior, se presenta el siguiente interrogante:

¿De qué manera el aprendizaje de los conceptos de estequiometría puede contribuir al desarrollo de habilidades básicas del pensamiento crítico a través de la implementación de situaciones problemáticas relacionadas con fertilizantes, plaguicidas y fungicidas utilizados por los estudiantes en sus cultivos?

## 1.2 Justificación

Desde el Ministerio de Educación Nacional se establecen los Derechos Básicos de Aprendizaje donde para la enseñanza de las ciencias naturales se establece que para grado décimo los estudiantes: “Comprenden que los diferentes mecanismos de reacción

química (óxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 35). Con base en lo anterior, se estipulan dos evidencias de aprendizaje que permiten al docente comprender y construir estrategias con el fin de contribuir a dicho proceso, considerando como punto de partida el DBA 3:

Explica a partir de relaciones cuantitativas y reacciones químicas (óxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) la formación de nuevos compuestos, dando ejemplos de cada tipo de reacción (Navas, 2018, p.40).

Balancea ecuaciones químicas dadas por el docente, teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa y la conservación de la carga, al determinar cuantitativamente las relaciones molares entre reactivos y productos de una reacción (a partir de sus coeficientes) (Navas, 2018, p.40).

En perspectiva de lo anterior, las instituciones educativas requieren de la articulación de procesos matemáticos que permitan la comprensión y aprendizaje de aquellos conceptos propios de la química donde se requiere de operaciones básicas para llevar a cabo cálculos matemáticos y dar razón de los procedimientos para alcanzar los resultados. Por lo tanto, la enseñanza de la química y en especial de las temáticas relacionadas con las reacciones químicas, balanceo y estequiometría, requiere del conocimiento de operaciones básicas en las cuales se lleven a cabo una interrelación entre las dos áreas de conocimiento como una forma de lenguaje y de entendimiento de la asignatura, tal como lo expone Galagovsky (2009):

Las ciencias naturales han desarrollado ricos lenguajes expertos. En particular, el discurso erudito de la química es complejo: sus explicaciones incluyen lenguaje verbal, gráfico, de fórmulas químicas y de fórmulas matemáticas (...). Los elementos constitutivos de estos lenguajes están alejados del lenguaje cotidiano y, por lo tanto, son leídos con comprensión por los expertos, pero su cabal significación puede resultar inaccesible para los estudiantes novatos (p. 426).

El aprendizaje de la química implica el uso de lenguajes, operaciones matemáticas, ecuaciones, símbolos los cuales son propios de la asignatura que requiere de saberes previos y aprehensión de diversos conceptos que permitan el aprendizaje de aspectos como las reacciones químicas, el balanceo de ecuaciones y la estequiometría. Por lo tanto, se requiere de procesos de enseñanza que puedan llevarse a cabo de manera adecuada,

para que los estudiantes puedan avanzar en su formación en dicha disciplina, es decir que logren las competencias desde el área de ciencias naturales (Castro, 1992; Raviolo, 2010).

Asimismo, el contenido académico del curso de química suele ser extenso y, al mismo tiempo, complicado, ya que reúne todo un conjunto de conocimientos previos que se van adquiriendo con el transcurrir de los años. Temáticas como las fórmulas químicas y sus tipos de nomenclaturas, los reactivos, los productos y sus reacciones químicas, el balanceo de una reacción química tanto por tanteo como por el método de oxidación-reducción son las principales dificultades de comprensión de los conceptos. Por tal motivo el uso de pedagogías activas como el aprendizaje basado en situaciones problemáticas busca poner en acción a los estudiantes convirtiéndolos en sujetos activos de su proceso formativo con miras al desarrollo de competencias científicas las cuales son evaluadas por las pruebas saber 11.

Por otro lado, la enseñanza de la estequiometría implica procesos relacionados con reacciones químicas que suelen estar alejadas del contexto educativo, es decir, no son reconocidas por los estudiantes. Por tanto, se requiere que la estequiometría pueda enseñarse desde la perspectiva del entorno mediante el uso de situaciones problemáticas, es decir, desde la cercanía con el campo en este caso particular puesto que día a día los estudiantes están permeados por aspectos relacionados con la industria de la producción agrícola y en la mayoría de los casos los estudiantes no identifican los conceptos químicos que se dan al usar fertilizantes, plaguicidas, fungicidas y demás productos químicos para el desarrollo de este sector económico.

En consecuencia, este trabajo cobra relevancia pues se encuentra alineado con las políticas del ministerio de educación nacional, que promueven el desarrollo de las habilidades científicas establecidas en los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje, los cuales se centran en la resolución de problemas. Por lo tanto, este trabajo es viable debido a que, además de dar respuesta a una necesidad, se cuentan con todas las condiciones indispensables para su ejecución, tales como lo son: el contexto, los recursos materiales físicos y digitales, la buena disposición de los estudiantes y el docente que va a liderar la estrategia.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Desarrollar una estrategia didáctica basada en situaciones problemáticas que integren el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas para fomentar el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de educación media.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar las ideas previas de estequiometría y habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de los grados décimo y undécimo.
- Incorporar en el aula de clase actividades didácticas basadas en situaciones problemáticas que involucren el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas para promover el pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría.
- Evaluar las habilidades del pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría después de implementar la estrategia didáctica.

## **2. Marco teórico**

### **2.1 Antecedentes**

A continuación, se presenta el rastreo de información en relación con el tema de estequiometría y los procesos de enseñanza y aprendizaje que se consideran en el aula de clase. La revisión de la información se llevó a cabo en bases de datos, repositorios, revistas especializadas y libros. Se consideraron varias palabras clave para la selección de los documentos que se tuvieron en cuenta para la construcción de los antecedentes.

Una vez realizado el rastreo de la información, se encontraron múltiples documentos en los cuales se exponen diferentes aportes, metodologías, técnicas y hallazgos que permiten extraer apartados que fundamentan el proyecto de investigación. A continuación, se presentan una serie de artículos, libros, capítulos de libros, trabajos de tesis a nivel de maestría o doctorados, que tienen relación con la pregunta problema.

Para iniciar el recorrido por los antecedentes, se analiza el trabajo realizado por Mercado Godoy (2015), quien investigó sobre la aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. El objetivo del proyecto fue determinar la efectividad que tiene la aplicación de esta estrategia en el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de tercer año de educación media. La investigación se llevó a cabo durante cuatro períodos académicos desde el 2011 hasta el 2014, con la participación de 235 estudiantes mediante un análisis cuasi experimental. Los resultados mostraron una aceptación del 88,9%. Por otro lado, el análisis del contenido permitió realizar diferentes reflexiones de los estudiantes bajo la implementación del juego didáctico, obteniendo una mayor motivación en los alumnos que hicieron parte de la aplicación. Además, los participantes manifestaron que esta metodología rompe los paradigmas de la rutina y la monotonía en las aulas de clase como parte del proceso de enseñanza de la estequiometría.

Para Obando Melo (2013), la implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado undécimo de enseñanza media, busca facilitar el aprendizaje de la estequiometría en una institución educativa rural. Para tal

propósito, se diseñó, construyó e implementó una serie de estrategias tales como: las unidades de enseñanza potencialmente significativas. En ese sentido, se aplicaron diferentes actividades de identificación y exploración para reconocer los conceptos previos con los que cuentan los estudiantes. Seguidamente, se implementaron diversas estrategias y valoraciones de la efectividad de las mismas. Por medio de los resultados, se pudo identificar que las estrategias que fueron usadas dependen de factores como los intereses y los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, permitiendo una mayor motivación para fomentar el aprendizaje significativo.

Desde la mirada de Guerra Valencia (2021), el cual en su trabajo de maestría investigó el aprendizaje de conceptos de soluciones químicas, acidez y basicidad a partir de prácticas de laboratorio con productos alimenticios. En este estudio, se diseñaron una serie de prácticas de laboratorio para consolidar un manual donde se enfocó en la enseñanza de conceptos como las soluciones, bases y ácidos. Como objetivo general se planteó el diseño e implementación de un manual de ocho prácticas de laboratorio que tenían como fundamento el uso de alimentos que se encuentran en la región, es decir, que son parte del contexto de los estudiantes. Se consideró una metodología cualitativa que fue desarrollada en tres momentos. En primer lugar, se consultó con expertos sobre las problemáticas o dificultades relacionadas con dichos conceptos. Posteriormente se pasó a la construcción del manual y de cada una de las prácticas de laboratorio. Por último, se validó y evaluó el material educativo diseñado. Una vez implementada la propuesta, se identificó que los estudiantes manifestaron mayor interés debido a que los materiales que hicieron parte de cada una de las prácticas, eran de fácil acceso para ellos. En ese sentido, se puede concluir que la enseñanza de la química por medio del uso de la didáctica permite que se articulen los conceptos propios de la asignatura y a su vez se pueda implementar por medio de prácticas de laboratorio.

Por su parte, Jaimes-Ojeda (2017), propone una metodología para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB). Como parte de la metodología, se implementó el cuestionario y la encuesta como técnicas de recolección de información de estudiantes y directivos docentes, desde un enfoque cualitativo para su análisis, a través del cual se identificaron los factores que incidían en el aprendizaje de la química. Como parte de los resultados, se reconoció la importancia de incorporar metodologías alternativas para la enseñanza de la ciencia, como el Aprendizaje

Basado en Problemas ABP, y la evaluación de aportes significativos del ABP que favorezcan la comprensión y solución de las situaciones de la cotidianidad.

García y Posso (2017), exponen en su investigación una propuesta sobre situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico. En este trabajo de investigación, los autores proporcionan sugerencias a los problemas puntuales en la enseñanza de la química. La metodología seleccionada para el alcance de los logros fue desde el enfoque cualitativo, que tuvo como diseño el cuasi experimental y la técnica para la recolección de los datos fue la observación. Como parte del desarrollo de la actividad investigativa, se seleccionaron dos grupos de estudiantes: uno focal y el otro experimental a través de un ejercicio de aprendizaje situado. El profesor fue el encargado de diseñar cada una de las situaciones didácticas. Los resultados permitieron resolver problemas de aprendizaje dentro del aula y posturas del docente sobre su rol dentro de la institución educativa.

Moraga, et al., (2019), investigaron las dificultades que enfrentan los estudiantes del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria (MFPS) de Ciencias de las cinco universidades públicas catalanas en el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) de química contextualizadas. La investigación se basó en el análisis de contenido de cinco SEA, las cuales fueron diseñadas por los profesores en formación inicial. Como parte de los resultados, se identificaron tres perfiles de contextualización con base en cinco indicadores de contextualización: autenticidad, relevancia, persistencia, indagación y construcción. En los tres perfiles se constatan las dificultades para introducir contextos que sean persistentes a lo largo de la SEA y que faciliten la indagación científica.

Martínez Hung, et al., (2019) llevaron a cabo una investigación que tuvo como objetivo utilizar la Realidad Aumentada (RA) como un medio innovador y novedoso para la enseñanza de la química. Este estudio destaca como la RA contribuye a formar habilidades específicas, y aporta además al desarrollo de competencias profesionales relacionadas con las nuevas tecnologías, es decir, un aprendizaje desde el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Los resultados de la implementación de la RA, como medio de enseñanza en las asignaturas química inorgánica II, se lograron gracias al uso de una encuesta como herramienta de validación. Los modelos tridimensionales empleados se lograron empleando bases de datos, programas computacionales o se construyeron en un programa de diseño tridimensional.

Raviolo (2019), abordó en su investigación la relevancia que tiene el uso de imágenes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. El trabajo expone los principales fundamentos de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, y de los 12 principios que se desprenden de ella, y cuál fue el desarrollo e implicaciones para la enseñanza de la química. Por otro lado, presentó una clasificación de las imágenes de acuerdo a sus funciones comunicacionales y una secuencia para la "lectura" de una imagen que incluye tres niveles de interpretación de la información contenida en ella. También se abordó la problemática del uso de diagramas y dibujos esquemáticos para el caso de la química. Finalmente, se insta a reformular la relación que los profesores tienen con respecto al uso de las imágenes y a integrar sistemáticamente palabra e imagen en la enseñanza.

Chonkaew, et al., (2019), realizaron un trabajo en el que proporcionaron a los profesores una guía sobre cómo crear una ruta STEM, es decir, ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, para la enseñanza de la estequiometría. Lo anterior, se dio a través de la preparación de un pequeño kit de laboratorio para determinar las relaciones estequiométricas de la reacción entre el gas de hidrógeno y el gas de oxígeno. Esta guía permitió a los maestros una estación de trabajo de bajo costo, simple y rápida que facilitó y alentó a pequeños grupos de estudiantes a adquirir experiencia por medio de la práctica. El pequeño kit de laboratorio se desarrolló sobre la base del principio de la química verde, que resulta en un menor uso de productos químicos, tiempo y producción de residuos. Este artículo también promovió el diseño de actividades STEM relacionadas para mejorar los compromisos, aspiraciones y actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y la tecnología. Estas actividades ofrecieron a los estudiantes la oportunidad de explorar los conceptos de la relación molar estequiométrica por medio de la implementación de la metodología STEM.

Para finalizar el recorrido por los antecedentes, Hibbard (2019), llevó a cabo una investigación que analizó el uso de estudios de caso en la enseñanza de la química general. Con el fin de apoyar el aprendizaje en equipo y promover la curiosidad de los estudiantes, se desarrollaron dos estudios de caso que resaltan temas relevantes en los medios para su uso en una secuencia de química general de pregrado. El primero es un caso de determinación de la fórmula molecular de un medicamento. Los estudiantes trabajaron en equipos y utilizaron sus conocimientos de estequiometría para determinar la identidad del compuesto. El segundo, fue un caso interrumpido que abarcó dos cursos, se

extrae de los informes de los medios sobre el arsénico en el jugo de manzana. Los equipos de estudiantes utilizaron su conocimiento sobre las propiedades periódicas, configuración electrónica y geometría molecular para investigar el arsénico elemental y los compuestos que lo contienen, y también para investigar los efectos toxicológicos del arsénico. Ambos casos se describieron en este documento junto con detalles sobre cómo se implementan y evalúan. También se presentan las opiniones de los estudiantes sobre el uso de estudios de caso.

## 2.2 Una mirada a la estequiometría

La química, como ciencia exacta, requiere de diversos procedimientos matemáticos que permitan predecir y comprender los fenómenos naturales por medio de cálculos. De esta manera se puede entender cómo funcionan los diferentes procesos relacionados con las reacciones químicas y la interacción de sustancias. Velásquez (s. f.) indica:

La estequiometría es la rama de la química que permite determinar las cantidades de reactivos y de productos involucrados en una reacción química. Por lo general para determinar dichas cantidades se emplean reglas de tres o factores de conversión (un factor de conversión es una regla de tres expresada como cociente), pero debido a la gran cantidad de cálculos que se pueden realizar, es común que resulte difícil resolver ejercicios que impliquen el uso de varios factores; esto se debe principalmente, a que la secuencia correcta de operaciones no siempre es fácil de determinar (p. 1).

Son diversos los conceptos que soportan el desarrollo temático del proceso educativo cuando se hace referencia a la enseñanza de la estequiometría. Es fundamental reconocer e identificar el término mol, solución, masa molar, densidad, unidades de concentraciones físicas y químicas puesto que entre sí se presentan diversas relaciones matemáticas que permiten predecir el resultado final de una reacción química, es decir, cuánto se genera de productos y cuántos queda de los reactivos.

La estequiometría es de gran relevancia en la comprensión de la química, ya que de ella se derivan procesos clave de enseñanza en el área. Resulta necesario que el estudiante tenga claridad en procesos de balanceo químico, coeficientes estequiométricos y

relaciones molares, dado que esto les permite analizar problemas químicos desde el uso de las operaciones básicas en matemáticas, como la regla de 3 o los factores de conversión, para realizar los ejercicios o problemas planteados.

En consecuencia, la estequiometría, al involucrar conceptos matemáticos aplicados a la química, requiere de estrategias didácticas que permitan desarrollar una sinergia entre ambas disciplinas. Estas estrategias deben estar encaminadas a generar en los estudiantes habilidades que le permitan encontrar soluciones a situaciones problemáticas de manera lógica, sin mecanizar los pensamientos, tal como lo establece Raviolo (2016):

La estequiometría aborda las relaciones cuantitativas de la química sobre una base cualitativa, conceptual. Resolver situaciones sobre estequiometría implicaría la comprensión de los conceptos de fórmula química, reacción química, ecuación química, reactivos y productos, subíndices y coeficientes estequiométricos. Por su complejidad los estudiantes presentan dificultades que van más allá de cuestiones matemáticas (como el dominio de la proporcionalidad) y mantienen concepciones alternativas luego de la enseñanza. En este caso, como en la enseñanza de muchos otros conceptos de la química, se aprecia cierta monotonía metodológica centrada en la resolución de ejercicios con, generalmente, poco trabajo experimental y escaso uso de variados recursos didácticos. Una alternativa de uso frecuente es emplear estrategias de enseñanza que incluyan analogías (p 2).

Atendiendo a lo anterior, es claro que para comprender de manera adecuada la estequiometría es importante implementar didácticas que eviten la monotonía de los ejercicios. Esto permitirá que los estudiantes puedan realizar análisis más profundos en las diferentes situaciones que involucren cálculos estequiométricos.

Es importante resaltar que los cálculos químicos, en los recae la estequiometría, son indispensables para desarrollar procesos industriales, formulación de medicamentos, cálculos energéticos y bioquímicos, entre muchos procesos más. Esto hace imperativo el estudio de la estequiometría desde una perspectiva amplia, a fin de dar herramientas que permitan plantear soluciones a diferentes situaciones problemáticas.

## 2.3 Una aproximación a las situaciones problemáticas

La enseñanza de la química puede presentar diversos desafíos para los estudiantes, especialmente cuando se enfrentan a situaciones problemáticas que requieren la aplicación de conocimientos teóricos en contextos prácticos. Según Zhang y Zhou (2019), "la enseñanza de la química es un proceso complejo que puede verse afectado por múltiples factores, incluyendo la capacidad cognitiva de los estudiantes, el enfoque didáctico del profesor y la relevancia de los conceptos teóricos para la vida cotidiana" (p. 401). Estos factores influyen directamente en la manera en que los estudiantes comprenden y aplican los principios químicos, lo que puede dificultar su aprendizaje, si no hay relación entre la teoría y la práctica.

Uno de los escenarios más comunes en la enseñanza de la química es la dificultad de los estudiantes para aplicar conceptos abstractos a situaciones prácticas. Por ejemplo, un estudiante puede entender perfectamente la teoría detrás de la ley de conservación de la masa en las reacciones químicas, pero tener dificultades para aplicar esta ley en un experimento de laboratorio. Según Barros y otros (2016), "este problema puede deberse a la falta de conexión entre la teoría y la práctica en la enseñanza de la química, lo que puede resultar en una comprensión superficial de los conceptos" (p. 140).

Otra dificultad en la enseñanza de la química es la falta de interés de los estudiantes por la materia. Muchos la perciben como algo abstracto, que es muy difícil de comprender y alejada de su realidad, lo que reduce su motivación para aprender. Según Parchoma y otros (2018), "la enseñanza de la química puede ser más efectiva si se enfoca en la aplicación de los conceptos a situaciones de la vida cotidiana, lo que puede aumentar el interés y la motivación de los estudiantes" (p. 62).

Además, la enseñanza de la química puede verse afectada por la falta de recursos y materiales adecuados en las escuelas. Según Ávila, Sanabria y Alzate (2017), "la falta de materiales de laboratorio y de tecnología educativa puede limitar la capacidad de los profesores para enseñar de manera efectiva la química, lo que puede resultar en una comprensión superficial de los conceptos por parte de los estudiantes" (p. 181). Por tal motivo, la enseñanza de la química puede presentar diversas dificultades que requieren

enfoques didácticos innovadores y recursos adecuados para lograr una comprensión profunda de los conceptos por parte de los estudiantes.

La implementación de situaciones problemáticas en los procesos enseñanza-aprendizaje es una alternativa que saca a los estudiantes de la monotonía y los motiva en su proceso educativo. Al contextualizar los conocimientos con situaciones cotidianas, hace que los estudiantes encuentren una mayor conexión y relevancia con el contenido, lo cual les permite interiorizar la ciencia de una manera más significativa. No obstante, esta estrategia representa al mismo tiempo un desafío para los profesores de química porque ellos deben ser capaces de reconocer y adoptar los enfoques pedagógicos y didácticos que permitan abordar la química a partir de diferentes perspectivas.

## **2.4 Reflexiones sobre la enseñanza de la química**

La enseñanza de la química es una disciplina fundamental en la educación científica y tecnológica, ya que proporciona una comprensión profunda de los procesos y fenómenos naturales que se encuentran en el mundo que nos rodea. Sin embargo, enseñar química puede presentar desafíos significativos para los profesores y los estudiantes. Según Aslan-Tutak et al., (2018), la enseñanza de la química debe enfocarse en el desarrollo de habilidades prácticas y teóricas, junto con una comprensión profunda de los conceptos químicos clave. Además, es importante que la enseñanza de la química sea relevante y significativa para la vida cotidiana de los estudiantes, ya que esto puede aumentar la motivación y el interés en la materia.

Uno de los enfoques innovadores en la enseñanza de la química es el uso de tecnología educativa. Según De Jong et al., (2019), la tecnología educativa, como la simulación y la visualización, puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos y complejos en la química. Además, la tecnología educativa también puede mejorar la colaboración y la comunicación entre los estudiantes y los profesores. Sin embargo, también es importante reconocer las limitaciones y desafíos de la tecnología educativa en la enseñanza de la química. Según Klopfer et al., (2017), la tecnología educativa no puede reemplazar completamente la experiencia práctica en el laboratorio. Los estudiantes

necesitan tener experiencia práctica en la manipulación de sustancias químicas y la realización de experimentos para comprender completamente los conceptos químicos.

Autores como Gallego et al. (2016) abordan la didáctica de las ciencias o ciencias de la naturaleza como una disciplina fundamentada de manera teórica, donde se han delimitado diversos campos propios de cada saber. En concordancia con lo anterior, la enseñanza de la química requiere de actividades y propuestas que cambien el paradigma y complejidad del aprendizaje de dicha ciencia como lo explica Perozo (2016): “la apatía de los estudiantes se pone de manifiesto diariamente en el aula de clases en el aprendizaje de la Química, por lo cual es recurrente que ellos no establezcan conexiones entre el pensamiento científico y el cotidiano” (p. 46).

Por esta razón, la química debe estar encaminada y articulada con el contexto, de manera que su aprendizaje pueda darse de una manera real y profunda desde la misma experiencia del estudiante. Al relacionar lo que los estudiantes aprenden con lo que ya conocen, se potencia un proceso académico coherente y a su vez se da respuesta a los lineamientos curriculares y normativos.

Otro desafío importante en la enseñanza de la química es la necesidad de adaptar el enfoque didáctico a las necesidades y habilidades de los estudiantes. Según Barros et al., (2016), los profesores deben reconocer las dificultades específicas que los estudiantes enfrentan al aprender química, como la falta de conexión entre la teoría y la práctica. Los profesores deben adaptar su enfoque didáctico para abordar estas dificultades y fomentar una comprensión profunda de los conceptos químicos.

Por consiguiente, la enseñanza de la química es fundamental en la educación científica y tecnológica, pero presenta desafíos significativos para los profesores y los estudiantes. Es importante adoptar enfoques innovadores y adaptativos para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en la química. Además, la tecnología educativa puede ser una herramienta valiosa en la enseñanza de la química, pero no puede reemplazar completamente la experiencia práctica en el laboratorio.

## 2.5 Un acercamiento al pensamiento crítico

El pensamiento crítico es una habilidad cognitiva esencial que permite a las personas analizar, evaluar y sintetizar información de manera objetiva y racional. Esta capacidad no solo implica cuestionar y examinar la veracidad de las afirmaciones y argumentos presentados, sino también desarrollar una comprensión profunda y matizada de los problemas y situaciones. En concordancia con diversos autores como Tamayo-Álzate et al. (2020a); Ruiz-Ortega et al., (2005); Ruiz-Ortega et al., (2017) y Tamayo-Álzate et al., (2020b), se exploran sus componentes, importancia y aplicaciones en diversos contextos.

### 2.5.1 Componentes del Pensamiento Crítico

En relación con los componentes y aspectos que soportan el concepto del pensamiento crítico, se presentan diversos escenarios que buscan reconocer su importancia en los procesos de formación, y en particular en el desarrollo de habilidades y competencias en los estudiantes. En ese sentido, se resaltan algunos ítems clave relacionados con el PC.

1. **Análisis:** Implica descomponer información compleja en partes más manejables y entender las relaciones entre estas partes. Los pensadores críticos analizan datos, conceptos y argumentos para identificar supuestos, evidencias y conclusiones subyacentes.
2. **Evaluación:** Consiste en juzgar la credibilidad y la relevancia de la información. Los individuos evalúan la calidad de las fuentes, la solidez de los argumentos y la consistencia de las evidencias.
3. **Interpretación:** Es la habilidad de comprender y explicar el significado de la información. Los pensadores críticos interpretan datos, gráficos y textos para extraer conclusiones significativas.
4. **Inferencia:** Implica derivar conclusiones lógicas a partir de la información disponible. Los pensadores críticos utilizan inferencias para prever consecuencias y desarrollar hipótesis basadas en la evidencia.
5. **Explicación:** Es la capacidad de articular y justificar los propios razonamientos y conclusiones. Los individuos explican sus procesos de

pensamiento de manera clara y coherente, permitiendo que otros comprendan su lógica.

6. Autorregulación: Incluye la capacidad de reflexionar sobre el propio pensamiento y ajustar estrategias cognitivas según sea necesario. Los pensadores críticos monitorean y corrigen sus procesos mentales para mejorar la precisión y la efectividad.

### **2.5.2 importancia del pensamiento crítico**

Estrada (2019), señala que el pensamiento crítico es crucial en diversos ámbitos, desde la educación y la ciencia hasta el ámbito profesional y la vida cotidiana. En la educación, fomenta una comprensión más profunda y duradera del contenido, promoviendo el aprendizaje activo y la participación. En la ciencia, es fundamental para la investigación y el desarrollo de teorías robustas y bien fundamentadas. En el ámbito profesional, el pensamiento crítico mejora la toma de decisiones, la resolución de problemas y la capacidad de adaptarse a nuevos desafíos.

Además, en palabras de Robles (2019), el pensamiento crítico es esencial para la participación ciudadana informada y responsable. Permite a los individuos discernir entre información veraz y engañosa, evaluar políticas y argumentos, y tomar decisiones fundamentadas que afectan a la comunidad y al entorno social.

### **2.5.3 Aplicaciones del pensamiento crítico**

Un aspecto clave en el desarrollo del pensamiento crítico, es la implementación o el uso que se pueda en diversos contexto o escenarios donde tanto, docentes como estudiantes, pueden generar espacios de reflexión sobre su proceso formativo. Retomando lo expuesto por Quintero et al., (2017) algunas de las aplicaciones para el pensamiento crítico son:

1. Educación: Los educadores pueden fomentar el pensamiento crítico mediante el uso de preguntas abiertas, debates, y proyectos que requieren investigación y análisis. Los estudiantes que desarrollan habilidades de

pensamiento crítico son más capaces de abordar problemas complejos y desarrollar soluciones innovadoras.

2. Ciencia y Tecnología: En estos campos, el pensamiento crítico es indispensable para diseñar experimentos, interpretar datos y formular hipótesis. Los científicos y tecnólogos utilizan el pensamiento crítico para desafiar suposiciones y avanzar en el conocimiento.

3. Negocios y Economía: Los líderes empresariales y economistas utilizan el pensamiento crítico para evaluar riesgos, analizar mercados y tomar decisiones estratégicas. Un enfoque crítico permite a las organizaciones adaptarse a cambios y mantenerse competitivas.

4. Vida Cotidiana: El pensamiento crítico ayuda a las personas a tomar decisiones informadas sobre su salud, finanzas y relaciones personales. Permite evaluar opciones y consecuencias de manera racional y fundamentada.

Por tanto, el pensamiento crítico es una habilidad multifacética que enriquece el proceso de toma de decisiones y la capacidad de resolver problemas de manera efectiva. Fomentar esta habilidad desde una edad temprana y en diversos contextos es fundamental para el desarrollo personal y profesional, así como para el bienestar social y la participación democrática.

## **3. Metodología**

### **3.1 Contexto del trabajo**

Este trabajo se realizó en la sede principal de la Institución Educativa Alfonso Daza Aguirre, ubicada en una zona rural del municipio de Herveo, en el departamento del Tolima. Participaron 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo, cuyas edades oscilan entre los 15 y 18 años, quienes, además, desempeñan labores agrícolas con sus familias.

A parte de la principal, la institución cuenta con cinco sedes más, todas ubicadas en áreas rurales. En tres de ellas se ofrece educación preescolar y primaria, y la otra abarca desde preescolar hasta postprimaria. Y la sede principal ofrece educación preescolar, primaria, secundaria y media. En lo que respecta al modelo pedagógico, la institución trabaja a partir del modelo escuela nueva en primaria, mientras que en bachiller se sigue un enfoque tradicional.

La comunidad que atiende la institución es en su gran mayoría de escasos recursos, perteneciente a los estratos 1 y 2, y su principal actividad económica es la agricultura. En los últimos años, se ha visto una diversificación en los cultivos que antes eran mayoritariamente de café, el cual ha sido reemplazado por cultivos como el aguacate y plátano. Estos nuevos cultivos han traído nuevas dinámicas a la región, lo cual ha planteado nuevos desafíos educativos, a fin de brindar una educación contextualizada a las nuevas realidades locales.

### **3.2 Enfoque del trabajo**

El presente trabajo final de maestría está enmarcado dentro del enfoque mixto como lo plantea Hernández (2018). En el contexto de su proyecto de investigación sobre el aprendizaje de las reacciones químicas y la estequiometría en estudiantes de grado noveno, el enfoque mixto se presenta como una estrategia integral que combina metodologías cualitativas y cuantitativas. Esta combinación permite obtener una comprensión más profunda y completa del fenómeno en estudio.

En este contexto, el enfoque mixto permite la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, proporcionando una visión holística del proceso de aprendizaje y las estrategias pedagógicas aplicadas. Los datos cuantitativos, obtenidos a través de encuestas, cuestionarios tipo ICFES y pruebas estandarizadas, permiten medir el desempeño académico de los estudiantes, identificar patrones y tendencias en el aprendizaje de conceptos clave como reacciones químicas, balanceo de ecuaciones, reactivo límite y en exceso y cálculos estequiométricos.

Por otro lado, los datos cualitativos, recogidos mediante entrevistas, grupos focales, y observaciones, ofrecen una comprensión detallada de las experiencias, percepciones y actitudes de los estudiantes y docentes. Este enfoque permite explorar las dinámicas de aula, las interacciones entre estudiantes, docentes y las estrategias de enseñanza las cuales facilitan o dificultan el aprendizaje de los conceptos mencionados. Además, proporciona un espacio para que los participantes expresen sus opiniones y sugerencias sobre el proceso educativo, enriqueciendo así el análisis de los datos cuantitativos.

El uso del enfoque mixto en este trabajo también facilita la triangulación de datos, lo que aumenta la validez y confiabilidad de los resultados. Al integrar múltiples fuentes de información y perspectivas, se pueden obtener conclusiones más robustas y fundamentadas. Por ejemplo, los resultados cuantitativos pueden ser contextualizados y explicados a través de los hallazgos cualitativos, proporcionando una comprensión más completa de los factores que influyen en las habilidades básicas del pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría.

Además, este enfoque permite desarrollar intervenciones educativas más efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes. Las actividades y estrategias pedagógicas pueden diseñarse y ajustarse en función de los hallazgos obtenidos en ambas fases de la investigación, asegurando así una mejora continua del proceso educativo. Por lo tanto, el enfoque mixto en este trabajo de profundización procura describir e interpretar los resultados obtenidos de una manera sinérgica para enriquecer la comprensión del fenómeno de estudio y a la vez proporcionar una base sólida para el diseño y la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras, contribuyendo así a la mejora del aprendizaje en la asignatura de química.

Con base en lo anterior, se busca profundizar en el ejercicio relacionado con el desarrollo de procesos educativos eficientes que promuevan las habilidades básicas del pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría. Para ello, se utilizarán situaciones problemáticas como una herramienta para el acceso a conocimientos que son claves en el desarrollo y aprendizaje de la química. En este contexto, Muñoz y Ordoñez (2019), refieren que el estudio de caso: "permite conocer aspectos relacionados con el sujeto de estudio y al mismo tiempo establece las relaciones, de tal forma que se puedan comprender y analizar los hallazgos obtenidos" (p. 35).

El alcance del trabajo es el descriptivo-interpretativo, puesto que es una metodología que combina la descripción detallada de un fenómeno con la interpretación de las experiencias alcanzadas por los participantes durante el desarrollo del trabajo. Este tipo de investigación es particularmente útil en campos como la psicología, la sociología y la educación, donde se busca entender los procesos subyacentes que influyen en el comportamiento humano.

Según Hernández et al., (2014), la investigación descriptiva se enfoca en "describir las características de un fenómeno o población en particular" (p. 85). A su vez, Denzin (2013), expone que la investigación con un alcance interpretativo busca comprender las experiencias, significados y percepciones que los participantes tienen sobre un fenómeno particular, permitiendo explorar en profundidad contextos, interacciones y subjetividades; lo cual se relaciona directamente con el propósito de este estudio. Al combinar ambos alcances, la investigación descriptivo-interpretativo proporcionar una comprensión más completa de un fenómeno.

En el alcance del tipo descriptivo-interpretativo, el primer paso es realizar una descripción detallada del fenómeno de interés, incluyendo su contexto, características y variables relevantes. Esto puede involucrar el uso de encuestas, entrevistas, observaciones y otros métodos de recolección de datos para recopilar información sobre el fenómeno en cuestión. Una vez que se ha obtenido una descripción completa del fenómeno, se pasa a la fase descriptiva del fenómeno, en la que se busca relacionar las diferentes variables e interpretar y describir los resultados según los contextos.

Así, la dinámica generada para el presente trabajo se define por una serie de acciones que persiguen la edificación de una estrategia adecuada para incentivar las habilidades básicas del pensamiento crítico en el aprendizaje de la estequiometría. Esto se logra a través de situaciones problemáticas en las que se usan fertilizantes, plaguicidas y fungicidas, todo esto enmarcado dentro del enfoque mixto.

### 3.3 Tiempo de implementación

La estrategia pedagógica fue implementada durante un periodo académico de 10 semanas. En este tiempo, los estudiantes participaron en dos sesiones semanales de dos horas cada una, en las que se desarrollaron todas las actividades propuestas en el trabajo.

### 3.4 Fases del trabajo

Para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo final de maestría, se implementaron las siguientes tres fases:

#### 3.4.1 Fase 1: Diagnóstica

Diseño y aplicación de una entrevista con propósito de tener una aproximación con los estudiantes de grado décimo y undécimo de la I.E Alfonso Daza Aguirre, acerca de sus actividades agrícolas y conocer cuáles son sus dinámicas frente al manejo de los fertilizantes, plaguicidas y fungicidas, así como su percepción de las metodologías utilizadas en la enseñanza de la química. La entrevista está conformada por un total de 4 categorías (Tabla 3-1) exploración, estructuración, profundización y reflexión, con un total de 31 preguntas.

**Tabla 3-1.** Categoría y objetivo por categoría.

Categoría	Nº de preguntas	objetivo
-----------	-----------------	----------

Exploración	6	Determinar las características de los cultivos que tienen las familias de los estudiantes y el tipo de actividades agrícolas que desempeñan en su vida cotidiana.
Profundización	4	Indagar sobre el uso de productos químicos en los cultivos.
Estructuración	11	Establecer los protocolos y modos de usos de los productos químicos.
Reflexión	10	Indagar sobre el nivel de capacitación y sobre los cuidados a la salud y medio ambiente cuando utilizan Productos químicos en los cultivos.

También se elaboró y aplicó una prueba inicial (prueba diagnóstica), para determinar los conocimientos previos de los estudiantes, sobre los conceptos importantes para abordar la estequiometría. Esta prueba se fundamentó en el diálogo con los docentes del área para identificar las percepciones que tienen frente a la enseñanza y estrategias utilizadas en el abordaje de dicha temática, análisis de la malla curricular y los criterios de evaluación para ciencias naturales. Esta misma prueba diagnóstica con idénticas categorías se utiliza después de implementar la estrategia didáctica como prueba final, para compararla con los resultados de la prueba diagnóstica inicial. Todas las categorías de la prueba final son semejantes a la prueba diagnóstica, exceptuando la última categoría de estequiometría a la cual se le adicionan tres preguntas relacionadas situaciones problemáticas, pero sigue teniendo la misma rúbrica de calificación utilizada en la prueba diagnóstica.

En esta fase también se utilizó como herramienta un test (pretest) de habilidades básicas del pensamiento crítico, el cual se aplicó antes y después del proceso didáctico, a fin de reconocer en qué nivel de tolerancia se encontraban estas habilidades básicas del pensamiento crítico y poder las comparar los resultados de aplicar el mismo test (postest) después de que los estudiantes realizar las actividades planteadas.

A continuación, se presenta la conformación de la prueba diagnóstica, la cual se distribuye en 6 bloques categorizados para identificar los saberes previos en estequiometría de los estudiantes.

**Tabla 3-2.** Categoría y objetivo por categoría.

<b>Categoría</b>	<b>Nº de preguntas</b>	<b>objetivo</b>
Proporciones y porcentajes	4	Establecer si el estudiante comprende las operaciones que involucran proporciones y porcentajes.
Composición de la materia	6	verificar si el estudiante reconoce las sustancias puras y las mezclas.
Conservación de la materia	8	Indagar si el estudiante aplica el principio de conservación de la materia.
Formulación química	5	Establecer si el estudiante reconoce todos los componentes de una fórmula química y los sabe utilizar en cálculos químicos.
Ecuaciones químicas	2	Establecer si el estudiante interpreta la información que expresa una ecuación química
Estequiometría	2	Indagar la percepción que tiene el estudiante sobre los cálculos químicos y dimensiona el papel del reactivo límite y reactivo en exceso.

Además, con el objetivo de evaluar las habilidades básicas del pensamiento crítico se aplicó el test tomado del artículo “Habilidades de pensamiento crítico en alumnos ingresantes a la UBA que cursan la asignatura psicología” (Curone,2011). El cual se aplicó antes y después de implementar la estrategia didáctica.

Este test mide tres categorías de habilidades básicas del pensamiento crítico, la lectura, la escritura y la expresión oral. Estas categorías se miden en una escala de Likert que va desde 1 a 5 donde, (1) es total desacuerdo, (2) desacuerdo, (3) a veces, (4) acuerdo y (5) total acuerdo.

**Tabla 3-3.** Categorías y objetivos de la prueba de habilidades básicas del pensamiento crítico.

<b>categoría</b>	<b>pregunta</b>	<b>objetivo</b>
Lectura	Preguntas 1 a 16	Identificar elementos de las habilidades del pensamiento crítico a través de la lectura.

Escritura	Preguntas 17 a 24	Reconocer habilidades del pensamiento crítico en la escritura.
Expresión oral	Preguntas 25 a 30	Identificar elementos del pensamiento crítico en la socialización de ideas por parte de los estudiantes mediante la expresión oral.

Tomado de Villada (2023)

### 3.4.2 Fase 2: Diseño e Implementación

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la fase 1 se diseñó e implementó la unidad didáctica, constituida en tres bloques, el bloque 1 fertilizantes, el bloque 2 plaguicidas y bloque 3 fungicidas. En la unidad de didáctica se plantean situaciones problemáticas con fertilizantes, plaguicidas y fungicidas mientras se desarrollan conceptos de estequiometría y se fortalecen debilidades identificadas en la fase 1. La unidad didáctica, aunque que se dispone en 3 bloques propone actividades que no son lineales esto a fin de que se desarrollen de manera integral tanto la conceptualización de la estequiometría como las habilidades del pensamiento crítico.

A continuación, se presenta la propuesta de unidad didáctica con base en lo expuesto por Quintanilla et al., (2010), en el cual se plantea una estructura con el propósito de fomentar las habilidades del pensamiento crítico en la enseñanza de la estequiometría. En ese sentido, las tablas 3-4, 3-5 y 3-6, muestran los apartados que conforman la unidad y una descripción general para el trabajo en el aula del tema de estequiometría desde la perspectiva de las situaciones problemáticas relacionando aspectos cercanos para los estudiantes como son los fertilizantes, los plaguicidas y los fungicidas.

**Tabla 3-4.** Bloque 1 Fertilizantes.

<b>Primer Bloque</b>	<b>Los Fertilizantes y su Relación con la Química</b>
<b>Objetivo General</b>	Transversalizar los conocimientos de los estudiantes sobre el uso de fertilizantes en la agricultura con los conceptos fundamentales de química (estequiometría, proporciones y porcentajes, composición de la materia, conservación de la materia, formulación química y ecuaciones químicas) fortaleciendo las habilidades del pensamiento crítico.

<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la relación entre las proporciones y porcentajes en la formulación de fertilizantes.</li> <li>• fortalecer las habilidades básicas del pensamiento crítico.</li> <li>• Comprender la composición de los fertilizantes comerciales y la importancia de sus componentes.</li> <li>• Entender los conceptos conservación de la materia a través de los componentes de los fertilizantes.</li> <li>• Aplicar los principios de formulación química para interpretar la composición de los fertilizantes.</li> <li>• Entender las ecuaciones químicas.</li> </ul>												
<b>Aprendizajes Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular y representar adecuadamente proporciones y porcentajes.</li> <li>• Identificar y describir la composición química.</li> <li>• Comprender y aplicar el principio de conservación de la materia.</li> <li>• Comprender la composición de los fertilizantes y su funcionamiento.</li> <li>• Formular ecuaciones químicas.</li> <li>• Argumentar con fundamentos químicos, ambientales y contextuales sobre los fenómenos químicos relacionados con la agricultura.</li> <li>• Realizar cálculos estequiométricos para determinar las cantidades.</li> </ul>												
<b>Subunidades</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">1</td> <td>Introducción a los fertilizantes y proporciones y porcentajes.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Composición de los fertilizantes (N-P-K: nitrógeno, fósforo y potasio).</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Conservación de la materia en reacciones químicas con fertilizantes.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Formulación química aplicada a los fertilizantes comerciales.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Ecuaciones químicas en reacciones de fertilizantes con el suelo.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Estequiometría aplicada a la dosificación de fertilizantes en la agricultura.</td> </tr> </table>	1	Introducción a los fertilizantes y proporciones y porcentajes.	2	Composición de los fertilizantes (N-P-K: nitrógeno, fósforo y potasio).	3	Conservación de la materia en reacciones químicas con fertilizantes.	4	Formulación química aplicada a los fertilizantes comerciales.	5	Ecuaciones químicas en reacciones de fertilizantes con el suelo.	6	Estequiometría aplicada a la dosificación de fertilizantes en la agricultura.
1	Introducción a los fertilizantes y proporciones y porcentajes.												
2	Composición de los fertilizantes (N-P-K: nitrógeno, fósforo y potasio).												
3	Conservación de la materia en reacciones químicas con fertilizantes.												
4	Formulación química aplicada a los fertilizantes comerciales.												
5	Ecuaciones químicas en reacciones de fertilizantes con el suelo.												
6	Estequiometría aplicada a la dosificación de fertilizantes en la agricultura.												
<b>Desarrollo de subunidades</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">1</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de fertilizantes, tipos (orgánicos e inorgánicos), función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de nutrientes en fertilizantes comerciales (ej. N-P-K: 20-20-20) y proporciones de mezcla para el suelo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul> </td> </tr> </table>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de fertilizantes, tipos (orgánicos e inorgánicos), función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de nutrientes en fertilizantes comerciales (ej. N-P-K: 20-20-20) y proporciones de mezcla para el suelo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>										
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de fertilizantes, tipos (orgánicos e inorgánicos), función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de nutrientes en fertilizantes comerciales (ej. N-P-K: 20-20-20) y proporciones de mezcla para el suelo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>												

	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la composición química de los fertilizantes, estructura molecular de nitrógeno, fósforo y potasio.</li> <li>• Actividad: Investigación grupal sobre la función de cada nutriente en el crecimiento de las plantas.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación del principio de conservación de la materia.</li> <li>• Actividad: Realización de una actividad experimental donde los estudiantes simulan la aplicación de fertilizantes y su interacción con la materia orgánica del suelo.</li> <li>• Materiales: : Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de la fórmula química de fertilizantes (ej. nitrato de amonio, sulfato de potasio) y relación con la proporción de elementos.</li> <li>• Actividad: Resolución de ejercicios prácticos sobre la formulación química de los fertilizantes y la lectura de etiquetas comerciales.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de ecuaciones químicas entre fertilizantes y componentes del suelo.</li> <li>• Actividad: Los estudiantes deben balancear ecuaciones químicas que representen estas reacciones.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>
	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos estequiométricos aplicados a la dosificación de fertilizantes en cultivos, según la relación molar y las necesidades del suelo.</li> <li>• Actividad: Realización de ejercicios de estequiometría para calcular la cantidad de fertilizante necesaria en diferentes escenarios agrícolas.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>
<b>Evaluación</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios prácticos: Resolución de problemas de proporciones, ecuaciones químicas y estequiometría.</li> <li>• Participación en actividades experimentales.</li> <li>• Pruebas cortas de cada tema.</li> <li>• Evaluación final: Un proyecto de investigación breve sobre la aplicación de fertilizantes en un cultivo específico, en el que deben justificar su uso y realizar cálculos de estequiometría.</li> </ul>

**Tabla 3-5.** Bloque 2 Plaguicidas.

<b>Segundo Bloque</b>	<b>Los Plaguicidas y su Relación con la Química</b>
-----------------------	---

<b>Objetivo General</b>	Complementar los conocimientos de los estudiantes sobre plaguicidas en la agricultura con los conceptos químicos de estequiometría, fomentando las habilidades básicas del pensamiento crítico.	
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la relación entre las proporciones y porcentajes en la formulación de plaguicidas.</li> <li>• Exponer de manera crítica los riesgos del uso inadecuado de los plaguicidas.</li> <li>• Explicar la composición de los plaguicidas y los diferentes compuestos químicos que los conforman (orgánicos e inorgánicos).</li> <li>• Analizar la conservación de la materia durante las reacciones químicas de los plaguicidas con los compuestos presentes en el suelo y los organismos vivos.</li> <li>• Aplicar los principios de formulación química para interpretar la composición de los plaguicidas.</li> <li>• Balancear ecuaciones químicas que describen las reacciones químicas entre los plaguicidas.</li> <li>• Utilizar la estequiometría para realizar cálculos relacionados con los plaguicidas.</li> </ul>	
<b>Aprendizajes Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular y representar adecuadamente proporciones y porcentajes.</li> <li>• Identificar y describir la composición química de los plaguicidas más comunes.</li> <li>• Comprender y aplicar el principio de conservación de la materia en reacciones químicas relacionadas con los plaguicidas.</li> <li>• Formular soluciones para mejorar el uso de los plaguicidas en busca de la sostenibilidad.</li> <li>• Formular ecuaciones químicas asociadas a la agricultura.</li> <li>• Realizar cálculos estequiométricos para determinar la cantidades adecuadas para ser usadas en los cultivos.</li> </ul>	
<b>Subunidades</b>	1	Introducción a los plaguicidas.
	2	Composición de los plaguicidas y sus componentes químicos.
	3	Formulación química aplicada a los plaguicidas.
	4	Ecuaciones químicas en reacciones de plaguicidas.
	5	estequiometría aplicada a los plaguicidas.
<b>Desarrollo de subunidades</b>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de plaguicidas, tipos (insecticidas, herbicidas, fungicidas) y función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de ingredientes activos en plaguicidas comerciales y cómo afecta la dosificación según el área de cultivo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E)</li> </ul>

	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la composición química de los plaguicidas (organofosforados, piretroides, etc.) y su estructura molecular.</li> <li>• Actividad: Investigación grupal sobre la función de cada componente en el control de plagas específicas.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de la fórmula química de los plaguicidas más comunes y la relación con la proporción de ingredientes activos.</li> <li>• Actividad: Resolución de ejercicios prácticos sobre la formulación química de plaguicidas y la lectura de etiquetas comerciales.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de las reacciones químicas que ocurren cuando los plaguicidas interactúan con organismos vivos, como insectos o plantas.</li> <li>• Actividad: Los estudiantes deben balancear ecuaciones químicas que representen estas reacciones.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculos estequiométricos aplicados a la dosificación de plaguicidas según el área de cultivo y la densidad de las plagas.</li> <li>• Actividad: Realización de ejercicios de estequiometría para calcular la cantidad de plaguicidas necesaria en diferentes escenarios agrícolas.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>
<b>Evaluación</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejercicios prácticos: Resolución de problemas de proporciones, ecuaciones químicas y estequiometría.</li> <li>• Participación en actividades experimentales.</li> <li>• Pruebas cortas de cada tema.</li> <li>• Evaluación final: Un proyecto de investigación breve sobre la aplicación de plaguicidas en un cultivo específico, donde deben justificar su uso, realizar cálculos de estequiometría y discutir su impacto ambiental.</li> </ul>

**Tabla 3-6.** Bloque 3 Fungicidas.

<b>Bloque 3</b>	<b>Los fungicidas y su Relación con la Química</b>
<b>Objetivo General</b>	Complementar los conocimientos de los estudiantes sobre fungicidas en la agricultura, con los conceptos químicos relacionados con la conciencia ambiental, fomentando las habilidades básicas del pensamiento crítico.
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exponer de manera crítica los riesgos del uso inadecuado de los fungicidas y sus efectos en el medio ambiente.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar los principios de formulación química para interpretar la composición de los fungicidas.</li> <li>• Comprender la composición química de los fungicidas.</li> <li>• Utilizar la estequiometría para realizar cálculos relacionados con fungicidas.</li> </ul>								
<b>Aprendizajes Esperados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender las consecuencias del uso de fungicidas en la agricultura y las posibles consecuencias.</li> <li>• Identificar y describir la composición química de los fungicidas más comunes.</li> <li>• Realizar cálculos estequiométricos para determinar las cantidades adecuadas de fungicidas para ser usados en los cultivos, minimizando riesgos ambientales.</li> </ul>								
<b>Subunidades</b>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Introducción a los fungicidas.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Composición de los fungicidas.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Formulación química de los fungicidas.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Cuidado del medio ambiente.</td> </tr> </table>	1	Introducción a los fungicidas.	2	Composición de los fungicidas.	3	Formulación química de los fungicidas.	4	Cuidado del medio ambiente.
1	Introducción a los fungicidas.								
2	Composición de los fungicidas.								
3	Formulación química de los fungicidas.								
4	Cuidado del medio ambiente.								
<b>Desarrollo de subunidades</b>	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a los fungicidas.</li> <li>• Definición de fungicidas, tipos (orgánicos, inorgánicos) y función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de ingredientes activos en fungicidas comerciales y cómo afecta la dosificación según el área de cultivo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>2</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición de los fungicidas y sus componentes químicos.     - Análisis de la composición química de los fungicidas (azufre, cobre, triazoles, etc.).</li> <li>• Actividad: Investigación grupal sobre la función de cada componente en el control de enfermedades fúngicas en cultivos específicos.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>3</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación química de los fungicidas.</li> <li>• Interpretación de la fórmula química de los fungicidas más comunes y la relación con la proporción de ingredientes activos.</li> <li>• Actividad: Resolución de ejercicios prácticos sobre la formulación química de fungicidas y la lectura de etiquetas comerciales.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>4</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación proyecto ambiental.</li> </ul> </td> </tr> </table>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a los fungicidas.</li> <li>• Definición de fungicidas, tipos (orgánicos, inorgánicos) y función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de ingredientes activos en fungicidas comerciales y cómo afecta la dosificación según el área de cultivo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición de los fungicidas y sus componentes químicos.     - Análisis de la composición química de los fungicidas (azufre, cobre, triazoles, etc.).</li> <li>• Actividad: Investigación grupal sobre la función de cada componente en el control de enfermedades fúngicas en cultivos específicos.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación química de los fungicidas.</li> <li>• Interpretación de la fórmula química de los fungicidas más comunes y la relación con la proporción de ingredientes activos.</li> <li>• Actividad: Resolución de ejercicios prácticos sobre la formulación química de fungicidas y la lectura de etiquetas comerciales.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación proyecto ambiental.</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a los fungicidas.</li> <li>• Definición de fungicidas, tipos (orgánicos, inorgánicos) y función en la agricultura.</li> <li>• Actividad: Cálculo de porcentajes de ingredientes activos en fungicidas comerciales y cómo afecta la dosificación según el área de cultivo.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>								
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición de los fungicidas y sus componentes químicos.     - Análisis de la composición química de los fungicidas (azufre, cobre, triazoles, etc.).</li> <li>• Actividad: Investigación grupal sobre la función de cada componente en el control de enfermedades fúngicas en cultivos específicos.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>								
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación química de los fungicidas.</li> <li>• Interpretación de la fórmula química de los fungicidas más comunes y la relación con la proporción de ingredientes activos.</li> <li>• Actividad: Resolución de ejercicios prácticos sobre la formulación química de fungicidas y la lectura de etiquetas comerciales.</li> <li>• Materiales: Guía unidad didáctica (anexo E).</li> </ul>								
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación proyecto ambiental.</li> </ul>								

<b>Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ejercicios prácticos: Resolución de problemas de proporciones, ecuaciones químicas y estequiometría.</li><li>• Participación en actividades experimentales.</li><li>• Pruebas cortas de cada tema.</li><li>• Evaluación final: Un debate sobre la aplicación de fungicidas y discutir su impacto ambiental.</li></ul>
-------------------	---

### 3.4.3 Fase 3: Análisis

En esta última fase, después de recolectar los resultados de la entrevista, prueba diagnóstica y prueba final de estequiometría, pretest y postest de habilidades del pensamiento crítico, se realizó en primera instancia un análisis cualitativo a las entrevistas del cual surgió un resumen general. Después se llevó a cabo un proceso de análisis a los datos obtenidos, comparado los diferentes test con la ayuda de técnicas de estadística descriptiva e inferencial. En el test de habilidades básicas del pensamiento crítico se desarrolló un análisis de tolerancia al desacuerdo, además de los respectivos análisis cualitativos. Finalmente se elaborará un informe con base en los resultados obtenidos, que permita conocer y explicar claramente la realidad con respecto a los procesos desarrollados en el trabajo, exponiendo las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

## 4. Análisis de resultados

### 4.1 Análisis de entrevista

El objetivo de esta entrevista fue conocer el contexto de las dinámicas y labores agrícolas, de los estudiantes de la zona rural y dentro de su entorno escolar, entender como sus familias cultivan, para poder transversalizar los saberes que ya tienen con los conocimientos que se importen en las aulas de clase y así se pueda enriquecer los procesos de enseñanza aprendizaje. En ese sentido, la entrevista está conformada por un total de 4 apartados en los espacios de exploración, estructuración, profundización y reflexión.

A continuación, se presenta una entrevista en representación de todo el grupo, realizando un análisis cualitativo global de las entrevistas y se presenta un resumen generalizado de las respuestas de los estudiantes.

#### ***Exploración del Contexto Familiar y Agrícola***

*Cuéntenos sobre usted, cuántos años tiene y dónde vive:*

Respuesta: El entrevistado menciona que vive en una zona rural con su familia, lo cual indica un contexto de trabajo agrícola familiar. Este dato es importante para comprender la aplicación directa de los conocimientos en la vida diaria del estudiante.

*¿Qué cultivos siembra su familia?*

Respuesta: La familia del estudiante cultiva zanahoria, café y cuña (especie de cultivo). Esto muestra que el estudiante está vinculado a prácticas agrícolas diversas, lo cual puede facilitar la enseñanza contextualizada de conceptos químicos, como la estequiometría en la aplicación de insumos agrícolas.

*¿Qué los motivó a elegir estos cultivos?*

Respuesta: La respuesta refleja una motivación práctica y económica, relacionada con la viabilidad de los cultivos en el clima y las condiciones del terreno. Este aspecto es relevante para el estudio porque los conceptos químicos pueden integrarse a partir de problemas reales que los estudiantes enfrentan en el campo.

*¿Qué labores desempeña en el cuidado y mantenimiento de los cultivos?*

Respuesta: El entrevistado ayuda en la preparación de semilleros de café, lo que indica una participación activa en el proceso agrícola. El uso de fungicidas, fertilizantes y otros insumos es parte de estas tareas, proporcionando una base para enseñar química aplicada.

### **Profundización sobre el Uso de Productos Químicos**

*¿Cuáles son los productos que usted conoce que se les aplican a los cultivos?*

Respuesta: El estudiante menciona el uso de abonos, fertilizantes y fungicidas. Esto muestra que tiene una noción básica sobre el uso de estos productos, lo cual es un buen punto de partida para introducir conceptos más complejos, como la composición química y los cálculos estequiométricos.

*¿Con qué frecuencia se aplican estos productos?*

Respuesta: Las respuestas indican que los productos se aplican cada cuatro meses, lo que permite abordar la relación entre el uso periódico de insumos y su efecto en la salud de las plantas. Aquí se puede integrar el concepto de reacciones químicas en el tiempo y la dosificación correcta de insumos.

*¿Cuál es el objetivo de utilizar estos productos?*

Respuesta: El estudiante señala que el objetivo de los productos químicos es compensar la falta de nutrientes en el suelo. Esta comprensión es fundamental para enseñar sobre la importancia de la estequiometría en el cálculo de la cantidad exacta de nutrientes necesarios para el cultivo.

### **Estructuración de los Conocimientos sobre Química Aplicada**

*¿Han recibido capacitaciones sobre el manejo de cultivos?*

Respuesta: La respuesta indica que ha habido algunas capacitaciones, pero se destaca la necesidad de más formación, lo cual abre una puerta para proponer una intervención educativa que incluya el aprendizaje de química aplicada.

*¿Sabes si los productos son tóxicos?*

Respuesta: El estudiante tiene una noción general de la toxicidad, basada en la información que se presenta en los envases de los productos. Este aspecto puede abordarse desde el punto de vista de las reacciones químicas y el manejo seguro de compuestos químicos.

*¿Tienen conocimiento de los componentes de los productos?*

Respuesta: El estudiante sabe que algunos productos contienen nitrógeno y fósforo, lo que indica una comprensión básica de los nutrientes esenciales para el suelo. Este conocimiento puede ser ampliado en clase a través de la enseñanza sobre la composición química de los fertilizantes y el balance de ecuaciones químicas para comprender cómo los nutrientes se descomponen en el suelo.

### **Reflexión sobre el Aprendizaje y la Enseñanza en el Contexto Agrícola**

*¿De qué manera los conocimientos adquiridos en el colegio han servido en las labores agrícolas?*

Respuesta: El estudiante menciona que lo que ha aprendido sobre el campo no necesariamente proviene del colegio, lo cual evidencia una desconexión entre el aprendizaje formal y las prácticas agrícolas familiares. Esto refuerza la necesidad de adaptar los contenidos curriculares a contextos reales y cercanos, como el manejo de fungicidas y fertilizantes.

*¿Qué áreas del conocimiento serían de más utilidad profundizar para optimizar los procesos agrícolas?*

Respuesta: El estudiante destaca la importancia de entender el impacto ambiental y económico de las prácticas agrícolas, lo que indica un interés en la sostenibilidad, un tema que puede ser abordado a través de la enseñanza de la química aplicada a la agricultura.

*¿Cómo afectan el uso de estas sustancias a la tierra de cultivos y qué consecuencias trae su uso indiscriminado?*

Respuesta: La respuesta indica una conciencia básica sobre los efectos negativos del uso de productos químicos, como el ablandamiento del suelo y los efectos nocivos de los "venenos" o plaguicidas. Aquí se puede profundizar en la toxicidad y biodegradabilidad de los compuestos químicos, permitiendo a los estudiantes tomar decisiones informadas sobre su uso.

Las respuestas de los estudiantes reflejan una conexión directa con la agricultura, pero también revelan la falta de integración entre los conocimientos escolares de química y las prácticas agrícolas. Este análisis refuerza la necesidad de:

- Contextualizar la enseñanza de la química, conectando los conceptos abstractos de estequiometría y reacciones químicas con los problemas reales que los estudiantes enfrentan en el campo.
- Fortalecer el pensamiento crítico mediante el análisis de las consecuencias del uso de fertilizantes y fungicidas en el suelo, lo que puede lograrse mediante el cálculo de dosis óptimas utilizando la estequiometría.
- Promover la sostenibilidad a través del uso consciente de productos químicos, vinculando el estudio de su composición química con su impacto en el medio ambiente.

La enseñanza de la química en las aulas ofrece una oportunidad invaluable para que los estudiantes comprendan conceptos científicos fundamentales y, al mismo tiempo, los apliquen a los problemas cotidianos que enfrentan en sus comunidades. En contextos rurales, donde la agricultura es la principal actividad económica y familiar, es crucial contextualizar la enseñanza de la química, conectando conceptos abstractos como la estequiometría y las reacciones químicas con los desafíos reales que los estudiantes viven en el campo (Jarquín et al., 2017).

En el ámbito agrícola, Eche (2017) señala que los estudiantes suelen estar familiarizados con el uso de productos químicos como fertilizantes, plaguicidas y fungicidas, pero

desconocen los principios científicos detrás de su aplicación. Al introducir la estequiometría —el estudio de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción química— en el contexto de su vida diaria, los estudiantes pueden entender mejor cómo calcular la cantidad exacta de fertilizante o fungicida necesario para optimizar los cultivos y reducir el impacto ambiental.

Por ejemplo, al aplicar estequiometría, los estudiantes podrían calcular las dosis óptimas de fertilizantes para mejorar el rendimiento del suelo sin sobrecargarlo de nutrientes que puedan filtrarse al agua subterránea, provocando contaminación. De este modo, Aguilar (2014) los conocimientos de química dejan de ser conceptos teóricos lejanos y se convierten en herramientas esenciales para resolver problemas tangibles en sus actividades cotidianas.

El análisis crítico de las consecuencias del uso indiscriminado de fertilizantes y fungicidas en el suelo es otra dimensión clave de la enseñanza de la química en contextos agrícolas. Autores como Miranda (2024), Castillo et al., (2024) y Giler y Sánchez (2024), argumentan que, a través de la estequiometría, los estudiantes pueden aprender a calcular las dosis óptimas que garanticen que las plantas reciban los nutrientes necesarios sin que los excesos afecten la fertilidad del suelo a largo plazo o contaminen los ecosistemas acuáticos cercanos.

Riascos (2022), manifiesta que fomentar el pensamiento crítico permite a los estudiantes cuestionar las prácticas agrícolas tradicionales que, en muchos casos, implican el uso excesivo de productos químicos sin considerar sus consecuencias a largo plazo. La enseñanza de conceptos como las reacciones químicas en el suelo y la biodegradabilidad de los compuestos brinda a los estudiantes la capacidad de tomar decisiones informadas sobre qué productos usar y en qué cantidades. Así, la química se convierte en una herramienta poderosa para desarrollar una visión más holística y sostenible de la agricultura.

Uno de los desafíos más urgentes en la agricultura actual es encontrar un equilibrio entre la productividad y la sostenibilidad. A través de la enseñanza de la química, es posible promover el uso consciente de productos químicos como fertilizantes y fungicidas. La educación científica puede ayudar a los estudiantes a comprender cómo la composición

química de estos productos afecta el medio ambiente y cómo su uso desmedido puede degradar los suelos, afectar la biodiversidad y contaminar los cuerpos de agua.

Estudiar la composición química de los fertilizantes y fungicidas permite a los estudiantes identificar los componentes que pueden tener efectos nocivos a largo plazo y explorar alternativas más ecológicas. Además, al aprender sobre las reacciones químicas que ocurren en el suelo, los estudiantes pueden contribuir a la creación de prácticas agrícolas más sostenibles, que reduzcan el uso de químicos y promuevan la fertilidad natural del suelo.

## 4.2 Análisis prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica se aplicó a 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E Alfonso Daza Aguirre. Esta prueba consta de 23 preguntas, tanto abiertas como cerradas, las cuales abordan los siguientes temas: proporciones y porcentajes, composición de la materia, conservación de la materia, formulación química y estequiometría. A continuación, se presentan los resultados con base al proceso evaluativo, para los que se dispuso de una rúbrica con una escala de 0, 1 y 2 según el nivel de apropiación de los conceptos, en los temas planteados en la prueba de reconocimiento.

**Tabla 4-1.** Rúbrica Prueba Diagnóstica.

<b>Categoría</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Valoración</b>
<b>Proporciones y porcentajes</b>	El estudiante no demuestra comprensión de los conceptos de proporción y porcentaje. Comete errores significativos en los cálculos y no puede aplicar estos conceptos a problemas básicos.	0
	El estudiante muestra una comprensión parcial de las proporciones y porcentajes, pero tiene dificultades para aplicarlos correctamente en todos los casos. Comete algunos errores en cálculos y en la interpretación de los resultados.	1

Categoría	Parámetros	Valoración
	El estudiante comprende y aplica correctamente los conceptos de proporción y porcentaje, realizando cálculos precisos y aplicándolos eficazmente en problemas tanto básicos como complejos.	2
<b>Composición de la materia</b>	El estudiante no logra identificar correctamente los componentes fundamentales de la materia (átomos, moléculas, elementos). Tiene dificultades para distinguir entre mezclas y compuestos.	0
	El estudiante muestra una comprensión limitada de la composición de la materia. Puede identificar algunos componentes, pero presenta dificultades para explicar la relación entre ellos o para clasificar adecuadamente sustancias.	1
	El estudiante comprende completamente la composición de la materia, identifica con precisión átomos, moléculas, elementos y compuestos, y puede clasificar sustancias con facilidad.	2
<b>Conservación de la materia</b>	El estudiante no entiende el principio de conservación de la materia. Comete errores importantes en problemas donde se requiere mantener la masa constante antes y después de una reacción.	0
	El estudiante tiene una comprensión básica del principio de conservación de la materia. Aunque puede resolver problemas simples, muestra dificultades cuando se enfrenta a situaciones más complejas.	1
	El estudiante demuestra una comprensión sólida del principio de conservación de la materia y lo aplica correctamente en una variedad de situaciones, incluyendo problemas complejos de reacciones químicas.	2

Categoría	Parámetros	Valoración
<b>Formulación química</b>	El estudiante no es capaz de escribir fórmulas químicas correctamente, cometiendo errores significativos en la interpretación de símbolos y compuestos.	0
	El estudiante puede formular compuestos químicos simples, pero tiene dificultades con compuestos más complejos. Comete errores en la notación de fórmulas.	1
	El estudiante formula compuestos químicos correctamente, tanto simples como complejos, y utiliza correctamente las reglas de la nomenclatura química.	2
<b>Ecuaciones químicas</b>	El estudiante no puede balancear ecuaciones químicas. Desconoce los principios básicos para ajustar la cantidad de reactivos y productos.	0
	El estudiante es capaz de balancear ecuaciones simples, pero comete errores en ecuaciones más complejas. A veces omite detalles clave en el balance de masas y átomos.	1
	El estudiante balancea correctamente ecuaciones químicas de todo tipo, mostrando un dominio completo de las leyes de conservación de la masa y las proporciones estequiométricas.	2
<b>Estequiometría</b>	El estudiante no comprende los conceptos básicos de estequiometría, como la relación molar entre reactivos y productos. Comete errores graves en cálculos estequiométricos.	0
	El estudiante tiene una comprensión parcial de los conceptos estequiométricos y puede realizar algunos cálculos básicos, pero presenta dificultades en problemas que involucran relaciones más complejas.	1
	El estudiante comprende completamente los principios estequiométricos y realiza con precisión cálculos que implican relaciones molares, masas y volúmenes en diversas reacciones químicas.	2

**Tabla 4-2.** Resultados Prueba Diagnóstica.

<b>Categoría</b>	<b>Valoración</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Proporciones y porcentajes</b>	0	3	16
	1	12	67
	2	3	16
<b>Composición de la materia</b>	0	2	11
	1	6	33
	2	10	56
<b>Conservación de la materia</b>	0	3	17
	1	7	39
	2	8	44
<b>Formulación química</b>	0	6	33
	1	11	61
	2	1	6
<b>Ecuaciones químicas</b>	0	4	22
	1	9	50
	2	5	28
<b>Estequiometría</b>	0	2	11
	1	12	67
	2	4	22

En los resultados anteriores se muestra el número de estudiantes que se ubicó en cada rango cualitativo, con base en la rúbrica la cual tenía una valoración de 0,1 y 2; es eligió este rango de valoración a fin de distinguir de manera más clara los niveles de los estudiantes. A continuación, se comparten las respuestas literales de los estudiantes en todas las categorías, con excepción de la primera categoría de proporciones y porcentajes donde se presenta la interpretación de las respuestas debido a las operaciones matemáticas. A cada estudiante se le asignó aleatoriamente un rótulo de estudiante(E) que van desde E1 hasta E18, del E1 al E8 son estudiantes del grado decimo y del E9 al E18 son estudiantes del grado undécimo.

**Tabla 4-3.** Respuestas estudiantes categoría: Proporciones y Porcentajes.

respuestas	Valoración	%
<p>E2. El estudiante no realiza operaciones matemáticas y las respuestas son incorrectas.</p> <p>E3. El estudiante no muestra operaciones y dejó dos preguntas sin contestar</p> <p>E18. El estudiante da respuesta únicamente a la primera pregunta de este ítem y responde erróneamente, “ son 12% de mujeres y 68% de hombres”</p>	0	16
<p>E1. El estudiante plantea reglas de tres de manera adecuada pero no las ejecuta de manera adecuada, aunque en 2 preguntas responde correctamente.</p> <p>E4. El estudiante plantea con lógica los procedimientos matemáticos, pero no los termina.</p> <p>E5. El estudiante responde de manera correcta 2 preguntas, pero plantea mal los procedimientos matemáticos.</p> <p>E6. El estudiante responde correctamente 2 preguntas y 2 de manera incorrecta, no muestra los procedimientos.</p> <p>E7. El estudiante ejecuta reglas de tres, pero no las expresa de manera correcta.</p> <p>E8. El estudiante responde de manera incorrecta, pero plantea procedimientos matemáticos correctos.</p> <p>E10. El estudiante ejecuta reglas de 3 de manera correcta, pero plantea de manera incorrecta la pregunta.</p> <p>E12. el estudiante responde 2 preguntas de manera correcta y falla en dos preguntas, no muestra los procedimientos que utiliza para llegar a los resultados.</p> <p>E13. El estudiante responde de manera incorrecta 3 de las 4 preguntas, pero plantea operaciones matemáticas lógicas.</p> <p>E14. El estudiante contesta de manera correcta 2 preguntas planteando reglas de tres, responde de manera incorrecta una pregunta planteando mal la regla de tres.</p>	1	67

E16. El estudiante narra el desarrollo lógico para dar respuesta a 2 preguntas, falla en las otras 2 preguntas. E17. El estudiante confunde los porcentajes y obtiene resultados erróneos en 2 preguntas.		
E9. El estudiante plantea reglas de tres y responde de manera correcta las 4 preguntas del ítem. E11. Estudiante narra procesos lógicos matemáticos diferentes a la regla de tres para llegar a las respuestas correctas. E15. El estudiante plantea factores de conversión para responder las 4 preguntas, respondiendo de manera correcta.	2	17

**Tabla 4-4.** Respuestas estudiantes categoría: Composición de la Materia.

<b>respuestas</b>	<b>Valoración</b>	<b>%</b>
E6. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es aquello que se puede tocar” responde en la pregunta 7, segunda de este ítem, confunde las mezclas homogéneas y heterogéneas. E12. El estudiante responde en pregunta 6, primera de este ítem: “materia es todo lo que se puede pesar” En las demás preguntas del ítem: demuestra no tener claro la clasificación de la materia.	0	11
E2. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es todo lo que nos rodea que ocupa un lugar en espacio” En las demás preguntas del ítem: muestra algunos errores en la clasificación de la materia. E3. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo aquello que tiene masa” En las demás preguntas del ítem: tiene errores en la clasificación de la materia. E10. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “materia es todo lo que nos rodea” En las demás preguntas del ítem: demuestra no tener claro los métodos de separación de mezclas	1	33

<p>E13. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo lo que ocupa un lugar en espacio y tiene masa” En las demás preguntas del ítem: tiene algunos errores en la clasificación de las mezclas.</p> <p>E17. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es todo aquello que nos rodea y ocupa un lugar en espacio” En las demás preguntas del ítem: muestra errores en la clasificación de la materia</p> <p>E18. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el universo” En las demás preguntas del ítem: demuestra errores en la clasificación de la materia.</p>		
<p>E1. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “materia es todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa” En las demás preguntas del ítem: demuestra conocer la clasificación de la materia.</p> <p>E4. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio” En las demás preguntas del ítem: demuestra conocer la clasificación de la materia y los métodos de separación de mezclas.</p> <p>E5. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es todo lo que nos rodea con masa y volumen” En las demás preguntas del ítem: demuestra comprender la clasificación de la materia.</p> <p>E7. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “materia es todo lo que nos rodea que cuenta con masa” En las demás preguntas del ítem: reconoce la clasificación de la materia.</p> <p>E8. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es aquello que tiene masa y volumen en el universo” En las demás preguntas del ítem: demuestra comprender la clasificación de la materia”</p>	2	56

<p>E9. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo aquello que tiene volumen y masa”</p> <p>En las demás preguntas del ítem: demuestra comprender la clasificación de la materia y sus métodos de separación”</p> <p>E14. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo lo que nos rodea en el universo que tiene masa”</p> <p>En las demás preguntas del ítem: demuestra comprender la clasificación de la materia.</p> <p>E15. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “es aquello que tiene masa y volumen en el universo”</p> <p>En las demás preguntas del ítem: explica de manera acertada la clasificación de la materia y los métodos de separación de mezclas”</p> <p>E16. El estudiante responde en la pregunta 6, primera de este ítem: “la materia es todo lo que ocupa un lugar en el espacio y cuenta con masa”</p> <p>En las demás preguntas del ítem: demuestra conocer la clasificación de la materia y los métodos de separación de mezclas.</p>		
---	--	--

**Tabla 4-5.** respuestas estudiantes categoría: Conservación de la Materia.

respuestas	Valoración	%
<p>E6. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “desaparece pues se quemó”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas al quemarse desaparecen”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “si cambia por q se disuelve el azúcar”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra no comprender la ley de la conservación de la materia”</p> <p>E12. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “una parte se convierte en humo”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas se convirtieron humo”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “el azúcar se enlaza con el agua”</p> <p>El estudiante no comprende la ley de la conservación de la materia.</p>	0	17

<p>E15. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “las moléculas se esparsen en el aire y otras se quedan en la ceniza”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas se convierten por eso pesa menos”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “el azúcar se junta con el agua y ya no se ve por eso sabe dulce”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra no comprender la ley de la conservación de la materia.</p>		
<p>E3. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “las moléculas se transforman, pero la masa al final si se pesa es la misma”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas de la madera se transforman por acción del fuego, por eso sale humo”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “la cantidad de agua y azúcar es la misma”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra conocer la ley de la conservación de materia, aunque no la explica en su totalidad”</p> <p>E4. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la masa es la misma solo que es ceniza como negrita y humo”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “al quemarse se forman otras sustancias, como la ceniza y el humo”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “el agua y el azúcar siguen igual”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra conocer la ley de la conservación de materia, pero muestra fallas en la interpretación a nivel molecular”</p> <p>E7. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la materia ya es ceniza y carbon por que se quemó”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas cambiaron y por eso cambian de propiedades”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “igual que al principio solo que ya se disolvió el azúcar”</p> <p>El estudiante en este ítem comprende la ley de la conservación de la materia, muestra algunos errores conceptuales”</p>	1	39

<p>E10. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera se va quemando y produce humo que sale de hay mismo por eso al final pesa menos”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “hay reacciones cuando se queman y por eso se ve diferente al final”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “no es posible q cambie si se pesa da pesar lo mismo”</p> <p>El estudiante en este ítem reconoce la ley de a conservación de la materia, muestra dificultades para explicarla.</p> <p>E13. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “las moléculas se transforman, pero la masa al final si se pesa es la misma”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas de la madera se transforman por acción del fuego, por eso sale humo”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “la cantidad de agua y azúcar es la misma”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra conocer la ley de la conservación de materia, aunque no la explica en su totalidad”</p> <p>E14. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la masa faltante es humo que salio de la quema”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “son humo de la madera por eso queda negra”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “no cambia si se pesa va ser igual”</p> <p>El estudiante en este ítem demuestra conocer la ley de la conservación de la materia, a nivel molecular tiene errores conceptuales”</p> <p>E18. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la masa q falta es porque está en el aire las moléculas que se desprendieron”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas de la madera están en el aire despues de quemarse”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “es igual, que cuando tiene el azúcar a parte”</p>		
---	--	--

<p>El estudiante en este ítem reconoce la ley de la conservación de la materia, demuestra no tener claro lo que sucede a nivel molecular cuando se pone a prueba la ley.</p>		
<p>E1. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera se transformó en otras sustancias, la materia como tal no se destruye”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas cambian y se convierten en otras”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “la cantidad de materia no cambia”</p> <p>El estudiante comprende la conservación de la materia a nivel macro y micro.</p> <p>E2. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera simplemente se transforma, no se destruye”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas se transformaron”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “sigue igual”</p> <p>El estudiante demuestra entender la ley de la conservación de la materia.</p> <p>E5. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la masa que falta es la que se convirtió en gaseosa y no está ahí”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “cambian las moléculas reaccionan y se transforman”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “es la misma solo se mezclaron”</p> <p>El estudiante entiende la ley de la conservación de la materia.</p> <p>E8. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera se convierte en varias sustancias, no se destruye”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “hay reacciones químicas por eso la madera se transforma”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “sigue igual”</p> <p>El estudiante comprende el concepto de conservación de la materia.</p> <p>E9. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera al quemarse se convierte en otras sustancias”</p>	2	44

<p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas se convirtieron en otras”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “es igual”</p> <p>El estudiante entiende la ley de la conservación de la materia.</p> <p>E11. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “lo que falta se convirtió en otras moléculas pero al final no se destrulló nada”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “se transformaron en otras moléculas”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “la materia es la misma porque si la pesamos va dar igual que cuando estaban sin mezclarse”</p> <p>El estudiante comprende los conceptos de la conservación de la materia.</p> <p>E16. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera al quemarse se convierte en otras sustancias diferentes”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas son transformadas en otras con otras propiedades, que están en el humo y en el carbón q queda al final”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “la materia no cambia ahí quedan en el mismo lugar solo se han mezclado”</p> <p>El estudiante demuestra comprender los principios de la ley de conservación de la materia.</p> <p>E17. El estudiante responde en la pregunta 11, primera de este ítem: “la madera cambio por eso se convierte en humo y ceniza pero no se destruyo”</p> <p>En la pregunta 12 responde: “las moléculas de la madera ya se convierten en otras por eso cambian de apariencia la madera”</p> <p>En la última pregunta de este ítem responde: “sigue siendo la misma”</p> <p>El estudiante muestra comprender los conceptos de conservación de la materia.</p>		
--	--	--

**Tabla 4-6.** Respuestas estudiantes categoría: Formulación Química.

respuestas	Valoración	%
E2. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “que tiene 1 átomo de carbono”	0	33

<p>En la pregunta 15 responde: “es la A porque es el peso de la tabla periódica”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “el 3 son las moléculas y los 2 son los atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la A por que es el agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los primeros reactivos y q están de últimos los productos”</p> <p>El estudiante no comprende el concepto de mol ni reconoce los coeficientes en un molecula.</p> <p>E3. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “que tiene una mol de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la A pues ese es el peso”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “son los atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la A asi es el agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los de antes de las flechas son reactivos y los otros reactivos”</p> <p>El estudiante no comprende el concepto de mol, no sabe formular un compuesto químico.</p> <p>E9. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “quiere decir q tiene un mol de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la B por que eso pesa el oxigeno”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “son numeros que dicen cuantos atomos son”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la B por que son moleculas”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “N<sub>2</sub> es reactivo y el H<sub>2</sub> es el producto”</p> <p>El estudiante no comprende el concepto de mol, no reconoce los coeficientes en una formula química.</p> <p>E13. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “seria una molecula de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la A es el peso de la tabla”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “son el numero de carbono y de hidrogeno”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la A porque es el agua”</p>		
---	--	--

<p>En la pregunta 18 responde: “los primeros son reactivos y los últimos son productos”</p> <p>El estudiante no entiende el concepto de mol, tampoco reconoce los componentes de una formula química.</p> <p>E14. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “seria un atomo”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “A por que el oxigeno pesa 15.999”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “esos números indican los atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la A por que es una molecula de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los de adelante son los ractivos y los últimos los productos”</p> <p>El estudiante no demuestra comprender el concepto de mol, tampoco reconoce los coeficientes.</p> <p>E17. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “seria un cabono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la A según lo que dice la tabla”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “el 3 cabonos el 2 serian 2 de NH”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la A que es el agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “serian reactivos los de antes de las flechitas y los de ultimos son los productos”</p> <p>El estudiante no entiende el concepto de mol ni como se formulan los compuestos químicos.</p>		
<p>E1. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “seria igual a <math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D Seria lo que pesan todos los atomos del oxigeno”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “corresponde a los atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los que están de primero serian los reactivos y los segundos los productos”</p> <p>El estudiante comprende el concepto de mol, tiene dificultades para realizar formulas químicas.</p>	1	61

<p>E4. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “son <math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la C es el peso de la tabla”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “serian el numero de moleculas”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> moleculas”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “reactivos los que van de primero y productos los del final”</p> <p>El estudiante entiende el concepto de mol, demuestra dificultades para comprender las formulas químicas.</p> <p>E5. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “<math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D son los atomos de oxigeno”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “serian 3 moleculas de <math>\text{CO}(\text{NH}_2)_2</math>”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> moleculas”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “según la formula los de la izquierda serian los reactivos los de la derecha serian los productos”</p> <p>El demuestra comprender el concepto de mol, pero falla en la formulación química.</p> <p>E6. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “de carbono son <math>6.02 \times 10^{23}</math>”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la C es lo que aparece en la tabla”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “números que indican los atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “unos son reactivos los del final son productos”</p> <p>El estudiante demuestra entender el concepto de mol, tiene fallas para reconocer los componentes de las formulas químicas.</p> <p>E7. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “<math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D los gramos de oxigeno”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “serian 3 moleculas de la sustancia”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de <math>\text{H}_2\text{O}</math>”</p>		
---	--	--

<p>En la pregunta 18 responde: “los de la izquierda son reactivos y los de la derecha son reactivos”</p> <p>El estudiante entiende le concepto de mol, tiene dificultades para identificar los coeficientes en las formulas.</p> <p>E8. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “<math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos de C”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la C en la tabla dice gramos por mol”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “eso números muestran el numero de moleculas”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C que seria el agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “primero reactivos y los finales tiene que serlos productos”</p> <p>El estudiante comprende el concepto de mol, tiene dificultades para realizar formulas químicas.</p> <p>E10. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “según lo que entiendo son <math>6.022 \times 10^{23}</math> unidades de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D por que son todos los atomos de oxigeno”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “hay 3 carbonos y 2 NH ”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de <math>H_2O</math>”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “reactivos izquierda derecha quen los productos”</p> <p>El estudiante demuestra entender parcialmente el concepto de mol y muestra fallas para identificar las formulas químicas.</p> <p>E12. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “equivale a <math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la C 15.99 gramos pesa la mol”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “ serian 3 moleculas y 2 atomos de hidrogeno”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> moleculas de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “tomando las flechas como un igual los reactivos son los de la izquierda y los productos los de la derecha”</p>		
---	--	--

<p>El estudiante entiende de manera parcial el concepto de mol, demuestra tener falencias en formulación.</p> <p>E15. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “<math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos o unidades de carbono”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D por que sipesamos todos los atomos pesan eso”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “3 molecualas, 2 atomos H y 2 de NH”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “es la B 12 moleculas de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “yo se los que están de ultimo son los productos por ende los primeros son los reactivos”</p> <p>El estudiante demuestra confusión en los conceptos de mol y formulación.</p> <p>E16. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “serian igual a <math>6.022 \times 10^{23}</math> atomos”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la D es la mas lógica por lo que dice la tabla”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “numero de moleculas y atomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de agua”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los de la izquierda son reactivos y los de la derecha son productos”</p> <p>El estudiante demuestra confusión en la formulación, además de no comprender totalmente el concepto de mol.</p> <p>E18. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “ <math>6.022 \times 10^{23}</math> carbonos totales”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “es la C asi aparece en la tabla periodica”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “serian las moleculas”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de agua ”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “los que están de primero son los reactivos y los segundos los productos”</p> <p>El estudiante entiende el concepto de mol, tiene dificultades para realizar formulas químicas.</p>		
---	--	--

<p>E2. El estudiante responde en la pregunta 14, primera de este ítem: “quiere decir que una mol de oxígeno tiene <math>6.022 \times 10^{23}</math> átomos”</p> <p>En la pregunta 15 responde: “la correcta es la D por que una mol de átomos de oxígeno tienen una masa de 15.999”</p> <p>En la pregunta 16 responde: “3 indica número de toda la molécula los subíndices indican número de átomos”</p> <p>En la pregunta 17 responde: “correcta la C son <math>6.022 \times 10^{23}</math> de <math>H_2O</math>”</p> <p>En la pregunta 18 responde: “como tienen ambas flechitas cuando va hacia la derecha los últimos serían los productos, y cuando va hacia la izquierda ya esos cambiarían y los primeros serían los productos”</p> <p>El estudiante comprende el concepto de mol, y demuestra saber formular compuestos químicos.</p>	2	6
---	---	---

**Tabla 4-7.** Respuestas estudiantes categoría: Ecuaciones Químicas.

respuestas	Valoración	%
<p>E9. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si cumple por que se con oxígeno y hidrógeno se forma el agua”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar dos bolitas a de la derecha para la izquierda”</p> <p>El estudiante no demuestra comprender los conceptos básicos de las ecuaciones químicas.</p> <p>E12. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si por que se logra formar el <math>H_2O</math>”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar una bolita azul de hacia la izquierda”</p> <p>El estudiante no comprende los conceptos básicos de las ecuaciones químicas.</p> <p>E13. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si se cumple la ley porque se observan los mismos ingredientes”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar dos bolas de lugar”</p> <p>El estudiante no demuestra comprender los conceptos básicos de las ecuaciones químicas.</p>	0	22

<p>E16. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no se sabe porque no muestran los gramos”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar las bolas de la derecha para la izquierda”</p> <p>El estudiante demuestra no entender los conceptos básicos de las ecuaciones químicas.</p>		
<p>E2. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si por que no siguen los mismos elementos”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar una bola azul del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante entiende parte de los conceptos necesarios para comprender las ecuaciones químicas.</p> <p>E3. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no la cumple por que faltaría no hay igual numero de elementos en los lados”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “organizar igual numero de bolitas a cada lado”</p> <p>El estudiante no entiende en su totalidad los conceptos necesarios para entender las ecuaciones químicas.</p> <p>E6. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no la cumple, por que faltan elementos”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar una bolita azul del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante demuestra reconocer algunos elementos de los conceptos relacionados con las ecuaciones químicas.</p> <p>E7. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “se podría decir que si por que están los mismos elementos en la reacción que nos dan”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “solo es cambiar una bolita del lado derecho al lado izquierdo”</p> <p>El estudiante demuestra reconocer parte de los conceptos de ecuaciones químicas.</p>	1	50

<p>E8. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no la cumple queda incompleta”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “se podría quitar dos bolas del lado derecho y ya quedan 3 y 3”</p> <p>El estudiante entiende parte de los conceptos necesarios para comprender las ecuaciones químicas.</p> <p>E11. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si se cumple, si se junta hidrogeno y oxigeno se forma agua”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “seria cambiar una bola de la derecha para la izquierda”</p> <p>El estudiante entiende de manera parcial las ideas necesarias para comprender las ecuaciones químicas.</p> <p>E14. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “creo que no se cumpliría por q no dan los mismos elementos”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “dejar igual numero de bolas en los dos lados”</p> <p>El estudiante entiende parte de los conceptos necesarios para comprender las ecuaciones químicas.</p> <p>E17. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no se cumple”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “yo cambiaria una bolita del lado derecho para el otro lado”</p> <p>El estudiante entiende parte de los conceptos necesarios para comprender las ecuaciones químicas.</p> <p>E18. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “si, porque quedan los mismos atamos”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar una bola del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante entiende algunas ideas necesarias para entender las ecuaciones químicas.</p>		
<p>E1. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no se cumple por que falta un oxigeno”</p>	2	28

<p>En la pregunta 20 responde: “cambiaría una bola del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante demuestra entender las ecuaciones químicas.</p> <p>E4. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “para que se cumpla debería haber igual número de átomos en ambos lados”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “mover una bola del lado derecho para el otro lado y ya”</p> <p>El estudiante entiende las ideas necesarias para entender las ecuaciones químicas.</p> <p>E5. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no se cumple pues la ecuación no está balanceada”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “cambiar una bola del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante entiende conceptos relacionados con las ecuaciones químicas.</p> <p>E10. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no la cumple tendría que tener los mismos átomos para que se cumpla”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “yo cambiaría una bola del lado derecho para el lado izquierdo”</p> <p>El estudiante entiende conceptos relacionados con ecuaciones químicas.</p> <p>E15. El estudiante responde en la pregunta 19, primera de este ítem: “no se cumpliría para cumplirla se debe balancear la ecuación, colocando un 2 en el hidrógeno y un 2 en el agua estaría balanceada”</p> <p>En la pregunta 20 responde: “pasar de lado una bola del lado derecho y tienen que pasar lo mismo”</p> <p>El estudiante comprende los conceptos relacionados con ecuaciones químicas.</p>		
---	--	--

**Tabla 4-8.** Respuestas estudiantes categoría: Estequiometría.

respuestas	Valoración	%
------------	------------	---

<p>E11. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan los computadores y ahí realizan los calculos”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “las reacciones las limitan según las sustancias”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer 2 hamburguesas”</p> <p>El estudiante demuestra dificultades para entender ideas relacionados con la estequiometría.</p> <p>E14. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan instrumentos como pesas, también gramaras y metros”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “no se como se limitan”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “2 hamburguesas por que falta una carne”</p> <p>El estudiante demuestra que no comprende ideas relacionadas con la estequiometría.</p>	0	11
<p>E2. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “realizan operaciones matemáticas utilizan formulas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “se limitan dependido de como se realizan”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se podrían hacer 2 hamburguesas con los ingredientes que hay”</p> <p>El estudiante demuestra entender algunas ideas necesarias para comprender la estequiometría.</p> <p>E4. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “utilizan ecuaciones científicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “se pueden limitar según las condiciones”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer 2 solamente”</p> <p>El estudiante demuestra comprender parcialmente ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E6. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “ellos utilizan ecuaciones y fomulas matematicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “se limitan con el tiempo”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer 2 hamburguesas”</p>	1	67

<p>El estudiante demuestra entender ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E7. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “ellos realizan operaciones matematicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “ellas aveces se limitan porq no reaccionan”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “2 hamburguesas en total porque hay solo dos carnes”</p> <p>El estudiante demuestra dificultades para entender ideas relacionados con la estequiometría.</p> <p>E8. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “ellos utilizan ecuaciones matematicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “pueden ser limitadas por la temperatura”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “2 hamburguesas, como solo hay 2 carnes”</p> <p>El estudiante entiende algunas ideas relacionadas con estequiometría.</p> <p>E9. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos realizan calculos con formulas para ser mas exactos y no equivocarse”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “yo creo que se limitan por que se agotan”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “podría preparar dos completas”</p> <p>El estudiante demuestra entender algunos conceptos estequiometricos.</p> <p>E12. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos realizan los calculos con ecuaciones matematicas, físicas y quimicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “deben de limitarse con el tiempo”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se podrían preparar 2 hamburguesas”</p> <p>El estudiante demuestra reconocer ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E13. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan los computadores y ahí realizan los calculos”</p>		
---	--	--

<p>En la pregunta 22 responde: “ellos utilizan calculo y algebra para realizar las operaciones”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “como hay 2 carnes y 6 panes se podrán preparar 2 hamburguesas completas”</p> <p>El estudiante entiende de manera parcial ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E15. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “puede ser que ellos utilicen programas en el computador para hacer los calculos y que les de bien”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “yo digo que se limitan por los gramos que hay”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “ 2 hamburguesas por que faltan carnes”</p> <p>El estudiante entiende algunas ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E16. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan las matematicas avanzadas para realizar los calculos”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “se pueden limitar por varios factores como la energia si falta puede que se acabe la reacción”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer 2 hamburguesas”</p> <p>El estudiante entiende algunas ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E17. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “con ecuaciones y formulas quimicas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “se limitan por la cantidad de materia”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer 2 hamburguesas por que no alcanzan para más con las carnes que hay”</p> <p>El estudiante demuestra conocer ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E18. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan formulas y ecuaciones para realizar sus calculos”</p>		
--	--	--

<p>En la pregunta 22 responde: “se limitan por la cantidad de las sustancias de la reacción”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “2 hamburguesas se prepararían, sobrarían dos panes”</p> <p>El estudiante entiende algunas ideas necesarias para comprender los conceptos estequiométricos.</p>		
<p>E1. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos utilizan operaciones y ecuaciones matemáticas”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “las reacciones químicas se limitan por la cantidad de sustancia que haya”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden preparar 2 hamburguesas por que solo hay dos carnes y sobrarían 2 panes”</p> <p>El estudiante demuestra entender ideas relacionadas con la estequiometría.</p> <p>E3. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “pueden utilizar el cálculo, el álgebra y la trigonometría para hacer ecuaciones y calcular los valores en sus investigaciones”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “yo creo que las reacciones son imitadas por las cantidades de las sustancias”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “2 hamburguesas completas se pueden hacer con los ingredientes hay”</p> <p>El estudiante demuestra relacionar ideas necesarias para entender la estequiometría.</p> <p>E5. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “los científicos la matemática y la utilizan en la química, la física y todas las ciencias”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “yo creo que se limitan por las condiciones, como tiempo temperatura, gramos de los elementos de la reacción”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden hacer dos hamburguesas por la cantidad de carnes que hay”</p> <p>El estudiante demuestra entender ideas necesarias para comprender la estequiometría.</p>	2	22

<p>E10. El estudiante responde en la pregunta 21, primera de este ítem: “ellos usan la matemáticas para hacer ecuaciones y usarlas en todos sus experimentos para dar resultados exactos”</p> <p>En la pregunta 22 responde: “las reacciones se limitan por la cantidad de sustancia que hay en la reacción, como cuando uno prende fuego se acaba cuando se termina el papel o la madera que se prende”</p> <p>En la pregunta 23 responde: “se pueden preparar 2 hamburguesas completas sobrando 2 panes”</p> <p>El estudiante demuestra entender ideas relacionadas con la estequiometría.</p>		
--	--	--

Con base en la información anterior, se puede identificar que el 44% de los estudiantes tienen una comprensión básica o media del principio de conservación de la materia. Aunque pueden resolver problemas simples, muestran dificultades cuando se enfrentan a situaciones más complejas. En este sentido, Raviolo y Lerzo (2016) manifiestan que es indispensable que los estudiantes comprendan la manera como la materia interactúa con el entorno de modo que pueda realizar procesos más complejos dentro del proceso formativo.

Para el caso de la formulación química, el 94% de los estudiantes no puede formular compuestos químicos simples y presentan mayor dificultad con compuestos más complejos. Lo anterior, considerando que 17 de los estudiantes dieron respuestas que se ubicaron en los ítems 0 y 1. Por otro lado, se evidencia que cometen errores en la notación de fórmulas y la escritura de ecuaciones químicas. En cuanto al proceso de estequiometría, el 78% de los estudiantes no comprende los conceptos básicos de estequiometría, como la relación molar entre reactivos y productos. Además, presentan errores graves en cálculos estequiométricos, reactivo límite y reactivo en exceso.

En concordancia con lo anterior, Garritz (2011) destaca que el aprendizaje de la estequiometría requiere una sólida base conceptual en química y además debe complementarse con el desarrollo de habilidades en otras áreas del conocimiento, tales como las matemáticas, la comprensión lectora y la argumentación. En la misma línea,

Martínez y De Longhi (2013) enfatizan la importancia de integrar estos aspectos para fortalecer la capacidad de los estudiantes en la resolución de problemas y la interpretación de fenómenos químicos.

En lo que respecta a las proporciones y porcentaje, el 83% de los estudiantes no comprende ni aplica correctamente estos conceptos, dado que no realizan cálculos precisos y no los utilizan para resolver problemas tanto básicos como complejos. Para el caso de la composición de la materia, el 56% de los estudiantes comprende completamente la composición de la materia, identifica con precisión átomos, moléculas, elementos y compuestos, y puede clasificar sustancias con facilidad. Por último, el 28% de los estudiantes balancea correctamente ecuaciones químicas de todo tipo, mostrando un dominio completo de las leyes de conservación de la masa y las proporciones estequiométricas. No obstante, el 72% restante no muestra claridad en el proceso de balanceo por tanteo, coeficientes estequiométricos y relación entre cantidades.

En concordancia con lo anterior, Rondón (2022) establece la necesidad de fortalecer y promover competencias y habilidades como la argumentación, la toma de decisiones y aspectos relacionados con la lectoescritura. Estas competencias son fundamentales para que los estudiantes puedan dar respuesta a planteamientos o situaciones problemáticas a partir del reconocimiento del contexto y tener la capacidad de resolver cálculos matemáticos en relación con los procesos químicos.

Como se puede observar los estudiantes presentan dificultades en temas como la conservación de la materia, las fórmulas químicas y la estequiometría, siendo estos los que presentan mayor dificultad en relación con las preguntas propuestas. En ese sentido, se logra reconocer que los estudiantes presentan dificultades relacionadas con la articulación entre los conceptos de química y su relación con otras áreas del conocimiento como las matemáticas.

### **4.3 Análisis de resultados prueba final y comparación con la prueba diagnóstica**

Una vez realizado el acompañamiento pedagógico de los estudiantes a través de la implementación de la unidad didáctica, se aplicó de la prueba final (Anexo E). En esta prueba se aplica la misma rúbrica de la prueba diagnóstica (Tabla 4-1), adicionando en el apartado de estequiometría tres preguntas con situaciones problemáticas. Las demás categorías propuestas en la prueba final fueron los mismos: composición de la materia, proporción y porcentajes, conservación de la materia, formulación química, ecuaciones químicas.

**Tabla 4-9.** Resultados Prueba Final.

	<b>Valoración</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Proporción y porcentajes</b>	<b>0</b>	1	6
	<b>1</b>	11	61
	<b>2</b>	6	33
<b>Composición de la materia</b>	<b>0</b>	1	6
	<b>1</b>	7	39
	<b>2</b>	10	56
<b>Conservación de la materia</b>	<b>0</b>	2	11
	<b>1</b>	7	39
	<b>2</b>	9	50
<b>Formulación Química</b>	<b>0</b>	4	22
	<b>1</b>	11	61
	<b>2</b>	3	17
<b>Ecuaciones químicas</b>	<b>0</b>	3	17
	<b>1</b>	9	50
	<b>2</b>	6	33
<b>estequiometría</b>	<b>0</b>	1	6
	<b>1</b>	10	56
	<b>2</b>	7	39

Como se puede observar en la anterior tabla, el tema de formulación química y de ecuaciones fueron los que presentaron mayor cantidad de estudiantes en una valoración de 0 obteniendo el 22% y el 17%, respectivamente. Es importante reconocer que la implementación de la unidad didáctica se llevó a cabo con los estudiantes de grado décimo y undécimo con el objetivo de profundizar en los conceptos que vienen trabajando

relacionados con la composición de la materia y la aplicación en procesos estequiométricos.

Por otro lado, es importante resaltar que una de las dificultades que presentó mayor frecuencia cuando se estaban abordando los temas sobre cálculos estequiométricos, fueron los procesos matemáticos. En este aspecto se identificaron falencias en la comprensión de los factores de conversión, relación entre unidades y procesos algebraicos. Esto conllevó a generar estrategias durante la enseñanza de la estequiometría, favoreciendo el proceso de enseñanza y aprendizaje de dicho tema y de esta manera abordarlo desde las situaciones problemáticas.

A continuación, se presenta la comparación entre la prueba diagnóstica y la prueba final. Allí se aplicaron pruebas estadísticas tanto descriptivas como inferenciales, con el fin de determinar que los estudiantes lograron avanzar de un nivel cero a niveles superiores en algunos de los temas abordados en la evaluación. Estos temas fueron trabajados por medio de la unidad didáctica y el uso las situaciones problema relacionadas con su cotidianidad. Esto solo se puede conseguir acudiendo a pruebas estadísticas, dado que los porcentajes, por sí solos, pueden llevar a conclusiones que se alejan de la realidad.

**Tabla 4-10.** Comparativo Prueba Diagnóstica y Prueba final.

	Valoración	Prueba diagnóstica		Prueba final	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<b>Proporción y porcentajes</b>	<b>0</b>	3	17	1	6
	<b>1</b>	12	67	11	61
	<b>2</b>	3	17	6	33
<b>Composición de la materia</b>	<b>0</b>	2	11	1	6
	<b>1</b>	6	33	7	39
	<b>2</b>	10	56	10	56
<b>Conservación de la materia</b>	<b>0</b>	3	17	2	11
	<b>1</b>	7	39	7	39
	<b>2</b>	8	44	9	50

<b>Formulación Química</b>	<b>0</b>	6	33	4	22
	<b>1</b>	11	61	11	61
	<b>2</b>	1	6	3	17
<b>Ecuaciones químicas</b>	<b>0</b>	4	22	3	17
	<b>1</b>	9	50	9	50
	<b>2</b>	5	28	6	33
<b>Estequiometría</b>	<b>0</b>	2	11	1	6
	<b>1</b>	12	67	10	56
	<b>2</b>	4	22	7	39

Con el propósito de realizar un adecuado análisis estadístico, lo primero que se debe tener en cuenta es verificar si las variables de estudio cumplen con el supuesto de normalidad, es decir, comprobar si los datos tienen distribución normal, esto con el fin de poder inferir que tipo de prueba se debe utilizar para determinar si existen diferencias significativas entre los resultados de la prueba diagnóstica y la prueba final para cada una de las categorías. Cuando se aplican las pruebas de normalidad, ya sea la prueba de Kolmogorov-Smirnov o la de Shapiro-Wilk es preciso conocer el tamaño de la muestra, ya que, este parámetro es el que indica cual de las dos pruebas de normalidad se debe tomar como referencia y así trabajar con el valor p apropiado. Dado que el número de datos es menor que 50 ( $18 < 50$ ), es necesario tomar como referencia el nivel de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk, el cual para todas las categorías que se estudiaron (proporciones y porcentajes, composición de la materia, conservación de la materia, formulación química, ecuaciones químicas y estequiometría) el nivel de significancia obtenido fue menor que 0,05 como se puede apreciar en la tablas 4-13, 4-16, 4-19, 4-22, 4-25 y 4-28 del Anexo F, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo que indica que las variables de estudio no tienen distribución normal, lo cual señala que se debe aplicar una prueba no paramétrica que para este caso en particular debido a las características del estudio se debe escoger la prueba de Wilcoxon.

#### **4.3.1 Determinación de diferencias significativas entre los resultados de las valoraciones**

Según los resultados obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk, se puede concluir que las 6 variables de estudio no tienen distribución normal. Ahora bien, con el fin de constatar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y en la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre, debemos aplicar una prueba no paramétrica. Dado que las muestras están relacionadas y no cumplen con el supuesto de normalidad, se optó por la prueba de Wilcoxon, la cual permite comparar los datos de manera adecuada en este contexto.

Luego de aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon, se hace el siguiente planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): Sí existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Como podemos observar en la tabla 4-30 del Anexo F solo existen dos niveles de significancia asintótica bilateral que sean menores que 0,05 (los cuales están resaltados). Esto indica que para esos dos casos en específico se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En consecuencia, para las variables de "Diferencia Formulación Química" y de "Diferencia estequiometría" si se evidencia que existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final. Con respecto a los niveles de significancia asintótica bilateral que se pueden observar en la tabla que son mayores que 0,05 (los cuales están no están resaltados), es correcto afirmar que para esos casos se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna. Esto indica que para las variables de "Diferencia Proporciones y Porcentajes", "Diferencia Composición de la Materia", "Diferencia Conservación de la Materia" y "Diferencia Ecuaciones Químicas" no existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final.

#### 4.4 Análisis de resultados del pretest de habilidades del pensamiento crítico

En primera instancia, se aplicó con los estudiantes el test (Anexo B) tomado del artículo titulado “Habilidades de pensamiento crítico en alumnos ingresantes a la UBA que cursan la asignatura psicología” (Curone,2011). Esta prueba mide 3 habilidades básicas del pensamiento crítico como son la lectura, la escritura y la expresión oral. Además, consta de 30 preguntas distribuidas en cada una de las habilidades básicas y se valora en una escala de Likert que va desde 1 a 5 donde, (1) es total desacuerdo, (2) desacuerdo, (3) a veces, (4) acuerdo y (5) total acuerdo. En ese sentido, se abordan 3 categorías principales de indagación que son escritura, lectura y expresión oral. El test se aplicó a los 18 estudiantes de la institución educativa, con el propósito de identificar aquellas habilidades del pensamiento crítico que predominan o se encuentran en mayor presencia en los grados décimo y undécimo de la I.E Alfonso Daza Aguirre. La tabla 4-30, presenta las diferentes respuestas que proporcionaron los estudiantes al test (Anexo B).

**Tabla 4-11.** Resultados test habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.

<b>Categoría</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Total desacuerdo 1</b>	<b>Desacuerdo 2</b>	<b>A veces de acuerdo 3</b>	<b>De acuerdo 4</b>	<b>Muy de acuerdo 5</b>	<b>Total</b>
<b>Lectura</b>	1	3	12	1	1	1	18
	2	2	3	10	3	0	18
	3	4	4	8	1	1	18
	4	2	2	8	6	0	18
	5	5	6	5	2	0	18
	6	8	5	4	1	0	18
	7	5	3	6	3	1	18
	8	6	6	4	2	0	18
	9	6	5	4	3	0	18
	10	8	6	2	2	0	18
	11	3	4	7	4	0	18
	12	7	5	4	2	0	18

<b>Categoría</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Total desacuerdo 1</b>	<b>Desacuerdo 2</b>	<b>A veces de acuerdo 3</b>	<b>De acuerdo 4</b>	<b>Muy de acuerdo 5</b>	<b>Total</b>
	13	9	5	2	2	0	18
	14	10	5	3	0	0	18
	15	8	7	2	1	0	18
	16	7	7	2	2	0	18
<b>Escritura</b>	17	9	5	2	2	0	18
	18	8	5	3	1	1	18
	19	10	4	2	2	0	18
	20	11	4	3	0	0	18
	21	6	3	2	6	1	18
	22	7	5	2	4	0	18
	23	6	6	4	2	0	18
<b>Expresión oral</b>	24	8	6	2	2	0	18
	25	4	3	3	6	2	18
	26	6	5	4	3	0	18
	27	8	2	5	2	1	18
	28	6	3	5	3	1	18
	29	3	5	4	5	1	18
	30	8	6	2	2	0	18

En concordancia con los resultados anteriores, se puede identificar que un gran porcentaje de estudiantes reconocen que, las habilidades de pensamiento en virtud de la escritura, la lectura y la expresión oral, no son escenarios comunes para ellos. Además, que se requiere una intervención o propuesta educativa que permita mejorar dichos procesos. Autores como Alzate-Gallego y Largo-Taborda (2023) manifiestan que la lectura y la escritura son indispensables en los procesos de formación, dado que son competencias que requieren de ejercicios transversales desde las perspectivas de todas las áreas del conocimiento.

Adicionalmente, Gutiérrez-Giraldo y Largo-Taborda (2023) manifiestan que las competencias de comprensión lectora están sujetas al desarrollo y promoción de habilidades que se enriquecen desde la escritura, la expresión oral y la lectura, las cuales aportan a la adquisición de herramientas e insumos relacionadas con el pensamiento

crítico. Por ejemplo, para el caso de la lectura el 62% de los estudiantes indican que están totalmente en desacuerdo o en desacuerdo con los ítems valorados para dicha habilidad, para el caso de la escritura el 72% selecciona la misma respuesta que en el caso anterior y por último para la habilidad de expresión oral, el 55% manifestaron estar en totalmente desacuerdo y desacuerdo con las afirmaciones propuestas.

En ese sentido, de acuerdo con las respuestas seleccionadas por los estudiantes, se afirma que, en relación con la lectura, se puede evidenciar que los estudiantes ponen en evidencia que se encuentran dificultades para reconocer e identificar la información relevante que hay en los textos o en las preguntas que se les hace. Esta dificultad conlleva a que no logren analizar de manera crítica el texto o la información que se les presenta. Para Robles (2019): “[...] desarrollar el pensamiento crítico para la vida académica y personal es un proceso fundamental en los seres humanos. Constituye un requisito imprescindible en la formación del conocimiento, para aprender, tomar decisiones y actuar” (p. 16).

En perspectiva de lo anterior, es de vital importancia que los estudiantes, desde un trabajo mancomunado con todas áreas del conocimiento, se promueva el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico. Esto permitirá incentivar aquellos escenarios de formación en los contextos educativos que potencien la reflexión y la toma de decisiones ante las situaciones problemas a las que se ven enfrentados. Continuando con el análisis de las respuestas, algunas de las preguntas que mostraron mayor cantidad de apreciaciones desfavorables fueron:

Pregunta 7: "Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si todas ellas son igualmente posibles de poner en práctica". Aquí, 13 estudiantes se manifestaron en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que indica una posible dificultad en la evaluación crítica de las soluciones propuestas por un autor.

Pregunta 11: "Me planteo si los textos que leo dicen algo que esté vigente hoy en día". Esta afirmación recibió 14 respuestas en las categorías de desacuerdo o totalmente en desacuerdo, sugiriendo que los estudiantes tienen problemas para hacer conexiones entre la información leída y su relevancia en el contexto actual.

Pregunta 15: "Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón". Este punto refleja un nivel bajo de auto-reflexión crítica, ya que 15 estudiantes estuvieron en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo cual puede señalar una tendencia a no cuestionar sus propias creencias.

Por otro lado, para el caso de la escritura se logra evidenciar que los estudiantes presentan dificultad a la hora de presentar argumentos, datos que soporten dicha información y contra-argumentos que permitan dar respuesta a posibles refutaciones o ideas contrarias. Lo cual implica que no presente de manera organizada una justificación a la luz del problema o de la situación que se esté presentando. Diversas investigaciones realizadas por Ruiz-Ortega (2024); Ruiz-Ortega y Dussán (2021) y Ruiz-Ortega et al., (2015) expresan que las competencias argumentativas sin duda alguna son indispensables, no solo para alcanzar el éxito escolar, sino que además permite fortalecer y desarrollar habilidades para la vida.

En adición, los autores manifiestan que el desarrollo de la competencia argumentativa en las instituciones educativas propicia espacios de debate, intercambio de ideas, expresar puntos de vista, contra argumentar las ideas que se exponen y tomar decisiones a la hora de proporcionar una solución ante algún fenómeno. Ante las respuestas que presentaron mayor cantidad de ítems en 1 y 2 en la escala propuesta fueron:

Pregunta 21: "Cuando un problema tiene varias posibles soluciones, soy capaz de exponerlas por escrito especificando sus ventajas e inconvenientes". Con 15 estudiantes en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, se observa una dificultad general en la capacidad de análisis comparativo y argumentación escrita.

Pregunta 20: "Cuando busco información para redactar un trabajo, juzgo si las fuentes que manejo son fiables". En esta afirmación, 14 estudiantes manifestaron desacuerdo, lo que sugiere un problema en la evaluación crítica de las fuentes de información, un aspecto esencial del pensamiento crítico.

Lo anterior, señala la necesidad de promover la habilidad argumentativa dentro de los procesos formativos en el aula de clase, desde las diferentes áreas del conocimiento. Lara-Villanueva et al., (2022) expresa que los docentes en su quehacer profesional se

encuentran con dificultades a la hora de realizar actividades que requieren escritura, “no sólo en el aspecto sintáctico o en el uso de una gramática adecuada, sino cuando tienen que profundizar en el contenido, articular sus ideas y argumentarlas en sus escritos académicos” (p. 522). Por consiguiente, los docentes deben procurar identificar las dificultades sobre los procesos de escritura y de esta manera promover estrategias hacia el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico.

Para el caso de la expresión oral, no se evidencia mayor frecuencia en los ítems de totalmente en desacuerdo o en desacuerdo, puesto que las respuestas presentan un comportamiento más equilibrado dentro de la elección de los estudiantes. Sin embargo, es importante señalar aquellas afirmaciones que presentaron mayor cantidad de respuestas no tan favorables.

Pregunta 30: "Cuando participo en un debate, me pregunto si hay interpretaciones alternativas de un mismo hecho". Aquí, 14 estudiantes estuvieron en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que indica que los estudiantes tienden a no considerar otras perspectivas o interpretaciones en un contexto de discusión oral.

Pregunta 27: "Cuando expongo oralmente una idea que no es mía, menciono la fuente de la que proviene". Esta pregunta tuvo 10 respuestas en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo cual evidencia una falta de reconocimiento de la autoría y referencia a fuentes en sus exposiciones orales.

En cuanto a la expresión oral, Luis y Salas (2021), los autores manifiestan que es uno de los retos en los procesos de enseñanza y aprendizaje que son fundamentales para alcanzar no solo el éxito académico sino también el desarrollo de competencias y habilidades para dar respuesta a las exigencias del mundo moderno, el cual cada vez es más competitivo y exigente, lo que implica que los estudiantes cuenten con las competencias necesarias para enfrentarse a dichas exigencias.

A modo de cierre, se reconoce que los estudiantes presentan dificultades en su proceso de autorreflexión y autoevaluación, puesto que no es una actividad o ejercicio que se lleve a cabo con frecuencia en el aula de clase. Esta situación desfavorece el proceso de autorregulación en su proceso formativo. En cuanto a las categorías consultadas en el test, se logra identificar que los estudiantes no reconocen críticamente la información que se

presentan en los textos, tanto desde el reconocimiento de la información relevante como en la presentación de posturas o la valoración de los argumentos que se presentan.

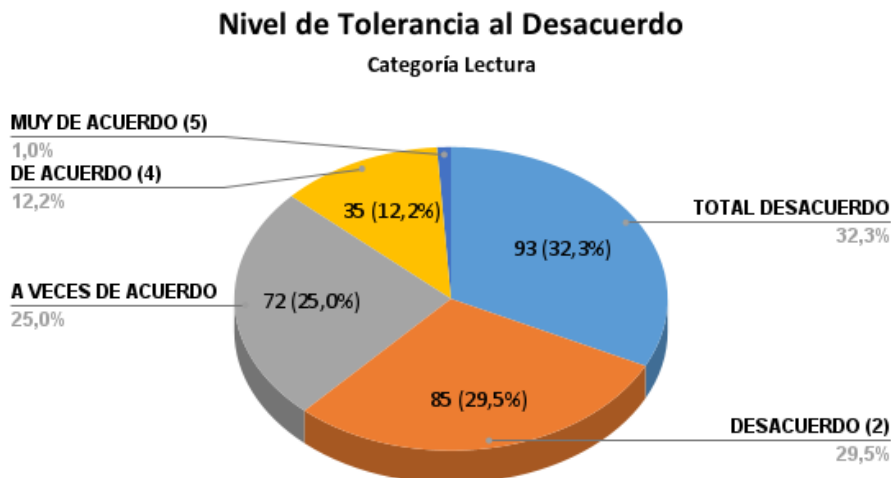
En concordancia con lo anterior, se reconocen problemas para la justificación de los datos, especialmente desde la escritura, lo cual demuestra la necesidad de fortalecer los procesos argumentativos y para justificar las conclusiones o hallazgos que se presentan en los textos o ejercicios propuestos. En adición, se evidencian falencias en lo que concierne al reconocimiento de posibles soluciones, alternativas desde diferentes contextos en relación con la lectura y el debate en el aula de clase.

## **4.5 Análisis estadístico de resultados - Pensamiento crítico**

### **4.5.1 Lectura**

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el pretest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de lectura de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

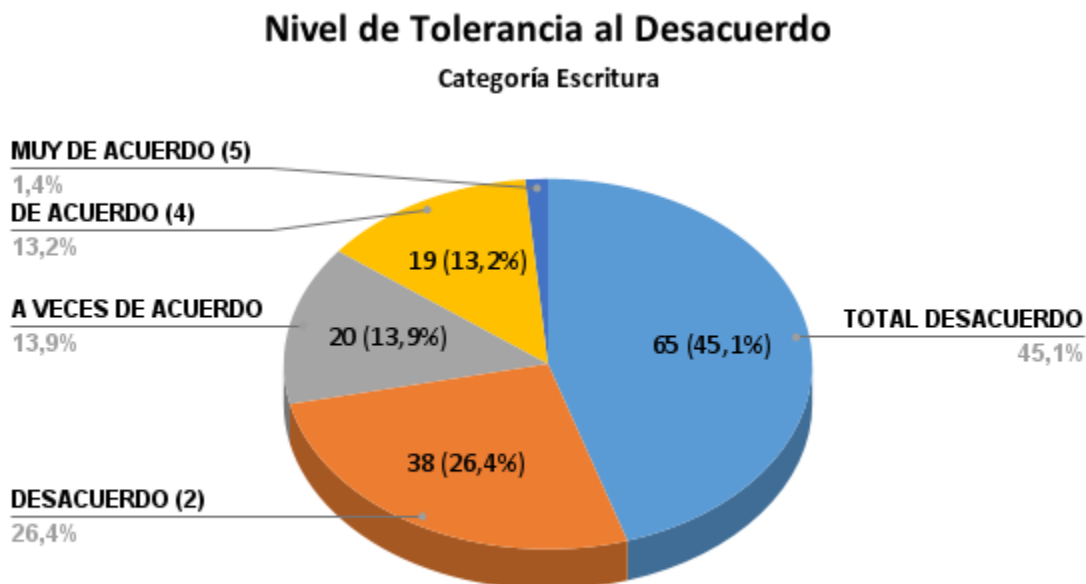
figura 4-14. Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Lectura.



#### 4.5.2 Escritura

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el pretest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de escritura de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

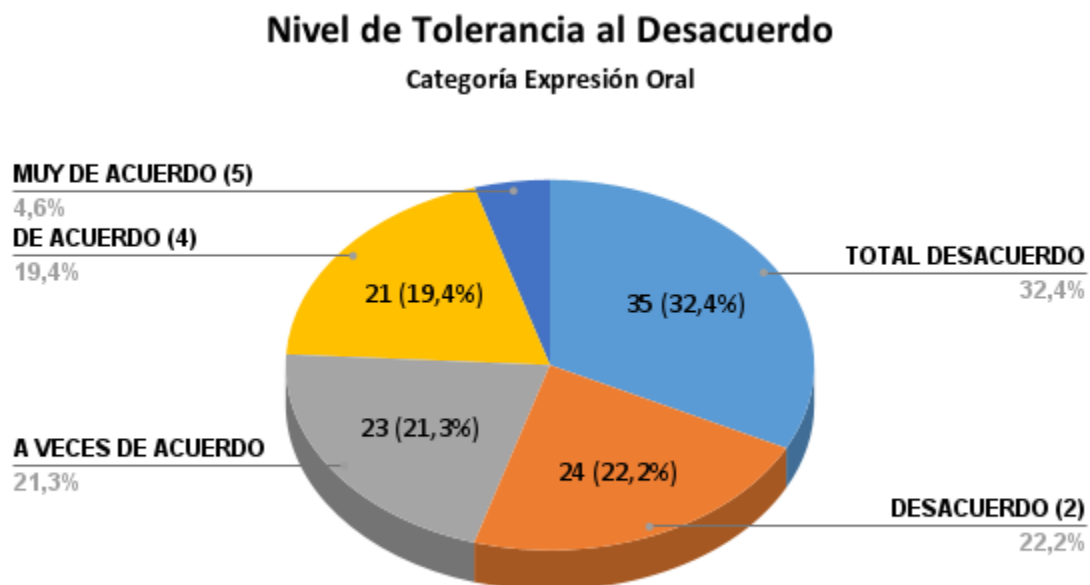
figura 4-1. Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Escritura.



### 4.5.3 Expresión Oral

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el pretest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de expresión oral de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

figura 4-2. Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Expresión Oral.



#### 4.6 Análisis de resultados postest de habilidades del pensamiento crítico

A continuación, se presentan los resultados del postest de habilidades básicas del pensamiento crítico, una vez implementada de la unidad didáctica.

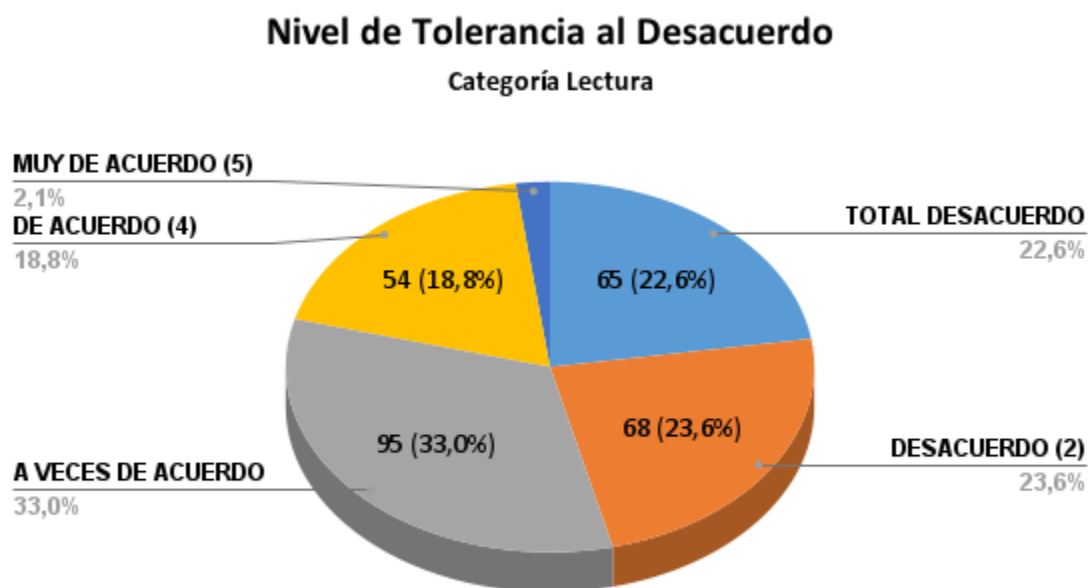
Tabla 4-12. Resultado posttest Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.

<b>Categoría</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Total desacuerdo 1</b>	<b>Desacuerdo 2</b>	<b>A veces de acuerdo 3</b>	<b>De acuerdo 4</b>	<b>Muy de acuerdo 5</b>	<b>Total</b>
<b>Lectura</b>	1	1	8	3	4	2	18
	2	1	3	8	5	1	18
	3	4	2	10	1	1	18
	4	2	1	7	8	0	18
	5	2	4	7	5	0	18
	6	4	2	7	4	1	18
	7	3	2	8	4	1	18
	8	4	4	8	2	0	18
	9	4	3	7	4	0	18
	10	8	6	3	1	0	18
	11	3	4	5	6	0	18
	12	4	6	5	3	0	18
	13	7	4	5	2	0	18
	14	7	6	3	2	0	18
	15	5	8	4	1	0	18
	16	6	5	5	2	0	18
<b>Escritura</b>	17	8	5	3	2	0	18
	18	8	5	3	1	1	18
	19	8	5	3	2	0	18
	20	9	4	4	1	0	18
	21	6	3	2	5	2	18
	22	7	4	3	4	0	18
	23	6	8	2	2	0	18
	24	8	6	1	2	1	18
<b>Expresión oral</b>	25	4	2	2	7	3	18
	26	6	4	5	3	0	18
	27	6	1	7	3	1	18
	28	5	2	6	3	2	18
	29	3	4	4	5	2	18
	30	6	5	5	2	0	18

### 4.6.1 Lectura

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el postest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de lectura de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

figura 4-3. Gráfico nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Lectura.



Los ítems relacionados con la lectura muestran una diversidad en los niveles de competencia. En términos generales, la mayoría de los estudiantes se concentra en los niveles medios de la escala (2, 3, y 4), lo que sugiere que hay un desempeño aceptable, aunque existen áreas de mejora.

- Pregunta 1: 44% de los estudiantes se ubicaron en los niveles intermedios (3 y 4), lo que indica que la mayoría tiene una competencia promedio en la lectura.
- Pregunta 2: Aquí se observa una mayor concentración en los niveles intermedios, con el 72% de los estudiantes ubicados entre 3 y 4.

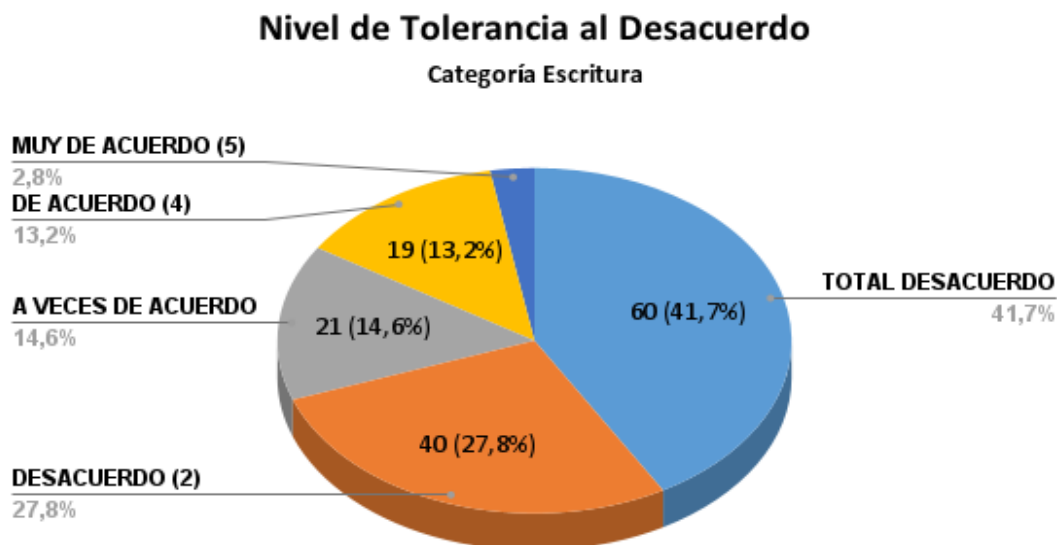
- Pregunta 3: La mitad de los estudiantes se ubicó en el nivel 3, lo que indica una competencia considerable, aunque hay estudiantes en niveles más bajos (4 estudiantes en el nivel 1).
- Pregunta 4: Este ítem revela una dificultad, ya que el 44% de los estudiantes se ubicó en el nivel más bajo (1), lo que indica un área crítica que necesita atención.

En general, la categoría de lectura muestra un perfil mixto con algunos puntos de fortaleza en los niveles medios, pero también con áreas de debilidad evidentes, como el ítem 10, que necesita ser abordado con estrategias específicas para mejorar la comprensión lectora.

#### **4.6.2 Escritura**

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el postest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de escritura de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

figura 4-4. Gráfico Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Escritura.



En la categoría de escritura, los resultados también muestran variabilidad, aunque con una tendencia hacia los niveles bajos y medios.

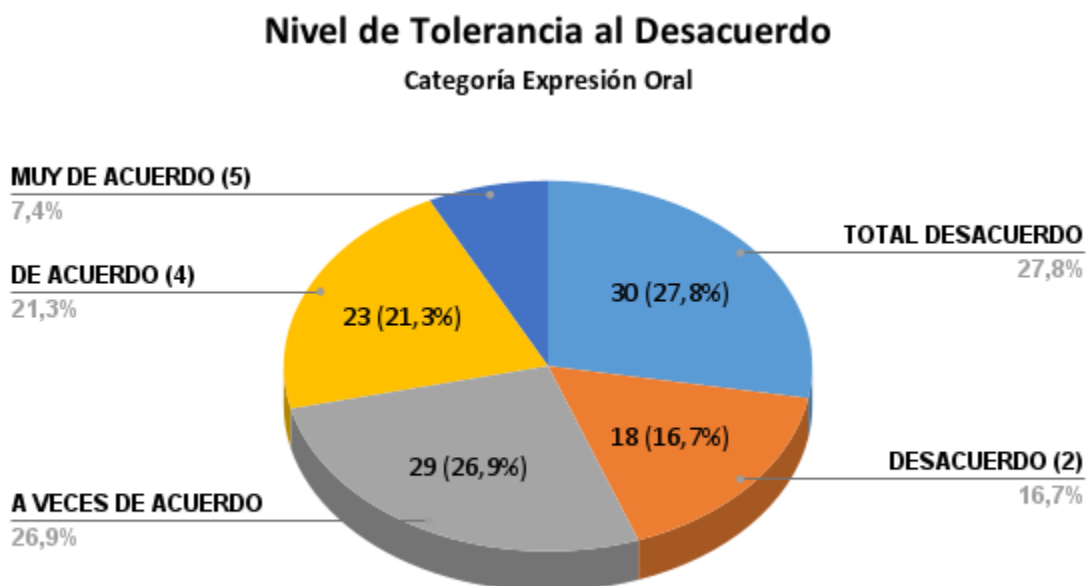
- Preguntas 17, 18 y 19: En estos ítems, la mayoría de los estudiantes (alrededor del 70%) se encuentran en los niveles 1 y 2, lo que refleja una habilidad de escritura aún limitada, especialmente en las habilidades de redacción y organización de ideas.
- Pregunta 20: Se observa un patrón similar, con 72% de los estudiantes ubicados en los niveles más bajos (1 y 2), lo que indica que la escritura sigue siendo una competencia que requiere atención.
- Pregunta 21: Muestra una dispersión más equitativa, con un pequeño grupo en niveles más altos (4 y 5), lo que sugiere que algunos estudiantes tienen habilidades más avanzadas en la escritura.

Se puede reconocer que, la escritura es una de las áreas más débiles del grupo, con pocos estudiantes en niveles superiores, lo que indica que se deben implementar estrategias de mejora, especialmente en la producción escrita.

### 4.6.3 Expresión oral

La siguiente gráfica muestra el nivel de tolerancia al desacuerdo expresados en porcentajes que fueron obtenidos en el postest de habilidades básicas del pensamiento crítico en la categoría de expresión oral de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre utilizando como método la escala Likert.

**figura 4-5.** Gráfico Nivel de Tolerancia al Desacuerdo Categoría Expresión Oral.



La categoría de expresión oral muestra un perfil algo más equilibrado en comparación con lectura y escritura.

- Pregunta 25: La mitad de los estudiantes se sitúa en los niveles 4 y 5, lo que sugiere que una parte importante del grupo tiene habilidades de expresión oral sólidas.
- Pregunta 26: Sin embargo, en este ítem, más del 50% de los estudiantes se encuentran en niveles bajos (1 y 2), lo que indica que la capacidad de hablar con fluidez y claridad es un desafío para algunos.

- Pregunta 29: Aquí se observa una mayor concentración en los niveles intermedios (3 y 4), lo que sugiere que la mayoría de los estudiantes tiene una competencia oral moderada, pero no se destacan en la expresión oral avanzada.

En ese sentido, la categoría de expresión oral muestra más fortaleza que lectura y escritura, aunque hay diferencias notables entre los estudiantes, con un grupo que tiene una habilidad sólida y otro grupo que necesita apoyo adicional.

#### 4.7 Pruebas estadísticas comparativos pretest y postest

A continuación, se presenta una tabla comparativa los resultados porcentuales obtenidos en el postest de habilidades básicas del pensamiento crítico de los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre.

**Tabla 4-13.** Comparativo entre los Resultados Obtenidos en el Pretest y en el Postest.

<b>Categoría</b>	<b>Opción de respuesta</b>	<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>	<b>Diferencia porcentual</b>
<b>Lectura</b>	<b>Total Desacuerdo</b>	32,3%	22,6%	↓ 9,7%
	<b>Desacuerdo</b>	29,5%	23,6%	↓ 5,9%
	<b>A veces de acuerdo</b>	25,0%	33,0%	↑ 8,0%
	<b>De acuerdo</b>	12,2%	18,8%	↑ 6,6%
	<b>Muy de acuerdo</b>	1,0%	2,1%	↑ 1,1%
<b>Escritura</b>	<b>Total Desacuerdo</b>	45,1%	41,7%	↓ 3,4%
	<b>Desacuerdo</b>	26,4%	27,8%	↑ 1,4%

	<b>A veces de acuerdo</b>	13,9%	14,6%	↑ 0,7%
	<b>De acuerdo</b>	13,2%	13,2%	→ 0,0%
	<b>Muy de acuerdo</b>	1,4%	2,8%	↑ 1,4%
<b>Expresión Oral</b>	<b>Total Desacuerdo</b>	32,4%	27,8%	↓ 4,6%
	<b>Desacuerdo</b>	22,2%	16,7%	↓ 5,5%
	<b>A veces de acuerdo</b>	21,3%	26,9%	↑ 5,6%
	<b>De acuerdo</b>	19,4%	21,3%	↑ 1,9%
	<b>Muy de acuerdo</b>	4,6%	7,4%	↑ 2,8%

↑ Aumento porcentual  
↓ Disminución porcentual  
→ Constante

Con el objetivo de hacer un adecuado análisis estadístico, primero que todo se debe comprobar si las variables de estudio cumplen con el supuesto de normalidad, es decir, comprobar si los datos tienen distribución normal, esto con el fin de poder inferir que tipo de prueba se debe utilizar para determinar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y en el postest para cada una de las variables. Cuando se aplican las pruebas de normalidad, ya sea la prueba de Kolmogorov-Smirnov o la de Shapiro-Wilk es preciso conocer el tamaño de la muestra, ya que, este parámetro es el que indica cuál de las dos pruebas de normalidad se debe tomar como referencia y así trabajar con el valor p apropiado. Dado que el número de datos es menor que 50 ( $18 < 50$ ), es necesario tomar como referencia el nivel de significancia obtenido en la prueba de Shapiro-Wilk, el cual para las variables de diferencia total desacuerdo, diferencia de acuerdo y diferencia muy de acuerdo, el nivel de significancia obtenido fue menor que 0,05 como se puede apreciar en las tablas 4-41, 4-47 y 4-49 del Anexo F, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna lo que indica que las variables de estudio no tienen distribución normal, lo cual señala que se debe aplicar una prueba no

paramétrica que para este caso en particular debido a las características del estudio se debe escoger la prueba de Wilcoxon. No obstante, variables de diferencia desacuerdo y diferencia a veces de acuerdo, el nivel de significancia obtenido fue mayor que 0,05 como se puede apreciar en la tablas 4-43 y 4-45 del Anexo F, por consiguiente, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna lo que indica que las variables de estudio si tienen distribución normal, lo cual señala que se debe aplicar una prueba paramétrica que para este caso en particular debido a las características del estudio se debe escoger la prueba T- Student para muestras relacionadas.

#### 4.7.1 Determinación de diferencias significativas entre los resultados de las valoraciones

En síntesis, según los resultados obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk, se puede concluir que 3 de las 5 variables de estudio no tienen distribución normal, las cuales son: Diferencia Total Desacuerdo, Diferencia De Acuerdo y Diferencia Muy De Acuerdo. Ahora bien, con el fin de constatar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y en el postest para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre, se debe aplicar una prueba no paramétrica, ya que las variables no cumplen con el supuesto de normalidad, por tal motivo, la prueba que se escoge en este caso es la de Wilcoxon debido a que las muestras están relacionadas. Por otra parte, las otras dos variables de estudio si tienen distribución normal, las cuales son: Diferencia Desacuerdo y Diferencia A Veces De Acuerdo, lo cual indica que para estos dos casos en específico se debe aplicar una prueba paramétrica y la que mejor se adapta a este tipo de situaciones es la T - Student para muestras relacionadas.

**Tabla 4-14.** Resumen Pruebas aplicar para cada ítem del test de Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.

Variable	¿Tiene distribución normal?	Tipo de prueba que se debe aplicar	Prueba para aplicar
Diferencia Total Desacuerdo	NO	Prueba No Paramétrica	Wilcoxon

Diferencia Desacuerdo	SÍ	Prueba Paramétrica	T - Student para muestras relacionadas
Diferencia A Veces de Acuerdo	SÍ	Prueba Paramétrica	T - Student para muestras relacionadas
Diferencia De Acuerdo	NO	Prueba No Paramétrica	Wilcoxon
Diferencia Muy De Acuerdo	NO	Prueba No Paramétrica	Wilcoxon

Luego de aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon y la prueba paramétrica T-Student para muestras relacionadas se plantea la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

Hipótesis alterna (Ha): Sí existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

Como se puede apreciar en las tablas 4-52, 4-53 y 4-54 del Anexo F, los niveles de significancia asintótica bilateral al aplicar la prueba de Wilcoxon son menores que 0,05 (los cuales están resaltados). Esto indica que para esos tres casos en particular se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, para las variables de “Diferencia Total Desacuerdo”, “Diferencia De Acuerdo” y “Diferencia Muy De Acuerdo” si se evidencia que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y en el postest. Por otro lado, como se puede observar en las tablas 4-57 y 4-60 del Anexo F, los niveles de significancia son menores que 0,05 (los cuales están resaltados), esto indica que para este caso en particular se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo tanto, para las variables de “Diferencia Desacuerdo” y “Diferencia A Veces De Acuerdo”, si se evidencia que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y en el postest.

## 4.8 Consideraciones finales de los análisis de resultados

Con el propósito de realizar análisis estadísticos confiables y detallados, se utilizó el programa SPSS de IBM, la cual es una herramienta que ofrece una amplia gama de técnicas estadísticas que facilitan el análisis de datos, desde estadísticas descriptivas simples, pasando por pruebas inferenciales, hasta llegar a análisis de regresión y modelos más complejos. Además, cuenta con una interfaz gráfica muy intuitiva que hace del análisis de datos accesible hasta para personas sin experiencia en el manejo de este tipo de software. No obstante, se debe contar con bases estadísticas muy sólidas y además realizar un correcto planteamiento de las hipótesis y de las preguntas de investigación.

Para las variables que se estudiaron en este análisis estadístico en particular, solo se hizo uso de la determinación de estadísticas descriptivas, aplicación de pruebas de normalidad y aplicación de pruebas paramétricas y no paramétricas (según corresponda) con el fin de verificar si existen diferencias significativas entre las valoraciones hechas a priori y a posteriori.

También es menester resaltar la importancia que tiene conocer la naturaleza de los datos antes de realizar cualquier tipo de análisis estadístico descriptivo e inferencial. Es fundamental verificar si los datos presentan una distribución normal, ya que, a partir de esta información se puede tomar la decisión con respecto a la utilización de pruebas paramétricas o no paramétricas, con el propósito de garantizar que los resultados y las conclusiones sean confiables.

Con respecto al análisis estadístico relacionado con las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final, se puede inferir, a partir de los niveles de significancia obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk que ninguna de las 6 variables que se estudiaron presentan una distribución normal. Ahora bien, con respecto al análisis estadístico relacionado con los resultados obtenidos en el PRETEST y en el POSTEST de pensamiento crítico, se pudo observar que en las variables “Diferencia Total Desacuerdo”, “Diferencia De Acuerdo” y “Diferencia Muy De Acuerdo” según los niveles de significancia obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk no tienen distribución normal. No obstante, también se pudo determinar que las variables “Diferencia Desacuerdo” y “Diferencia A Veces De Acuerdo” si presentan distribución normal, por lo tanto, para las variables que no tienen

distribución normal se deben aplicar pruebas no paramétricas y las variables que sí cumplen con el supuesto de normalidad se deben aplicar pruebas paramétricas.

Así pues, es necesario resaltar la importancia que tienen las hipótesis de comparación, pues son fundamentales para investigar, evaluar y comprender si existen diferencias significativas entre las medianas de dos conjuntos de datos que se encuentran relacionados o emparejados. Este proceso permite al investigador tomar decisiones informadas y sacar conclusiones válidas basadas en los datos analizados. Con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final, se aplicó la prueba de Wilcoxon debido a que todas las variables que se estudiaron para este caso no presentan distribución normal. Ahora bien, con respecto a los niveles de significancia obtenidos en dicha prueba, se puede constatar que las únicas variables que sí presentaron diferencias significativas fueron “Diferencia Formulación Química” y de “Diferencia Estequiometría”, lo cual indica que la aplicación de la unidad didáctica basada en situaciones problemáticas con fertilizantes, fungicidas y plaguicidas si tuvo un impacto significativo en estos temas. De la misma manera, se llevaron a cabo las pruebas para verificar si existen diferencias significativas entre los conjuntos de datos representados por los resultados obtenidos en el pretest y en el postest de pensamiento crítico, cabe aclarar que para este caso se aplicó la prueba de Wilcoxon para las variables no paramétricas y la prueba T - Student para muestras relacionadas para las variables paramétricas, sin embargo, en todas las variables que se estudiaron se pudo constatar que si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y en el postest, lo cual indica que la aplicación de la unidad didáctica basada en situaciones problemáticas con fertilizantes, fungicidas y plaguicidas si tuvo impacto significativo en todas las dimensiones o categorías del pensamiento crítico.

En síntesis, aplicar una unidad didáctica basada en situaciones problemáticas, diseñada, estructurada y elaborada para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre, demostró tener un efecto positivo en el aprendizaje de la estequiometría, además de fomentar las habilidades básicas del pensamiento crítico. Una unidad didáctica ordenada permitirá organizar los contenidos de forma coherente y atractiva y usar metodologías activas de enseñanza y experiencias prácticas que ayudarán a relacionar la teoría con la práctica. Por tanto, enfatizar en el desarrollo del pensamiento crítico puede tener el valor añadido de incentivar en los estudiantes a involucrarse incluso con habilidades como el análisis, el cuestionamiento y la resolución de situaciones

problemáticas, que son competencias esenciales no sólo en la química sino en la formación general. Además, la posibilidad de trabajar en un grupo reducido de estudiantes promueve una atención más individualizada, mediante la cual se pueden satisfacer las necesidades especiales de cada estudiante, garantizando así un proceso de aprendizaje que no sólo será más eficaz sino también mejor ajustado a su nivel de desarrollo. El resultado de esta implementación es positivo, en el sentido de que los estudiantes que mejoraron su desempeño en química desarrollaron habilidades del pensamiento crítico, inclinados a perseguir nuevos desafíos académicos y de vida.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

La implementación de situaciones problemáticas en el aula ha demostrado ser efectiva para fomentar el pensamiento crítico entre los estudiantes, permitiéndoles analizar y evaluar información relacionada con el uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas en contextos reales. Lo anterior, considerando que los estudiantes presentaron mayor apropiación de habilidades de escritura, lectura y expresión oral dado que abordaban los temas con mayor apropiación y seguridad dentro y fuera del aula de clase.

Los estudiantes mostraron una mejora significativa en su comprensión de los conceptos de estequiometría, al aplicar estos principios en situaciones prácticas que reflejan problemas del mundo real, lo que facilita la conexión entre teoría y práctica. Adicionalmente, se resalta la articulación entre los procesos matemáticos y la aplicación en el abordaje de la química para la resolución de situaciones problemáticas en su contexto.

La investigación evidenció que los estudiantes desarrollaron habilidades argumentativas al participar en debates y discusiones sobre las soluciones propuestas para los problemas planteados, lo que les permitió justificar sus opiniones y considerar diferentes perspectivas. Lo anterior, se evidenció en el diálogo que establecían los estudiantes en relación con los procesos relacionados con la implementación de productos químicos para el tratamiento del suelo o producción de cultivos, reconociendo posturas y puntos de vista siempre desde la información y el uso de datos para dar respuesta a la resolución de problemas que los aquejan en su cotidianidad.

Se observó un aumento en la capacidad de los estudiantes para juzgar la fiabilidad de las fuentes de información utilizadas en sus trabajos, lo que es fundamental para la formación de un pensamiento crítico sólido y fundamentado. Las conclusiones de la investigación sugieren la necesidad de continuar explorando metodologías que integren situaciones problemáticas en la enseñanza de las ciencias, así como la importancia de realizar

estudios adicionales que evalúen el impacto a largo plazo de estas estrategias en el aprendizaje y la formación de competencias en los estudiantes.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda que las instituciones educativas implementen metodologías activas de enseñanza para transformar el proceso de aprendizaje en una experiencia más dinámica, participativa y significativa. Entre las metodologías sugeridas se encuentra el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el cual los estudiantes enfrentan situaciones problemáticas reales o simuladas, lo que les exige aplicar conocimientos científicos para resolverlas. Esta estrategia no solo promueve la comprensión profunda de los contenidos, sino que también desarrolla habilidades como la resolución de problemas, la toma de decisiones y el trabajo en equipo.

Además, el Aprendizaje Colaborativo, donde los estudiantes trabajan en grupos para alcanzar un objetivo común, permite el intercambio de ideas, favorece el desarrollo de habilidades sociales y fomenta el aprendizaje entre pares. Estas metodologías estimulan el pensamiento crítico y facilitan la aplicación práctica de los conceptos científicos en contextos reales, lo que es clave para que los estudiantes se involucren activamente en su propio aprendizaje. De este modo, se promueve una transición de un enfoque tradicional, centrado en la transmisión de información, hacia un modelo educativo centrado en el estudiante, donde el aprendizaje es más autónomo, reflexivo y aplicado.

Para lograr una implementación exitosa de las metodologías activas y la promoción del pensamiento crítico, es fundamental ofrecer capacitación continua a los docentes. La formación docente debe enfocarse en el uso de estrategias didácticas innovadoras que no solo impartan conocimiento, sino que también enseñen a los estudiantes a cuestionar, analizar y resolver problemas. Estos programas de capacitación pueden incluir talleres y cursos especializados en la creación de situaciones problemáticas contextualizadas, que estén alineadas con los contenidos curriculares de ciencias.

Es crucial que los docentes adquieran las habilidades necesarias para diseñar y facilitar entornos de aprendizaje donde los estudiantes puedan explorar, investigar y aplicar

conceptos en escenarios del mundo real. Además, se recomienda que la capacitación incluya el manejo de herramientas tecnológicas que potencien el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como simulaciones y plataformas colaborativas que favorezcan la interacción y la experimentación. De esta manera, los docentes podrán guiar a sus estudiantes no solo en la adquisición de conocimientos, sino en el desarrollo de habilidades fundamentales para enfrentar desafíos científicos y tecnológicos contemporáneos.

Para asegurar un proceso de aprendizaje integral y el desarrollo sostenido de habilidades críticas, se sugiere establecer un sistema de evaluación y retroalimentación continua. Este sistema debe ir más allá de la evaluación tradicional centrada en los exámenes, y adoptar un enfoque más formativo que permita a los estudiantes reflexionar sobre su progreso y recibir comentarios constructivos a lo largo del proceso educativo.

Entre las estrategias recomendadas se incluyen las autoevaluaciones, donde los estudiantes analizan su propio desempeño y establecen metas de mejora; las evaluaciones entre pares, que promueven la colaboración y la crítica constructiva; y las sesiones de retroalimentación con los docentes, que deben ser regulares y enfocarse en las áreas de mejora individuales y grupales. Estas prácticas no solo fomentan la autonomía y la autocrítica, sino que también garantizan que los estudiantes tengan una comprensión clara de sus fortalezas y debilidades, y puedan trabajar en el fortalecimiento de sus competencias.

Asimismo, se sugiere que las instituciones desarrollen rúbricas claras para la evaluación de habilidades críticas como el razonamiento científico, la resolución de problemas y la aplicación de conceptos teóricos a situaciones prácticas. Esto permite que los estudiantes visualicen claramente los criterios de éxito y ajusten sus estrategias de aprendizaje en consecuencia. Este enfoque continuo y reflexivo garantiza que los estudiantes no solo mejoren en sus conocimientos científicos, sino también en las habilidades esenciales para su desarrollo académico y profesional.

## Anexos

### Anexo A. Entrevista

#### ENTREVISTA

El objetivo de esta entrevista es conocer el contexto de las dinámicas y labores agrícolas, de ustedes como estudiantes de la zona rural, entender como ustedes y sus familias cultivan, para poder transversalizar los conocimientos que ustedes ya tienen con los conocimientos que se importen en las aulas de clase para que se pueda enriquecer los procesos de enseñanza aprendizaje.

#### 1. EXPLORACIÓN

1.1 Cuéntenos sobre usted, cual su nombre, cuántos años tiene, dónde vive, cuales son los miembros de su familia.

---

---

---

---

1.2 ¿Actualmente qué cultivos, siembra su familia?

---

---

1.3 ¿Qué los motivó a elegir estos cultivos?

---

---

1.4 ¿Con qué frecuencia ayuda a su familia en las labores agrícolas?

---

---

1.5 ¿Qué labores desempeña en el cuidado y mantenimiento de cultivos?

---

---

1.6 ¿Qué tareas son imprescindibles para el cuidado y mantenimiento de los cultivos?

---

---

## 2. PROFUNDIZACIÓN

2.1 ¿Cuáles son los productos que usted conoce que se les aplican a los cultivos?

---

---

2.2 ¿Cuál es la frecuencia con que son utilizados estos productos?

---

---

2.3 ¿Saben por qué razón se utilizan en estas frecuencias?

---

---

---

2.4 ¿Cuál es el objetivo de utilizar estos productos?

---

---

---

### 3. ESTRUCTURACIÓN

3.1 ¿Han recibido capacitaciones para el manejo de sus cultivos, podría describir en qué han consistido? ¿De no haber recibido capacitaciones, podría contarnos por qué son necesarias y sobre qué temáticas les gustaría recibir las?

---

---

---

---

3.2 ¿Saben si los productos utilizados en los cultivos son tóxicos, ¿cómo identifican la toxicidad de estos?

---

---

---

3.3 ¿utilizan alguna protección cuando aplican productos a los cultivos?

---

---

---

3.4 ¿Tienen conocimiento de los componentes de los productos utilizados en los cultivos?

---

---

---

3.5 ¿Podría realizar un paso a paso de como preparan los productos para después aplicarlos en los cultivos?

---

---

---

3.6 ¿Con que calculan o miden las cantidades de los productos que emplean en los cultivos?

---

---

---

3.7 ¿Siguen algún protocolo de seguridad para la preparación de las sustancias que utilizan en los cultivos?

---

---

---

3.8 ¿Sabes de qué tipo son las sustancias que se aplican regularmente a los cultivos?

---

---

---

3.9 ¿Qué herramientas utilizan en las labores agrícolas?

---

---

---

3.10 ¿Tiene conocimiento de cuál es la función de los fertilizantes, fungicidas y plaguicidas?

---

---

---

3.12 ¿Cómo preparan los fertilizantes, fungicidas y plaguicidas?

---

---

---

#### 4. REFLEXIÓN

4.1 ¿de qué manera los conocimientos adquiridos en el colegio le han servido en las labores agrícolas?

---

---

---

4.2 ¿cree que en el colegio recibe suficientes conocimientos relacionados con los procesos agrícolas?

---

---

---

4.3 ¿Es necesario recibir conocimientos relacionados con la labor agrícola en el colegio?

---

---

---

4.4 ¿Qué áreas del conocimiento serían de más utilidad para optimizar los procesos agrícolas?

---

---

---

4.5 ¿Con qué nombres denomina normalmente las sustancias que se aplican regularmente en los cultivos?

---

---

---

4.6 ¿En los cuidados de los cultivos utilizas productos denominados “químicos”? ¿a qué se debe que se les de este nombre?

---

---

---

4.7 ¿Tienen algunas precauciones especiales de las sustancias que denominan “químicos”?

---

---

---

4.8 ¿Cuál es la diferencia entre las sustancias que denominan químicos con las demás sustancias?

---

---

---

4.9 ¿Cómo afectan el uso de estas sustancias la tierra de cultivos y que consecuencias negativas trae su uso indiscriminado?

---

---

---

4.10 ¿Cree que hablar y reflexionar sobre el campo puede mejorar su visión sobre las formas cómo se maneja la agricultura en esta región?

---

---

---

## Anexo B. Test Habilidades Básicas del Pensamiento Crítico

Nº	Afirmación	1	2	3	4	5
1	Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, busco razones contrarias a las que se exponen en el texto.					
2	Sé diferenciar los hechos y las opiniones en los textos que leo.					
3	Cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante.					
4	Cuando leo un texto, identifico claramente la información irrelevante.					
5	Cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis.					
6	Sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo.					
7	Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro la utilidad de cada una de ellas.					
8	Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si todas ellas son igualmente posibles de poner en práctica.					
9	Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si ha expuesto también todas las condiciones necesarias para ponerlas en práctica.					
10	Cuando leo un texto sé si el autor trata de dar una opinión, exponer un problema y sus soluciones, explicar unos hechos, etc.					
11	Verifico la lógica interna de los textos que leo.					
12	Me planteo si los textos que leo dicen algo que esté vigente hoy en día.					
13	Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón.					
14	Cuando leo una opinión o una tesis, no tomo partido por ella hasta que dispongo de suficiente evidencia o razones que las justifiquen.					
15	Cuando leo una opinión o una tesis que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma.					
16	Cuando leo la interpretación de un hecho, me pregunto si existen interpretaciones alternativas.					
17	Cuando escribo las conclusiones de un trabajo, justifico claramente cada una de ellas.					
18	Cuando debo argumentar por escrito sobre un tema, expongo razones tanto a favor como en contra del mismo.					
19	Cuando escribo sobre un tema, diferencio claramente entre hechos y opiniones.					
20	Cuando busco información para redactar un trabajo, juzgo si las fuentes que manejo son fiables.					
21	Cuando un problema tiene varias posibles soluciones, soy capaz de exponerlas por escrito especificando sus ventajas e inconvenientes.					
22	Cuando expongo por escrito una idea que no es la mía, menciono las fuentes de las que proviene.					
23	En mis trabajos escritos, además de la tesis principal sobre el tema, expongo opiniones alternativas de otros autores y fuentes.					
24	Cuando debo redactar un trabajo, expongo interpretaciones alternativas de un mismo hecho siempre que sea posible.					
25	En los debates sé expresar con claridad mi punto de vista.					
26	En los debates, sé justificar adecuadamente por qué considero aceptable o fundamentada una opinión.					

<b>27</b>	Cuando expongo oralmente una idea que no es mía, menciono la fuente de la que proviene.					
<b>28</b>	Cuando un problema tiene varias posibles soluciones, soy capaz de exponerlas oralmente especificando sus ventajas e inconvenientes.					
<b>29</b>	En los debates, busco ideas alternativas a las que ya se han manifestado.					
<b>30</b>	Cuando participo en un debate, me pregunto si hay interpretaciones alternativas de un mismo hecho.					

## Anexo C. Prueba Diagnóstica

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

### PROPORCIONES Y PORCENTAJES

1. En el grado undécimo hay 20 estudiantes de los cuales 6 son mujeres y el resto son hombres. ¿Cuál es el porcentaje de hombres y mujeres en el grupo?

---

---

---

2. En una encuesta, el 30% de los participantes eligió la opción A, el 45% la opción B, y el resto la opción C. Si 90 personas eligieron la opción B, ¿cuántas personas participaron en la encuesta?

---

---

---

3. Si tenemos 200 gramos de fruta para hacer una mermelada y la ponemos a calentar al final obtuvimos un total de 170 gramos. ¿Cuánto porcentaje de fruta quedó al final?

---

---

---

4. Si se necesitan 3 litros de agua por cada 2 litros de cloro, para fumigar un cultivo de 20 metros cuadrados ¿cuántos litros de la mezcla se necesitan para 100 metros cuadrados?

---

---

## COMPOSICIÓN DE LA MATERIA

5. Defina con sus propias palabras qué es la materia

---



---

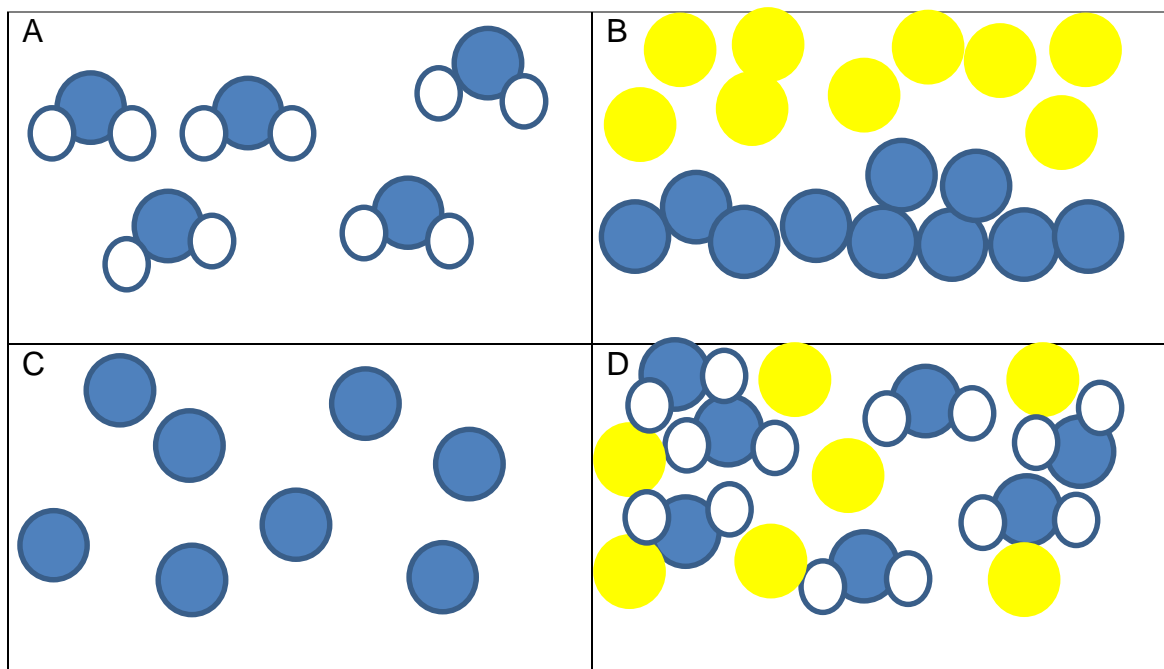


---



---

6. escriba debajo de las siguientes imágenes cuales son átomos, cuales son moléculas, cuales mezclas (homogéneas y heterogéneas) justifique su respuesta




---



---



---



---



---



---



---



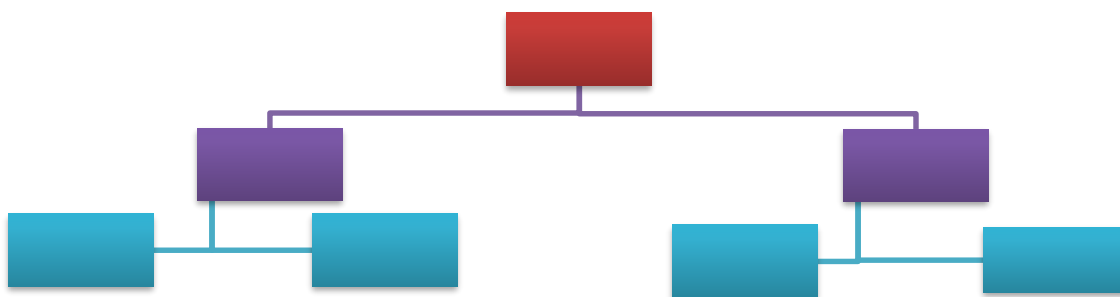
---

7. Dibuje una molécula de agua y su fórmula química

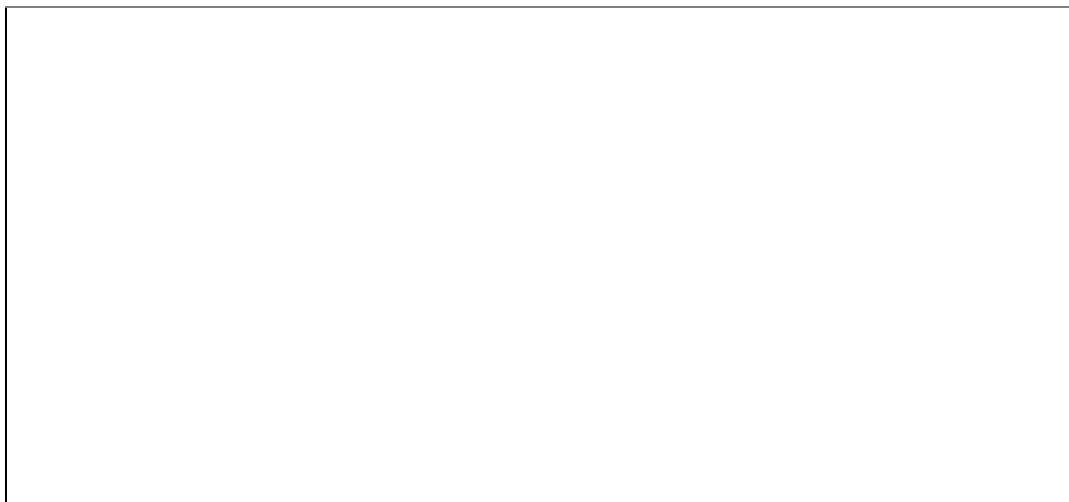


8. Organice el siguiente mapa mental con las siguientes palabras:

- Homogéneas
- Heterogéneas
- Elementos
- Materia
- Mezclas
- Sustancias puras
- Compuestos



9. Dibuje un paso a paso para separar las siguientes sustancias: agua, arena, rocas pequeñas, aceite y alcohol.



10. La materia puede sufrir transformaciones tanto físicas como químicas, en las físicas no hay cambio en la composición de la materia en las transformaciones químicas si hay cambios en la composición de la materia; señale en las siguientes situaciones qué tipo de cambio ocurre y justifique su respuesta:

- A. Encender una vela
- B. Congelar agua
- C. Digestión de alimentos
- D. Lluvia que cae de las nubes

---

---

---

---

---

## CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

11. Si se quema un pedazo de madera y después de la combustión quedan solo cenizas, ¿qué pasó con la masa que falta? ¿Se destruyó la materia?

---

---

---

---

12. ¿Qué sucede a nivel molecular con los componentes de la madera cuando es quemada?

---

---

---

---

13. Si se disuelve azúcar en agua, ¿crees que la cantidad de materia cambia? ¿Por qué?

---

---

---

---

## FORMULACIÓN QUÍMICA

14. En nuestra vida diaria recurrimos a diferentes términos para agrupar una cantidad de unidades y así facilitar nuestra forma de contar, por ejemplo:

- Docena = 12 unidades
- Six Pack = 6 unidades
- Panal o cubeta = 30 unidades

La química también se vale de una unidad para agrupar unidades esta se conoce como la mol y equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  unidades.

Cuando te dicen que tienes 1 mol de carbono. ¿Qué quiere decir esa afirmación?

---

---

---

---

15. La tabla periódica nos brinda muchas características de los elementos, cuando vemos por ejemplo el peso atómico del elemento oxígeno nos indica que es de 15.999 g. esto quiere decir:

- A. Un átomo de oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - B. Todo el oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - C. Una mol de oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - D.  $6.022 \times 10^{23}$  átomos de oxígeno tienen una masa de 15.999 g
- (justifique su respuesta)

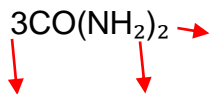
---

---

---

---

16. En la siguiente expresión indique cada término



17. si tengo una mol de  $\text{H}_2\text{O}$  ¿Cuántas moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  tengo? justifique

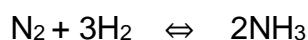
- A. 1 molécula
- B. 12 moléculas
- C.  $6.022 \times 10^{23}$  moléculas
- D.  $1 \times 10^{10}$  moléculas

---

---

---

18. El Proceso de Haber-Bosch realizado por Fritz Haber y Carl Bosch es uno de los procesos que revolucionó la agricultura y se le atribuye en gran medida el crecimiento de la población mundial en el siglo XX, ya que proporciona el 98% del nitrógeno incorporado al suelo en los fertilizantes a nivel mundial, la reacción del proceso de haber es la siguiente, indique ¿Cuáles son los reactivos, productos, coeficientes? Y qué significan los demás términos de la expresión



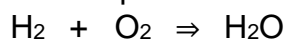
---

---

---

### ECUACIONES QUÍMICAS

19. En la siguiente ecuación se cumple la ley de la conservación de la materia, sí o no, justifique su respuesta

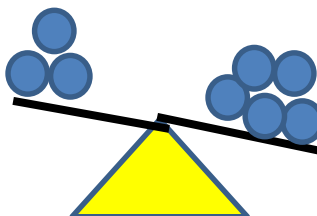


---

---

---

20. Analice la siguiente imagen y explique que se tendría que hacer para q la balanza quede equilibrada



---

---

---

---

## ESTEQUIOMETRÍA

21. ¿Cómo realizan los cálculos los científicos?

---

---

---

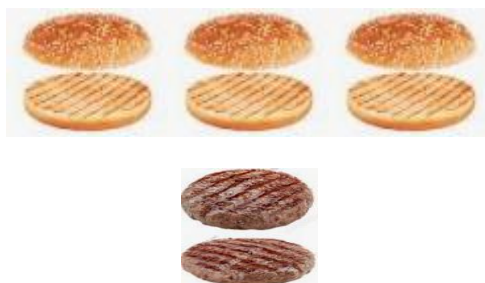
22. ¿Qué limita las reacciones químicas?

---

---

---

23. ¿Cuántas hamburguesas completas se pueden preparar con los siguientes ingredientes? ¿Qué limita la preparación de más hamburguesas?



---

---

---

---

**Anexo D. Prueba Final**

## POSTEST ESTEQUIOMETRÍA

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

## PROPORCIONES Y PORCENTAJES

1. En el grado undécimo hay 20 estudiantes de los cuales 6 son mujeres y el resto son hombres. ¿Cuál es el porcentaje de hombres y mujeres en el grupo?

---

---

---

2. En una encuesta, el 30% de los participantes eligió la opción A, el 45% la opción B, y el resto la opción C. Si 90 personas eligieron la opción B, ¿cuántas personas participaron en la encuesta?

---

---

---

3. Si tenemos 200 gramos de fruta para hacer una mermelada y la ponemos a calentar al final obtuvimos un total de 170 gramos. ¿Cuánto porcentaje de fruta quedó al final?

---

---

---

4. Si se necesitan 3 litros de agua por cada 2 litros de cloro, para fumigar un cultivo de 20 metros cuadrados ¿cuántos litros de la mezcla se necesitan para 100 metros cuadrados?

---

---

---

## COMPOSICIÓN DE LA MATERIA

5. Defina con sus propias palabras qué es la materia

---



---

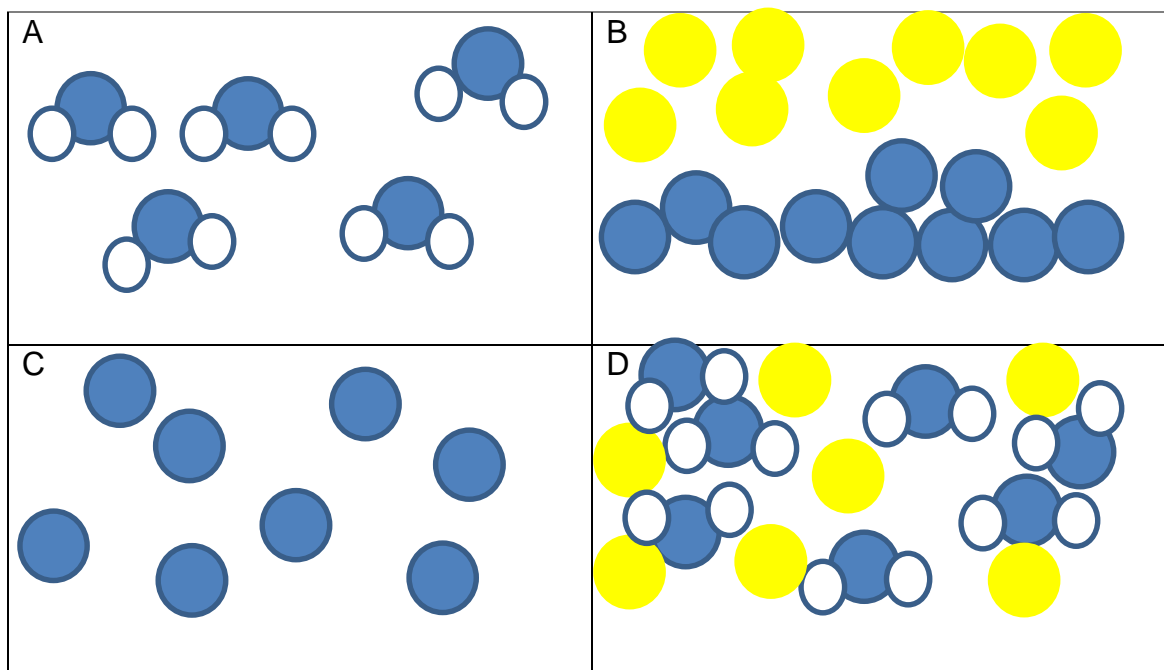


---



---

6. escriba debajo de las siguientes imágenes cuales son átomos, cuales son moléculas, cuales mezclas (homogéneas y heterogéneas) justifique su respuesta




---



---



---



---



---



---

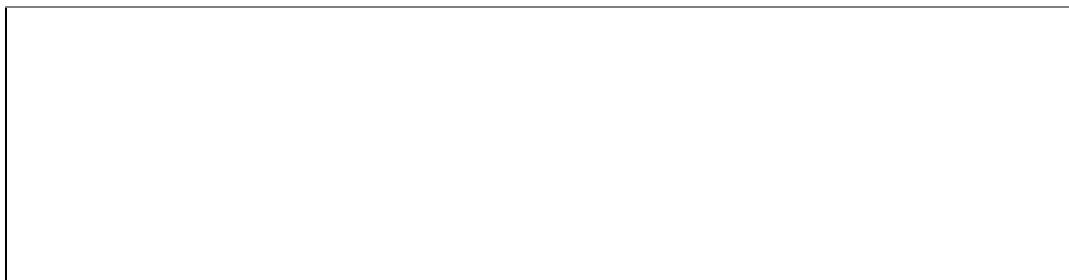


---



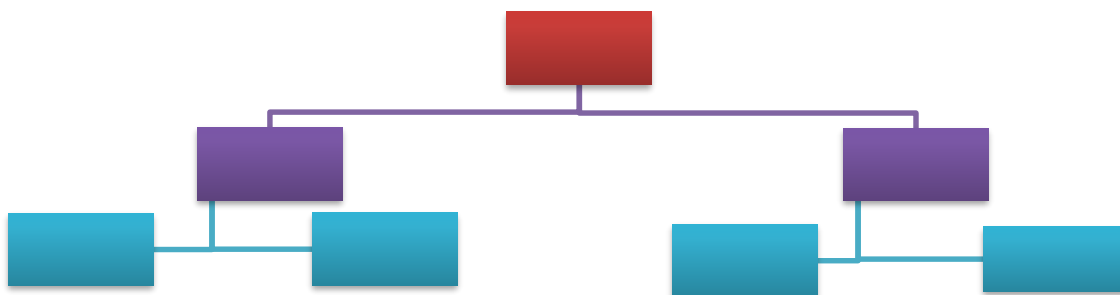
---

7. Dibuje una molécula de agua y su fórmula química

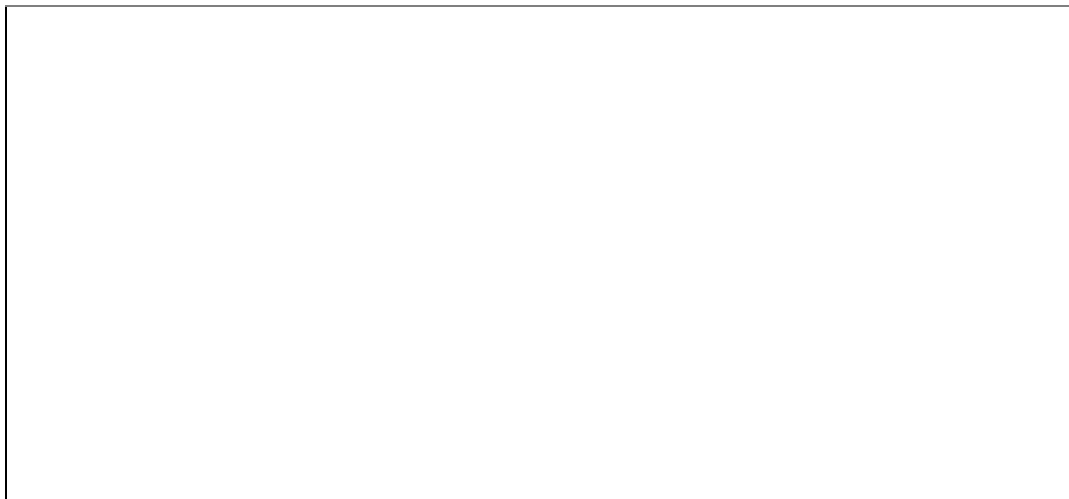


8. Organice el siguiente mapa mental con las siguientes palabras:

- Homogéneas
- Heterogéneas
- Elementos
- Materia
- Mezclas
- Sustancias puras
- Compuestos



9. Dibuje un paso a paso para separar las siguientes sustancias: agua, arena, rocas pequeñas, aceite y alcohol.



10. La materia puede sufrir transformaciones tanto físicas como químicas, en las físicas no hay cambio en la composición de la materia en las transformaciones químicas si hay cambios en la composición de la materia; señale en las siguientes situaciones qué tipo de cambio ocurre y justifique su respuesta:

- A. Encender una vela
- B. Congelar agua
- C. Digestión de alimentos
- D. Lluvia que cae de las nubes

---

---

---

---

---

## CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

11. Si se quema un pedazo de madera y después de la combustión quedan solo cenizas, ¿qué pasó con la masa que falta? ¿Se destruyó la materia?

---

---

---

---

12. ¿Qué sucede a nivel molecular con los componentes de la madera cuando es quemada?

---

---

---

13. Si se disuelve azúcar en agua, ¿crees que la cantidad de materia cambia? ¿Por qué?

---

---

---

## FORMULACIÓN QUÍMICA

14. En nuestra vida diaria recurrimos a diferentes términos para agrupar una cantidad de unidades y así facilitar nuestra forma de contar, por ejemplo:

- Docena = 12 unidades
- Six Pack = 6 unidades
- Panal o cubeta = 30 unidades

La química también se vale de una unidad para agrupar unidades esta se conoce como la mol y equivale a  $6.022 \times 10^{23}$  unidades.

Cuando te dicen que tienes 1 mol de carbono. ¿Qué quiere decir esa afirmación?

---

---

---

---

15. La tabla periódica nos brinda muchas características de los elementos, cuando vemos por ejemplo el peso atómico del elemento oxígeno nos indica que es de 15.999 g. esto quiere decir:

- A. Un átomo de oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - B. Todo el oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - C. Una mol de oxígeno tiene una masa de 15.999 g
  - D.  $6.022 \times 10^{23}$  átomos de oxígeno tienen una masa de 15.999 g
- (justifique su respuesta)

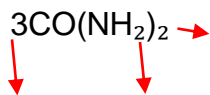
---

---

---

---

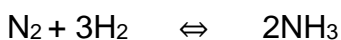
16. En la siguiente expresión indique cada término



17. si tengo una mol de  $\text{H}_2\text{O}$  ¿Cuántas moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  tengo? justifique

- A. 1 molécula
- B. 12 moléculas
- C.  $6.022 \times 10^{23}$  moléculas
- D.  $1 \times 10^{10}$  moléculas

- 
- 
- 
18. El proceso de Haber-Bosch realizado por Fritz Haber y Carl Bosch es uno de los procesos que revolucionó la agricultura y se le atribuye en gran medida el crecimiento de la población mundial en el siglo XX, ya que proporciona el 98% del nitrógeno incorporado al suelo en los fertilizantes a nivel mundial, la reacción del proceso de haber es la siguiente, indique ¿Cuáles son los reactivos, productos, coeficientes? Y qué significan los demás términos de la expresión



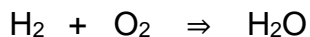
---

---

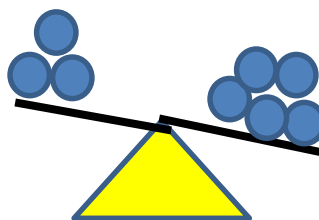
---

#### ECUACIONES QUÍMICAS

19. En la siguiente ecuación se cumple la ley de la conservación de la materia, sí o no, justifique su respuesta



- 
- 
- 
20. Analice la siguiente imagen y explique se tendría que hacer para q la balanza quede equilibrada



---

---

---

---

---

## ESTEQUIOMETRÍA

21. ¿Cómo realizan los cálculos los científicos?

---

---

---

22. ¿Qué limita las reacciones químicas?

---

---

---

23. ¿Cuántas hamburguesas completas se pueden preparar con los siguientes ingredientes?, ¿qué limita la preparación de más hamburguesas?



---

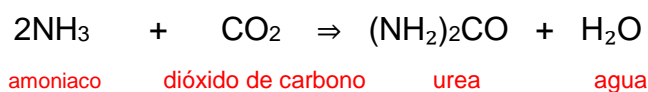
---

---

---

---

24. En un cultivo de 120 árboles de café, se produce aproximadamente 5 kilogramos de cereza de café al año por cada árbol, en último año se presentó una disminución de un 30 % en la producción, teniendo en cuenta que el manejo del cultivo no ha tenido cambios significativos, se realiza la consulta con un agrónomo el cual después de hacer el estudio del cultivo, llega a la conclusión que el 43% de los árboles tienen déficit de nitrógeno. Sabiendo que cada árbol necesita aproximadamente 50 gramos de nitrógeno al año y que el fertilizante con el que se cuenta es urea. ¿Cuántos kilogramos de urea son necesarios para abonar los árboles que tienen déficit de nitrógeno? La urea tiene un aproximado de 46% de peso en nitrógeno.



25. Teniendo en cuenta la reacción para la producción de la urea, ¿cuánta urea se puede producir si se cuenta con 48 moles de amoníaco y 200 gramos de dióxido de carbono?

26. Una empresa está produciendo un fungicida que involucra la siguiente reacción:



Si la empresa tiene 70 moles de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) y 330 gramos de oxígeno ( $\text{O}_2$ ). Determinar ¿cuál es el reactivo límite y cuántos gramos de acetaldehído ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) se producirán?

## Anexo E. Guía Unidad Didáctica

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_

### **Guía didáctica: La estequiometría a través de los fertilizantes, plaguicidas y fungicidas**

**Objetivo General:** Transversalizar los conocimientos de los estudiantes sobre el uso fertilizantes en la agricultura con los conceptos fundamentales de química (estequiometría, proporciones y porcentajes, composición de la materia, conservación de la materia, formulación química y ecuaciones químicas) fortaleciendo las habilidades del pensamiento crítico.

#### **El uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas: impacto en la agricultura y el medio ambiente**



En los últimos 100 años, la agricultura ha pasado por transformaciones importantes. Uno de los mayores cambios ha sido la introducción de productos químicos como fertilizantes, plaguicidas y fungicidas para aumentar la producción de alimentos. Estos productos han ayudado a alimentar a la creciente población mundial, pero también han generado efectos secundarios que requieren un análisis crítico y soluciones innovadoras. En esta lectura, analizaremos qué son, cómo funcionan y cuáles son las consecuencias del uso de estos productos en el medio ambiente y en la salud humana.

## Los Fertilizantes: Aumento de la Productividad



Los fertilizantes son compuestos químicos que se aplican al suelo para proporcionar nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los tres principales elementos presentes en los fertilizantes son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), conocidos como nutrientes NPK. Estos elementos ayudan a que las plantas crezcan más rápido, sean más fuertes y produzcan más frutos.

Sin embargo, cuando se aplican en exceso, los fertilizantes pueden filtrarse al agua subterránea y contaminar ríos y lagos, generando un proceso conocido como eutrofización, donde las algas crecen de manera descontrolada y privan de oxígeno a otros organismos acuáticos. Este problema afecta la biodiversidad y pone en riesgo los ecosistemas acuáticos.

Los fertilizantes tienen como objetivo abastecer las plantas de nutrientes que ya no se encuentran en el suelo. Los fertilizantes también cuentan con una característica muy importante, son altamente solubles en agua esto hace que los nutrientes puedan ser absorbidos fácilmente por las plantas. Los fertilizantes pueden ser de varios tipos algunos de los que encontramos comercialmente son:

- A) Fertilizantes de liberación lenta: se caracterizan por disolverse de manera gradual, logrando que los nutrientes no se desperdicien.
- B) Binarios: se caracterizan por tener dos nutrientes que pueden ser nitrógeno (N) y potasio (K), uno con mayor porcentaje puede ser 75 % - 25% respectivamente.
- C) Terciarios: se caracterizan por estar compuestos por nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

- D) De fósforo: están constituidos en gran porcentaje por fósforo y tiene la ventaja de no afectar el Ph del suelo.
- E) Organominerales: se caracterizan por tener una mezcla de nutrientes orgánicos con los minerales por nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
- F) De urea ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO): esta aporta gran porcentaje de nitrógeno fácilmente asimilado por las plantas.
- G) Foliares: se caracteriza por complementar otros fertilizantes aportando micronutrientes como hierro y magnesio.

### Beneficios de los fertilizantes



La agricultura es un parte fundamental en el desarrollo y supervivencia de las sociedades humanas pues de esta dependen desde el desarrollo económico, la seguridad alimentaria de los países y la sostenibilidad ambiental.

La agricultura, entendida como las prácticas humanas dedicadas al cultivo de la tierra para la obtención de alimentos, fibras, biocombustibles, y otros productos necesarios para el sustento y el desarrollo humano. Implica el manejo de suelos, plantas y animales para obtener recursos como cereales, frutas, verduras, legumbres, fibras naturales (algodón, lino), y productos derivados de la cría de animales como carne, leche, huevos, entre otros.

Los fertilizantes en la agricultura moderna tienen una gran relevancia, debido a su capacidad para mejorar el rendimiento de los cultivos y garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola. Los fertilizantes proporcionan nutrientes esenciales que las plantas necesitan para crecer de la mejor manera. Los nutrientes que aportan los fertilizantes mejoran la productividad de las plantas, lo que se convierte en cosechas más abundantes y de mayor calidad, incluso en suelos que no tienen suficientes nutrientes de manera natural.

También hay que tener en cuenta que, con el tiempo, la agricultura intensiva puede agotar los nutrientes del suelo. Los fertilizantes ayudan a reponer estos nutrientes,

asegurando que el suelo permanezca fértil y productivo para los ciclos de cultivo futuros. Esto es particularmente importante en tierras donde los nutrientes se agotan rápidamente debido a la actividad agrícola intensiva. Cabe resaltar el importante desafío que tiene la agricultura de abastecer una población mundial en crecimiento, la demanda de alimentos aumenta constantemente. Los fertilizantes permiten a los agricultores producir más alimentos en menos superficie, lo que ayuda a satisfacer la creciente demanda sin necesidad de expandir las tierras de cultivo. Esto es vital para evitar la deforestación y la pérdida de ecosistemas naturales.

Asimismo, los cultivos que reciben los nutrientes adecuados mediante fertilizantes tienden a utilizar el agua de manera más eficiente. Esto significa que las plantas pueden crecer mejor con menos agua, lo que es esencial en áreas donde el recurso hídrico es limitado o en climas secos.

### **Riesgos del uso de fertilizantes**

El uso inadecuado de los fertilizantes conlleva a riesgos ambientales y de salud, por eso, es necesario hacer estudios científicos cuando se utilizan fertilizantes para minimizar los riesgos y aprovecharlos de la mejor manera. Sabiendo los riesgos a los que nos exponemos y exponemos el medio ambiente podremos mitigar estos riesgos, algunos de los más comunes son: la escorrentía que es el proceso por el cual el agua se desplaza por el suelo o drenaje hasta llegar alguna red fluvial, ya sea río, quebrada, laguna o mar; esto representa un riesgo pues los fertilizantes al ser altamente solubles con el agua si no se dosifican de la manera adecuada pueden llegar a los cuerpos de agua contaminándolos, generando crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas generando escasez de oxígeno, afectando el ecosistema acuático.

Otro riesgo sustancial es la filtración de nitratos que se encuentran en muchos fertilizantes los cuales afectan directamente la salud humana especialmente la de los bebés. También es común que con el uso excesivo de fertilizantes químicos se altere la estructura del suelo reduciendo su capacidad de retención de agua y

nutrientes. Con el tiempo, el suelo puede volverse más dependiente de los fertilizantes artificiales y perder su fertilidad natural; adicionalmente el suelo con uso inadecuado de fertilizantes causa acidificación lo cual afecta los cultivos impidiéndoles su normal desarrollo.

En este mismo sentido, el uso indiscriminado de fertilizantes puede causar que los alimentos presenten residuos químicos, como los nitratos que ponen en riesgo la salud de los consumidores.

De manera que, aunque los fertilizantes son de vital importancia en la agricultura es necesario minimizar los riesgos de uso, esto se logra dándole un manejo realizando los estudios antes de aplicar el fertilizante, sin dejar a un lado las recomendaciones tanto del productor como de los agrónomos.

**Actividad:** Investigar cual es la función de cada nutriente de los fertilizantes de (N-K-P) en el crecimiento de las plantas, realizar una exposición verbal de 3 minutos.

**Actividad:** reflexionar sobre la situación problemática planteada a continuación y al desarrollar toda la guía, podrás resolver la situación problemática de una manera acertada.

**Situación Problemática:** Una finca utiliza fertilizante con una proporción de NPK 20-10-10 para aumentar la producción de maíz. Si la finca tiene 100 hectáreas y el fabricante recomienda aplicar 200 kg de fertilizante por hectárea, ¿cuántos kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio se aplicarán en total en la finca? ¿Qué medidas podrían tomarse para evitar la contaminación del agua cercana?

**Actividad:** en grupos de 3 personas tomar fotos de las fichas de los fertilizantes que tienen casa y traer una muestra de 100 gramos aproximados, de al menos dos fertilizantes, con base en las etiquetas calcular cuántos gramos de cada componente hay en las muestras.

## Introducción a la estequiometría



Se entiende a la estequiometría como un campo de la química que se encarga de estudiar cuantitativamente las relaciones entre las cantidades de reactivos y productos en una reacción química. En términos simples, es la parte de la química que nos dice cuánta cantidad de cada sustancia necesitamos para que una reacción química ocurra de manera eficiente, sin que haya desperdicio de material o exceso de productos.

La palabra "estequiometría" proviene del griego "stoikheion", que significa "elemento", y "metron", que significa "medir". Por lo tanto, estequiometría se traduce literalmente como "medida de los elementos".

### Ejemplo contextualizado: Uso de Fertilizantes



Cuando un agricultor aplica fertilizantes al suelo, está introduciendo nutrientes que las plantas necesitan en cantidades específicas. Si se aplica más cantidad de un nutriente del que la planta puede absorber, se genera un desperdicio, y en algunos casos, puede dañar el medio ambiente. Gracias a la estequiometría, podemos calcular exactamente cuánta cantidad de fertilizante es necesaria según la cantidad de tierra y las plantas involucradas, para evitar exceso y daño ambiental.

**Pregunta contextualizada:** ¿Cuándo usa fertilizantes calcula las cantidades a utilizar en los cultivos? ¿Cómo las calcula y con qué objetivo?

---



---



---

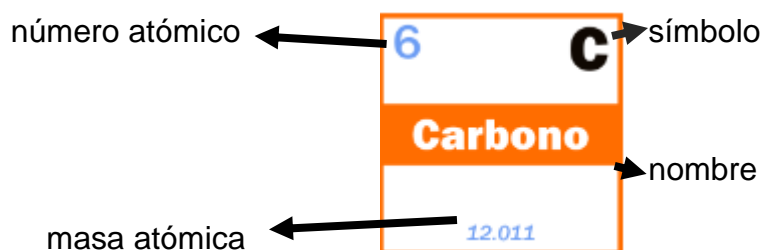
## Concepto de Mol y su Relación con la Masa Molar

La mol es una magnitud básica, utilizada en química para expresar la cantidad de una sustancia. Nosotros en nuestra vida diaria utilizamos la docena para indicar 12



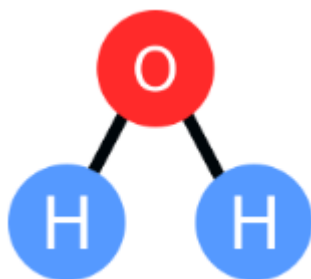
unidades de cualquier cosa (manzanas, huevos, panes, etc.) haciendo una analogía entonces, tenemos que la mol contiene exactamente  $6.022 \times 10^{23}$  partículas (átomos, moléculas, iones, etc.), este número se conoce como el número de Avogadro. El concepto de mol es fundamental en la estequiometría porque nos permite contar cantidades extremadamente grandes de partículas de una manera práctica. Esto se hace necesario debido a que tanto los átomos son extremadamente pequeños, por eso es necesario agruparlos con el número de Avogadro, facilitando así los cálculos manteniendo la precisión.

Teniendo en cuenta lo anterior y analizando la tabla periódica todos los pesos atómicos de los elementos químicos están dados por mol, es decir,  $6.022 \times 10^{23}$  átomos del elemento son necesarios para obtener la masa de una mol, que es la que aparece en la tabla periódica, por ejemplo 1 mol ( $6.022 \times 10^{23}$ ) de carbono tiene una masa de 12.011 gramos.



### Masa molar:

La masa molar corresponde a la masa de una mol de cualquier sustancia, y se expresa en gramos por mol (g/mol). Para calcular la masa molar de un compuesto, simplemente sumamos las masas atómicas de todos los elementos que forman dicho compuesto, tomando en cuenta cuántos átomos de cada elemento están presentes.



Ejemplo: Si queremos conocer la masa molar del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), sumamos las **masas atómicas**:

- Hidrógeno (H): 1.01 g/mol (2 átomos de hidrógeno, entonces  $2 \times 1.01 = 2.02$  g/mol)
- Oxígeno (O): 16.00 g/mol

Por lo tanto, la masa molar del agua es:  $2.02 + 16.00 = 18.02$  g/mol.

### Ejemplo Práctico:

Un fertilizante a base de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) es común en la agricultura. Para saber cuánta cantidad de este fertilizante necesitas, primero debes calcular su masa molar:

- Nitrógeno (N): 14.01 g/mol (dos átomos, por lo tanto,  $14.01 \times 2 = 28.02$  g/mol)
- Hidrógeno (H): 1.01 g/mol (cuatro átomos, por lo tanto,  $1.01 \times 4 = 4.04$  g/mol)
- Oxígeno (O): 16.00 g/mol (tres átomos, por lo tanto,  $16.00 \times 3 = 48.00$  g/mol)

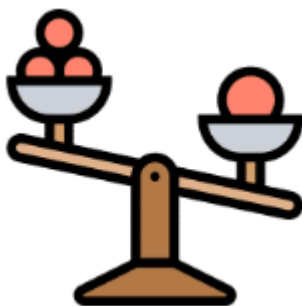
La masa molar del nitrato de amonio es  $28.02 + 4.04 + 48.00 = 80.06$  g/mol.

**Esto significa que una mol de nitrato de amonio pesa 80.06 gramos.**

### Actividad:

Cada estudiante se va a pesar, según su peso van a ir a la tabla periódica y van a buscar el elemento que más se aproxima a su peso (numéricamente teniendo en cuenta que su peso está dado en libras y el de los elementos están en gramos) teniendo el elemento van a investigar todas sus características y usos y lo van a exponer de manera oral a todo el grupo.

## Repaso Método de Balanceo por Tanteo



Balancear ecuaciones químicas consiste en ajustar los coeficientes de los reactivos y/o productos en una ecuación química para que se cumpla la Ley de conservación de la masa. Esto significa que la cantidad de átomos de cada elemento debe ser la misma en ambos lados de la ecuación. El método de balanceo por tanteo es un enfoque sistemático en el que se ajustan los coeficientes, que son números que se colocan delante de

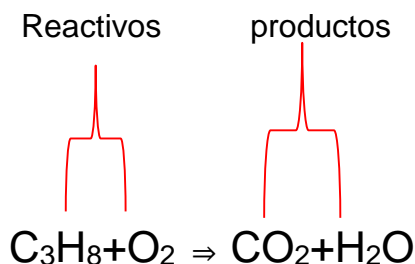
las fórmulas de los compuestos, para lograr que la ecuación esté balanceada.

### Pasos para balancear una ecuación:

1. Escribir la ecuación no balanceada con las fórmulas correctas de los reactivos y productos.
2. Contar los átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación.
3. Ajustar los coeficientes para igualar el número de átomos de cada elemento en ambos lados.
4. Verificar que la ecuación esté balanceada, asegurándose de que el número de átomos de cada elemento sea el mismo en ambos lados.
5. Ajustar los coeficientes en proporciones más simples, si es necesario.

### Ejemplo:

Balanceamos la ecuación de combustión del propano ( $C_3H_8$ ), que se utiliza en muchos hogares como fuente de calor.



**• Paso 1: Contar los átomos.****Lado de los reactivos:**

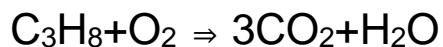
- C (carbono): 3
- H (hidrógeno): 8
- O (oxígeno): 2

**Lado de los productos:**

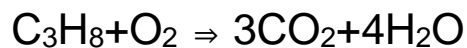
- C (carbono): 1
- H (hidrógeno): 2
- O (oxígeno): 3
- (2 en CO<sub>2</sub> y 1 en H<sub>2</sub>O)

**Paso 2: Balancear los átomos de carbono.**

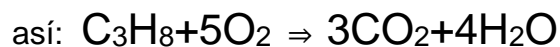
- Añadimos un coeficiente de 3 delante del CO<sub>2</sub>:

**Paso 3: Balancear los átomos de hidrógeno.**

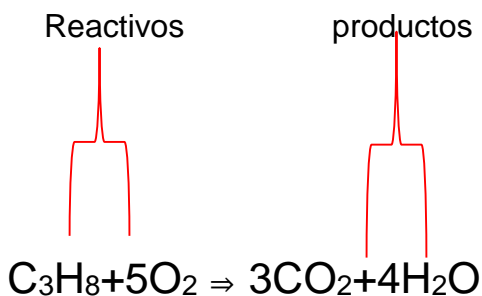
- Añadimos un coeficiente de 4 delante del H<sub>2</sub>O:

**Paso 4: Balancear los átomos de oxígeno.**

- Ahora tenemos 10 átomos de oxígeno en el lado de los productos (6 de  $3\text{CO}_2$  y 4 de  $4\text{H}_2\text{O}$ ) Así que añadimos un coeficiente de 5 delante del  $\text{O}_2$



- La ecuación balanceada es:



## Razones Molares en las Ecuaciones Químicas Balanceadas



Para que una reacción química ocurra de manera adecuada, debemos conocer la cantidad exacta de reactivos y productos, lo cual se obtiene a través de las razones molares. Estas relaciones están basadas en la ecuación química balanceada, que muestra los **coeficientes** de cada reactivo y producto involucrado en la reacción, estos coeficientes numéricos indican las proporciones más simples de números enteros de todas las sustancias químicas participantes en la reacción.

### Uso de Coeficientes Estequiométricos

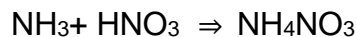
Los coeficientes estequiométricos son los números que se colocan delante de las fórmulas de los reactivos y productos en una ecuación química balanceada. Estos coeficientes nos indican las proporciones en las que las sustancias reaccionan entre sí.

- En la ecuación balanceada anterior, podemos ver que 1 mol de propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) reacciona con 5 moles de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para producir 3 moles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y 4 moles de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Estos coeficientes nos permiten establecer las razones molares entre los reactivos y productos, lo que es esencial para realizar cálculos estequiométricos.

### Ejemplo con Fertilizantes:

Supongamos que estamos produciendo nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), un fertilizante común utilizado en la agricultura. La ecuación balanceada para la reacción entre amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) es:

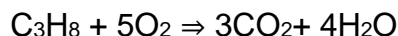


Aquí, podemos ver que 1 mol de amoníaco reacciona con 1 mol de ácido nítrico para formar 1 mol de nitrato de amonio.

Los coeficientes estequiométricos nos dicen que, en esta reacción, las sustancias reaccionan en una proporción de 1:1:1. Esto significa que, si tenemos 10 moles de  $\text{NH}_3$ , necesitaremos exactamente 10 moles de  $\text{HNO}_3$  para formar 10 moles de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

### **Ejemplo:** Combustión de Propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )

La combustión del propano es una reacción importante en la calefacción y cocinas. La ecuación balanceada de la combustión del propano es:



Aquí podemos ver que 1 mol de propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) reacciona con 5 moles de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para producir 3 moles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y 4 moles de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Esto nos permite calcular cuántos moles de oxígeno necesitamos o cuántos productos obtendremos cuando usamos una cantidad dada de propano. Tomando como base los coeficientes numéricos se puede definir una razón molar para cualquier par de sustancias químicas diferentes en la ecuación química balanceada, esta razón molar nos muestra la relación que hay entre las sustancias de la reacción, en el ejemplo anterior entonces tendríamos 6 pares de razones molares:

### **Reactivos:**

$$\frac{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8}{5 \text{ moles de } \text{O}_2} \quad \text{O} \quad \frac{5 \text{ moles de } \text{O}_2}{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8}$$

### **Reactivos con productos:**

$$\frac{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8}{3 \text{ moles de } \text{CO}_2} \quad \text{O} \quad \frac{3 \text{ moles de } \text{CO}_2}{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8}$$

$$\frac{1 \text{ mol de } C_3H_8}{4 \text{ moles de } H_2O} \quad o \quad \frac{4 \text{ moles de } H_2O}{1 \text{ mol de } C_3H_8}$$

$$\frac{5 \text{ moles de } O_2}{3 \text{ moles de } CO_2} \quad o \quad \frac{3 \text{ moles de } CO_2}{5 \text{ moles de } O_2}$$

$$\frac{5 \text{ moles de } O_2}{4 \text{ moles de } H_2O} \quad o \quad \frac{4 \text{ moles de } H_2O}{5 \text{ moles de } O_2}$$

**Productos:**

$$\frac{3 \text{ moles de } CO_2}{4 \text{ moles de } H_2O} \quad o \quad \frac{4 \text{ moles de } H_2O}{3 \text{ moles de } CO_2}$$

**Ejercicio:** según la ecuación  $xA + yB \Rightarrow zC$ , donde “x”, “y” y “z” representan los coeficientes numéricos, y “A”, “B” y “C”, son sustancias químicas diferentes.

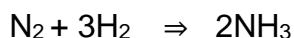
- Escriba los pares de razones molares de A y C.
- Escriba los pares de razones molares de B y C.

### Cálculos mol a mol



Conociendo la ecuación balanceada, se puede establecer el número proporcional de moles de cualquier otro reactivo o producto utilizando la razón molar apropiada. Por ejemplo, consideremos la reacción de Haber – Bosch una reacción de gran importancia y que salvó millones de vidas de la hambruna, gracias a que con esta se puede producir amoníaco a nivel industrial lo cual llevó a desarrollar la industria de los fertilizantes. A continuación, la reacción

balanceada:



Suponiendo que contamos con suficiente nitrógeno gaseoso  $N_2$ , es fácil calcular cuántos moles de amoniaco gaseoso,  $NH_3$ , se pueden producir a partir de 10.8 mol de hidrógeno gaseoso,  $H_2$ . Para encontrar las moles de amoniaco gaseoso  $NH_3$ , debemos seguir los siguientes pasos:

1. Balancear la ecuación
2. Escribir la cantidad inicial dada que puede ser de cualquier sustancia de la reacción, en este caso son 10.8 mol de  $H_2$  gaseoso.
3. Escribir la razón molar apropiada que relaciona la sustancia de partida y la que deseamos encontrar.

$$\frac{\text{moles de sustancia requerida}}{\text{moles de la sustancia de partida}}$$

En nuestro ejemplo sería:

$$\frac{2 \text{ moles de } NH_3}{3 \text{ moles de } H_2}$$

4. Multiplicar el número indicado de moles de la sustancia de partida por la razón molar y así obtener las moles de la sustancia deseada.

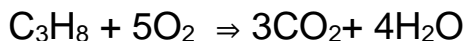
$$\text{moles iniciales} \times \frac{\text{moles de sustancia requerida}}{\text{moles de la sustancia de partida}}$$

En nuestro problema, sería así:

$$10,8 \text{ mol} \times \frac{2 \text{ mol } NH_3}{3 \text{ mol } H_2} = 7,2 \text{ mol } NH_3$$

### Ejercicio:

¿Cuántas moles de oxígeno gaseoso ( $O_2$ ) se necesitan para quemar 1.20 mol de propano  $C_3H_8$ ? La ecuación balanceada es la siguiente:



## Los Plaguicidas: Protección y Riesgo



Los plaguicidas son sustancias químicas diseñadas para eliminar o controlar plagas que afectan los cultivos, como insectos, roedores, hongos y bacterias. Gracias al uso de plaguicidas, los agricultores pueden evitar la pérdida de grandes cantidades de alimentos. Sin embargo, los plaguicidas también pueden ser tóxicos para otros organismos, incluyendo a los seres humanos. El uso indebido o excesivo de plaguicidas puede provocar contaminación en los alimentos, en el agua, y afectar la salud de los agricultores que están expuestos a ellos de manera regular.

Además, algunos plaguicidas permanecen en el medio ambiente durante mucho tiempo, afectando la biodiversidad y dañando a especies que no son el objetivo del control químico, como abejas y aves. Por esto, cada vez más se están promoviendo plaguicidas orgánicos y técnicas de control biológico que utilizan depredadores naturales de las plagas para proteger los cultivos sin el uso de químicos dañinos.

Entendiendo los riesgos y modos de uso de los plaguicidas es la mejor manera de darle un manejo adecuado en los cultivos, sin perjudicar el medio ambiente; de su aplicación dependen en gran medida muchos cultivos que son atacados por plagas, los plaguicidas tienen diferentes componentes químicos, estos componentes depende la plaga se necesita atacar algunos de los plaguicidas más comunes son:

- A. **Insecticidas:** se utilizan para matar o repeler insectos sus componentes químicos principales con compuestos organofosforados y carbamatos, los cuales actúan en la enzima acetilcolinesterasa, la cual es muy importante en el sistema nervioso de los insectos, cuando se inhibe esta enzima, se acumula la acetilcolina causando la parálisis y muerte del insecto.
- B. **Herbicidas:** se usan para eliminar o inhibir el crecimiento de malezas, entre sus principales compuestos químicos están el Glifosato que Inhibe la enzima EPSP sintasa, esencial en la ruta del ácido shikímico, que es responsable de la producción de aminoácidos aromáticos en las plantas. Esto bloquea el crecimiento de las plantas no deseadas; Atrazina que Inhibe el fotosistema II en las plantas, lo que interfiere en la fotosíntesis y provoca la muerte de la planta; 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) actúa como un herbicida hormonal que induce un crecimiento anormal en las plantas de hoja ancha,

lo que finalmente causa su muerte; Dicamba similar a 2,4-D, es un herbicida hormonal que interfiere en el crecimiento celular de las plantas; Paraquat produce radicales libres de oxígeno, que dañan las membranas celulares de las plantas y causan la desecación y muerte rápida de las hojas.

- C. **Rodenticidas:** Los rodenticidas están diseñados para matar roedores, y sus principales compuestos químicos incluyen: Anticoagulantes como Warfarina, bromadiolona, brodifacoum, que Inhiben la vitamina K, un factor crucial en la coagulación sanguínea, lo que provoca hemorragias internas y la muerte de los roedores.

Rodenticidas no anticoagulantes como Fosfuro de zinc, Al ser ingerido, el fosfuro de zinc libera gas fosfina en el estómago del roedor, lo que causa la muerte al afectar los órganos vitales.

- D. **Nematicidas:** Los nematicidas se usan para controlar nematodos en las raíces de las plantas. Los principales compuestos incluyen: Aldicarb es un carbamato que actúa inhibiendo la acetilcolinesterasa en los nematodos, a los cuales paraliza y destruye; fumigantes como 1,3-dicloropropeno estos fumigantes son gases que penetran el suelo y matan los nematodos por envenenamiento directo.

### **Riesgos del uso de plaguicidas**

El mal uso de plaguicidas puede generar graves afectaciones tanto a la salud como al medio ambiente, unos de los riesgos más latentes son la escorrentía y la percolación, donde estos plaguicidas pueden llegar a los cuerpos de agua causando daños tanto a la fauna como a los seres humanos, por lo anterior cada vez que se va usar un plaguicida se debe dosificar de manera adecuada y aplicarlo de modo correcto para evitar al máximo que estos puedan alcanzar las vías fluviales. Otro riesgo del uso indiscriminado de plaguicidas es que estos también pueden afectar colateralmente otras especies que no son consideradas plagas afectando así la biodiversidad.

También existe un alto riesgo si se usa de manera inadecuada los plaguicidas que estos se puedan acumular en los alimentos afectando así la salud de los consumidores, además que su uso puede generar resistencia en las plagas lo que puede generar grandes desequilibrios ambientales a largo plazo.

En conclusión, los plaguicidas, aunque son necesarios para proteger los cultivos su uso conlleva grandes riesgos, por eso, es necesario utilizarlos de una manera adecuada sin excederse en su uso y siempre buscando alternativas menos invasivas que permitan mitigar estos riesgos.

**Situación Problema:** En una plantación de tomates, los agricultores han detectado una infestación de orugas que está dañando el 25% de los cultivos. Deciden aplicar un plaguicida químico que elimina las orugas, pero también afecta a las abejas de la región, que son vitales para la polinización. Después de la aplicación, los agricultores notan una disminución en la producción de frutos en la temporada siguiente. ¿Cómo afectó el uso del plaguicida a la biodiversidad del área? ¿Qué alternativas de control de plagas se podrían haber utilizado?

**Situación problemática:** Una empresa está produciendo un fungicida que involucra la siguiente reacción:



Si la empresa tiene 3000 gramos de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) y 280 gramos de oxígeno ( $\text{O}_2$ ). Determinar ¿cuál es el reactivo límite y cuántos moles de acetaldehído ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) se producirán?

### Ejemplo con Plaguicidas:

Imagina que una fábrica está produciendo un plaguicida que incluye dicloroetano ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ), a partir de la reacción entre eteno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) y cloro ( $\text{Cl}_2$ ).

La ecuación balanceada para esta reacción es:  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$

## Cálculos con moles y masas

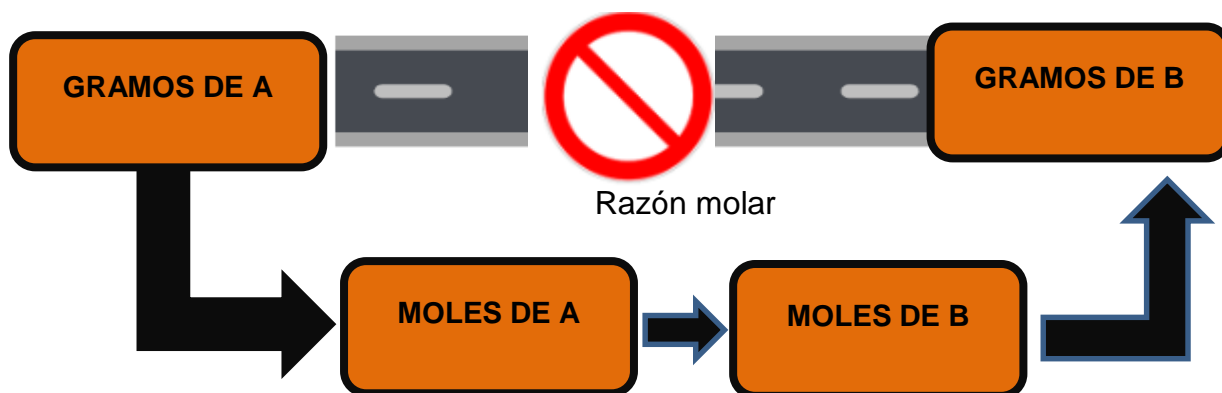


Las cantidades de las sustancias químicas usualmente son expresadas en masas, ya sea en gramos o kilogramos, por eso es necesario comprender cómo se combinan las conversiones de masa con las conversiones de moles, para esto entonces, debemos convertir las masas de las sustancias a moles, esto lo realizamos con las masas molares de cada sustancia química. Para hacerlo de una manera sencilla podemos seguir los siguientes pasos:

Gramos de A  $\Rightarrow$  Moles de A  $\Rightarrow$  Moles de B  $\Rightarrow$  Gramos de B

La secuencia anterior de conversión de “gramos de A” a “gramos de B” se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Balancear la ecuación.
2. Escribir la cantidad conocida de la sustancia, (gramos de A), como punto de partida. (puede ser cualquier reactivo o producto de la reacción)
3. Convertir “gramos de A” a “moles de A” empleando la masa molar de A.
4. Convertir “moles de A” a “moles de B” por medio de la razón molar (mol de B/mol A) obtenida de la ecuación balanceada.
5. Convertir las “moles de B” a “gramos de B” empleando la masa molar de B como factor de conversión.



Las conversiones adoptan la forma general:

$$\text{Gramos de A} \times \frac{\text{Moles de A}}{\text{Gramos de A}} \times \frac{\text{Moles de B}}{\text{Moles de A}} \times \frac{\text{Gramos B}}{\text{Moles de B}} = \text{Gramos de B}$$

**Ejercicio:**

¿Cuántos gramos de nitrógeno gaseoso  $N_2$ , se necesitan para producir 20.5 gramos de amoníaco gaseoso  $NH_3$ ?

### Reactivo Límite y Reactivo en Exceso



En muchas reacciones químicas, uno de los reactivos se consume completamente antes que los demás. Este reactivo se llama **reactivo límite** y es el que **determina la cantidad máxima de producto que puede formarse en la reacción**. Los otros reactivos, que están presentes en exceso, no se consumen por completo y se denominan reactivos en exceso.

**Reactivo Límite:** Es el reactivo que se acaba más rápido en una reacción y, por lo tanto, limita la cantidad de producto que se puede formar.

**Reactivo en Exceso:** Es el reactivo que sobra una vez que el reactivo límite se ha agotado.

Realizando una analogía para entender de mejor manera el reactivo límite, podríamos usar como ejemplo la preparación de un sándwich, suponiendo de cada sándwich debe llevar 2 rebanadas de pan, 3 rebanadas de jamón y 1 rebanada de queso:

2 rebanadas de pan + 3 rebanadas de jamón + 1 rebanada de queso      1 sándwich



**Ejercicio:** ¿Cuántos sándwiches se pueden preparar si se tienen 6 rebanadas de pan, 12 rebanadas de jamón, 5 rebanadas de queso? Una forma de averiguarlo consiste en tomar cada “reactivo” por separado y establecer el máximo de sándwiches que se pueden preparar con las cantidades disponibles.

$$6 \text{ rebanadas de pan} \times \frac{1 \text{ sándwich}}{2 \text{ rebanadas de pan}} = 3 \text{ sándwiches}$$

$$12 \text{ rebanadas de jamón} \times \frac{1 \text{ sándwich}}{3 \text{ rebanadas de jamón}} = 4 \text{ sándwiches}$$

$$5 \text{ rebanadas de queso} \times \frac{1 \text{ sándwich}}{1 \text{ rebanadas de queso}} = 5 \text{ sándwiches}$$

En este caso como podemos observar el reactivo limitante es el pan, ya que nos limita la preparación a solo 3 sándwiches, como observamos en la analogía no necesariamente el reactivo que está en menor cantidad es el reactivo límite.

Cálculo de la Cantidad de Producto Formado a partir del Reactivo Límite

Una vez identificado el reactivo límite, podemos calcular la cantidad de producto que se formará usando las relaciones molares de la ecuación química balanceada.

### **Pasos para el cálculo del reactivo límite**

1. calcular en todos los casos la cantidad de producto que se forma (en moles o gramos) con base en la cantidad conocida de cada reactivo límite.
2. Identificar el reactivo límite. Es el reactivo que forma la menor cantidad de producto.
3. La cantidad de producto que se puede formar durante la reacción es la que forma el reactivo límite.

**Ejemplo:** si se colocan 55 gramos de nitrógeno gaseoso  $N_2$ , en un recipiente con 55 gramos de hidrógeno gaseoso  $H_2$ , determinar cuál es el reactivo límite y cuántos gramos de amoníaco se pueden producir en esta reacción.



1. Paso: con las cantidades indicadas en el problema, calcula cuántos gramos de producto se forman a partir de cada reactivo.

$$\begin{aligned} \text{Con } N_2: \quad & 55 \text{ g } N_2 \times \frac{1 \text{ mol } N_2}{28 \text{ g } N_2} \times \frac{2 \text{ moles } NH_3}{1 \text{ mol } N_2} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \\ & = 66,8 \text{ g } NH_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Con } H_2: \quad & 55 \text{ g } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } H_2}{2 \text{ g } H_2} \times \frac{2 \text{ moles } NH_3}{3 \text{ moles } H_2} \times \frac{17 \text{ g } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \\ & = 311,7 \text{ g } NH_3 \end{aligned}$$

### Fungicidas y medio ambiente



Los fungicidas son sustancias tóxicas utilizados en la agricultura para eliminar hongos que afectan el normal desarrollo de los cultivos agrícolas, los fungicidas más utilizados contienen compuestos químicos con azufre se a comprobado que el uso indiscriminado de fungicidas puede afectar de manera negativa a los consumidores del producto final. Los fungicidas pueden ser de 3 tipos:

1. De contacto: protege la planta en la parte exterior.
2. Translaminares: se colocan en la parte superior de la planta y de ahí se distribuye hacia el resto de sus partes.
3. Sistémicos: pueden estar dentro de la planta como el exterior de la planta.

Teniendo en cuenta los modos de usos de los fungicidas es indispensable usar traje, máscara y guantes para su aplicación en los cultivos.

Los fungicidas se encuentran en forma líquida o sólida, muchos de los que son inorgánicos tienen un gran porcentaje de azufre y son altamente tóxicos, también hay de tipo orgánico en compuestos con benceno, las reacciones para la producción de manera industrial estos productos son complejas por eso no podemos entrar a detalle es estas ecuaciones químicas.

### Actividad:

1. Formar grupos de 3 personas realizar una exposición sobre los fungicidas y los riesgos sobre la salud
2. Tomar fotos de los productos que tengan en sus hogares que se reconocen como fungicidas.
3. Conformar dos grupos para realizar un debate un grupo defenderá el uso de los fungicidas de origen inorgánico y otro los fungicidas de origen orgánico.

**Situación problema:** un cultivo de aguacate está haciendo infectado por un hongo que según sus características se muestra reactivo al fungicida que tiene como principal componente el pentacloronitrobenceno ( $C_6Cl_5NO_2$ ) si cada árbol sólo puede recibir 0.4 moles de pentacloronitrobenceno ¿cuantos gramos se le deben aplicar por árbol?

### Aplicación en la Industria:



En la fabricación de plaguicidas, es fundamental conocer las relaciones molares entre los reactivos y productos para que la reacción se lleve a cabo de manera eficiente, sin desperdiciar materiales. Si una empresa de plaguicidas está produciendo un compuesto que contiene cloro, necesitará saber cuántos moles de cloro reaccionan con otros compuestos para generar la cantidad deseada de producto final.

### Importancia de la estequiometría en la Química y su Aplicación en la Industria

La estequiometría es esencial en la química porque nos permite:

1. Predecir la cantidad de productos que se obtendrán en una reacción a partir de la cantidad de reactivos disponibles.
2. Determinar las cantidades óptimas de reactivos para evitar desperdicios o exceso de productos.
3. Controlar procesos químicos en la industria, como la fabricación de medicamentos, productos químicos, plaguicidas y fertilizantes, asegurando que se mantenga un uso eficiente y seguro de los materiales.

## **Ejemplos en la Vida Cotidiana Relacionados con Fertilizantes, Plaguicidas y Fungicidas**

### **1. Fertilizantes:**

Un agricultor quiere aplicar un fertilizante que tiene una proporción de nitrógeno (N) de 15% en su campo de cultivo. El fertilizante viene en sacos de 50 kg, y el agricultor necesita calcular cuántos moles de nitrógeno está aplicando por hectárea. Usando la estequiometría, el agricultor puede determinar la cantidad exacta de fertilizante que debe aplicar para maximizar el crecimiento de sus cultivos sin desperdiciar recursos.

Solución: El agricultor calcularía cuántos gramos de nitrógeno hay en 50 kg de fertilizante (15% de nitrógeno). Luego, utilizando la masa molar del nitrógeno (14.01 g/mol), puede calcular cuántos moles de nitrógeno están presentes y aplicarlos al campo de manera eficiente.

### **2. Plaguicidas:**

Una empresa de plaguicidas fabrica un compuesto que contiene fósforo (P) como ingrediente activo. Durante la producción, la empresa necesita saber cuántos moles de fósforo están presentes en 100 kg de plaguicida para garantizar que la concentración sea la correcta. Si aplican más de lo necesario, podrían dañar el ambiente o los cultivos.

Solución: La estequiometría permite calcular cuántos moles de fósforo se necesitan para fabricar una cantidad específica de plaguicida, garantizando que no haya excesos o faltantes en la fórmula.

### 3. Fungicidas:

Un viticultor quiere aplicar un fungicida a sus viñedos para controlar la aparición de hongos que afectan la calidad de las uvas. Usando estequiometría, el viticultor puede calcular la cantidad exacta de fungicida necesaria por hectárea, para evitar el uso excesivo que podría contaminar el suelo o el agua.

Solución: El viticultor calcula la cantidad de moles del fungicida activo a aplicar, según las recomendaciones del fabricante. De esta manera, asegura que la dosificación sea adecuada y no perjudique el ecosistema local.

### Lecturas de Apoyo

-Introducción a la estequiometría: [Acceso Aquí](#)

-Estequiometría: fundamentación para los cálculos estequiométricos: [Acceso Aquí.](#)

### Preguntas Reflexivas:

Con base en el diagnóstico realizado sobre las habilidades de pensamiento crítico a continuación se presentan algunas actividades y preguntas con el fin de favorecer habilidades de escritura, lectura y expresión oral, desde el trabajo con el tema de la estequiometría.

1. ¿Cómo crees que el uso excesivo de fertilizantes puede afectar a largo plazo el suelo y las fuentes de agua cercanas?
2. ¿Qué alternativas sostenibles podrían implementarse para reducir el impacto ambiental de los fertilizantes?
3. Con base en la lectura: estequiometría: fundamentación para los cálculos estequiométricos, en la página 198: ¿Es importante la industria? Escribe un texto en el cual puedas presentar las ventajas y desventajas de la industria en tu municipio, en el país y a nivel internacional.

4. Podrías esquematizar la manera como se lleva a cabo el proceso de cultivo en tu hogar. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso? ¿Qué requieres o cuáles son las herramientas e insumos para dicha actividad?

#### **Material de apoyo:**

1. Vídeo 1: ¿Cómo resolver problemas de estequiometría?

<https://www.youtube.com/watch?v=lrFFdhP9szA>

2. Vídeo 2: Balanceo por Tanteo:

<https://www.youtube.com/watch?v=Aun5pMEHIA0>

3. Vídeo 3: BALANCEO de ecuaciones por TANTEO:

[https://www.youtube.com/watch?v=wI\\_HCBxpBs0](https://www.youtube.com/watch?v=wI_HCBxpBs0)

4. Lectura adicional:

[Acceso Aquí.](#)

#### **Preguntas Reflexivas:**

1. ¿Qué impacto tienen los plaguicidas en la biodiversidad y cómo podríamos minimizar estos efectos?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de usar plaguicidas orgánicos en lugar de plaguicidas químicos?
3. ¿Cómo podría el uso prolongado de herbicidas afectar la salud del suelo y la biodiversidad?
4. ¿Qué estrategias sostenibles existen para el control de malezas en la agricultura?

**Actividades:**

**Actividad de Escritura:** Escribe un ensayo argumentativo de una página respondiendo a la siguiente pregunta: ¿Es posible equilibrar el uso de productos químicos en la agricultura con la protección del medio ambiente? Justifica tu respuesta con ejemplos.

**Actividad de Expresión Oral:** Organiza un debate en clase sobre el siguiente tema: “El uso de productos químicos en la agricultura: ¿solución o problema?”. Los estudiantes se dividirán en grupos a favor y en contra del uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas, presentando argumentos basados en la lectura y en sus investigaciones adicionales.

**Actividad de Lectura Crítica:** Busca un artículo reciente sobre los efectos del uso de plaguicidas en los ecosistemas cercanos a áreas de cultivo. Haz un resumen escrito del artículo y presenta los puntos principales a tus compañeros de clase.

## Anexo F. Tablas del análisis estadístico.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en la categoría proporciones y porcentajes para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-1.** Variable: Diferencia Proporciones y Porcentajes.

Concepto	Proporciones y porcentajes		
	Valoración (P. D.)	Valoración (P. F.)	Diferencia
Estudiante 1	0	0	0
Estudiante 2	1	1	0
Estudiante 3	1	1	0
Estudiante 4	1	1	0
Estudiante 5	1	1	0
Estudiante 6	1	1	0
Estudiante 7	2	2	0
Estudiante 8	1	1	0
Estudiante 9	2	2	0
Estudiante 10	1	1	0
Estudiante 11	1	1	0
Estudiante 12	2	2	0
Estudiante 13	1	1	0
Estudiante 14	1	1	0
Estudiante 15	1	2	-1
Estudiante 16	0	1	-1
Estudiante 17	1	2	-1
Estudiante 18	0	2	-2

Enseguida se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la categoría de proporciones y porcentajes, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-2.** Estadísticos Descriptivos Diferencias Proporciones y Porcentajes.

	Estadístico	Error estándar

Diferencia Proporciones Y Porcentajes	Media		,28	,135
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,01	
		Límite superior	,56	
	Media recortada al 5%		,20	
	Mediana		,00	
	Varianza		,330	
	Desv. Estándar		,575	
	Mínimo		0	
	Máximo		2	
	Rango		2	
	Rango intercuartil		0	
	Asimetría		2,072	,536
	Curtosis		3,849	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

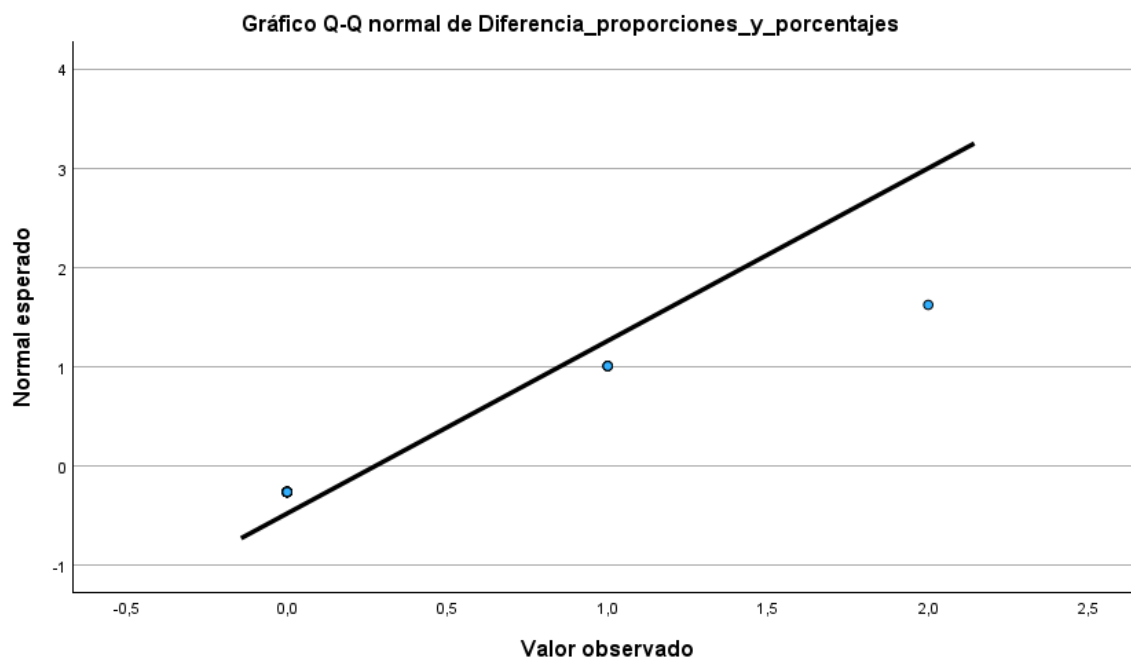
Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-3.** Prueba de Normalidad Diferencia Proporciones y Porcentajes

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Proporciones Y Porcentajes	,463	18	<,001	,552	18	<b>&lt;,001</b>
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**figura 0-1.** Gráfico Normal de Diferencia Proporciones y Porcentajes.



La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en el tema de composición de la materia para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-4.** Variable: Diferencia Composición de la Materia.

Concepto	Composición de la materia		
	Valoración (P. D.)	Valoración (P. F.)	Diferencia
Estudiante 1	2	2	0
Estudiante 2	1	1	0
Estudiante 3	1	1	0
Estudiante 4	2	2	0
Estudiante 5	2	2	0
Estudiante 6	0	0	0
Estudiante 7	2	2	0
Estudiante 8	2	2	0
Estudiante 9	2	2	0
Estudiante 10	1	1	0
Estudiante 11	2	2	0
Estudiante 12	2	2	0
Estudiante 13	2	2	0
Estudiante 14	1	1	0
Estudiante 15	1	1	0
Estudiante 16	0	1	-1
Estudiante 17	1	2	-1
Estudiante 18	2	1	1

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la categoría de composición de la materia, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-5.** Estadísticos Descriptivos Diferencias Composición de la Materia.

			Estadístico	Error estándar
Diferencia Composición de la Materia	Media		-,06	,098
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,26	
		Límite superior	,15	

	Media recortada al 5%	-,06	
	Mediana	,00	
	Varianza	,173	
	Desv. Estándar	,416	
	Mínimo	-1	
	Máximo	1	
	Rango	2	
	Rango intercuartil	0	
	Asimetría	-,465	,536
	Curtosis	4,303	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

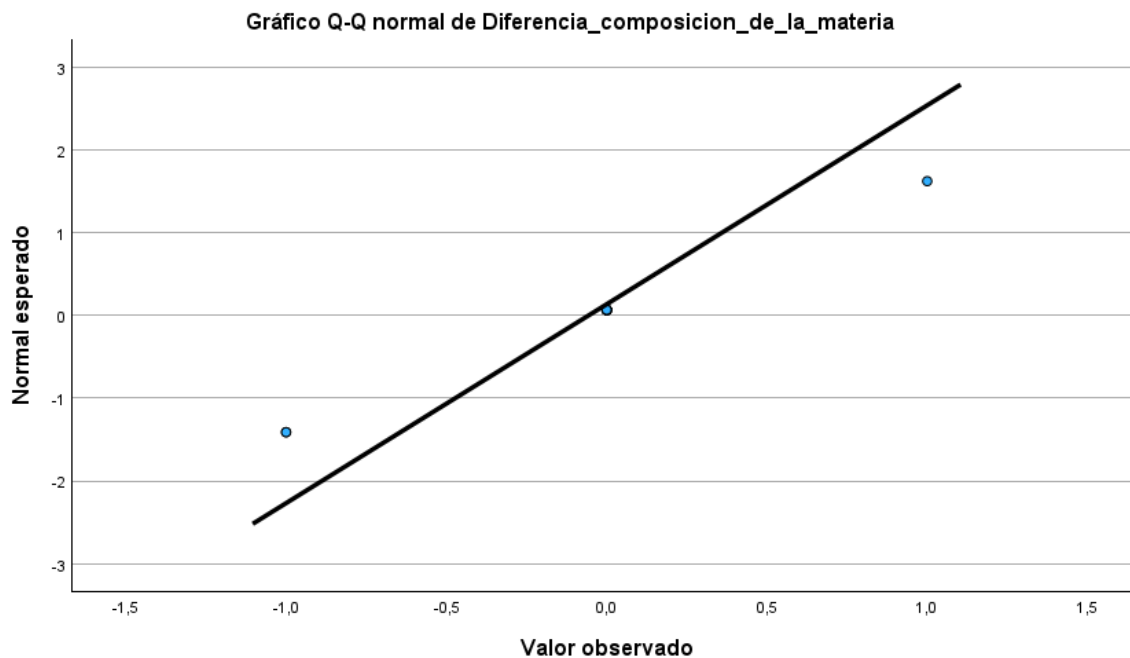
Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-6.** Prueba de Normalidad Diferencia Composición de la Materia.

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Composición de la Materia	,442	18	<,001	,577	18	<b>&lt;,001</b>
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**figura 0-2.** Gráfico Normal de Diferencia Composición de la Materia.



La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en el tema de conservación de la materia para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-7.** Variable: Diferencia Conservación de la Materia.

Concepto	Conservación de la Materia		
	Valoración (P. D.)	Valoración (P. F.)	Diferencia
Estudiante 1	1	0	1
Estudiante 2	2	2	0
Estudiante 3	2	2	0
Estudiante 4	1	1	0
Estudiante 5	1	1	0
Estudiante 6	2	2	0
Estudiante 7	1	1	0
Estudiante 8	2	2	0
Estudiante 9	2	2	0
Estudiante 10	2	2	0
Estudiante 11	0	0	0
Estudiante 12	1	1	0
Estudiante 13	1	1	0
Estudiante 14	2	2	0
Estudiante 15	2	2	0
Estudiante 16	1	1	0
Estudiante 17	0	1	-1
Estudiante 18	0	2	-2

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en el tema de conservación de la materia, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-8.** Estadísticos Descriptivos Diferencia Conservación de la Materia.

			Estadístico	Error estándar
Diferencia Conservación de la Materia	Media		-,11	,137
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,40	
		Límite superior	,18	
	Media recortada al 5%		-,07	
	Mediana		,00	
	Varianza		,340	
	Desv. Estándar		,583	

	Mínimo	-2	
	Máximo	1	
	Rango	3	
	Rango intercuartil	0	
	Asimetría	-2,020	,536
	Curtosis	7,186	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

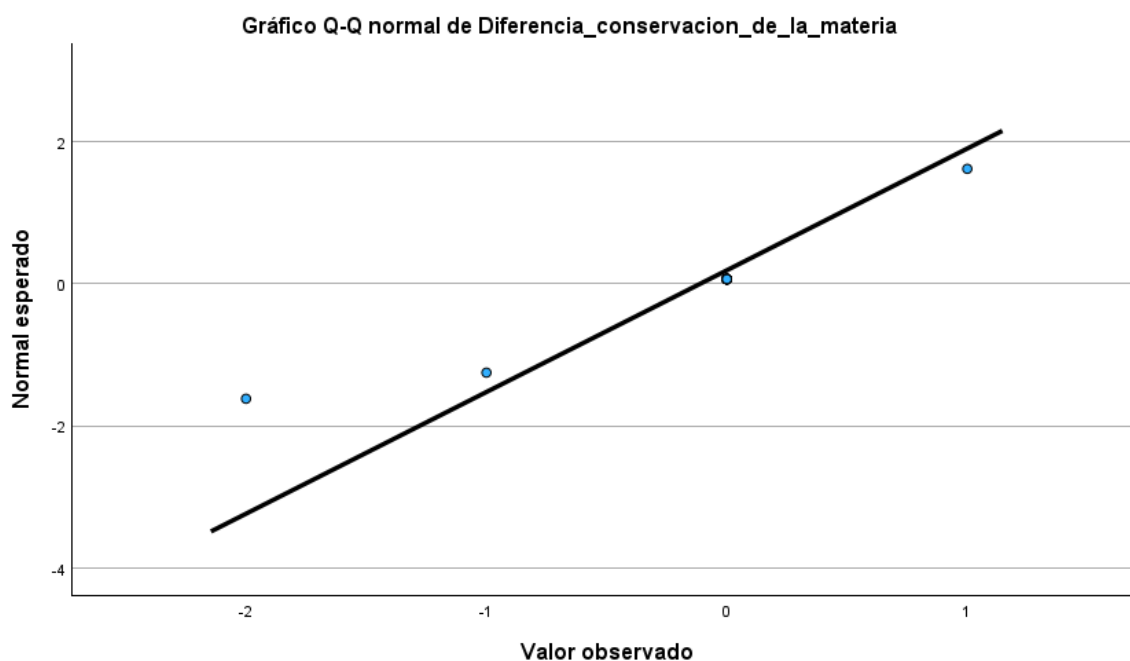
Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-9.** Prueba de Normalidad Diferencia Conservación de la Materia.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia conservación de la materia	,464	18	<,001	,555	18	<b>&lt;,001</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

**figura 0-3.** Gráfico Normal Diferencia Conservación de la Materia.



La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en el tema de formulación química para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-10.** Variable: Diferencia Formulación Química.

Formulación química			
Estudiantes	Valoración (P. D.)	Valoración (P. F.)	Diferencia
Estudiante 1	0	0	0
Estudiante 2	1	1	0
Estudiante 3	1	1	0
Estudiante 4	1	1	0
Estudiante 5	1	1	0
Estudiante 6	0	0	0
Estudiante 7	1	1	0
Estudiante 8	2	2	0
Estudiante 9	1	1	0
Estudiante 10	0	0	0
Estudiante 11	1	1	0
Estudiante 12	1	1	0
Estudiante 13	0	0	0
Estudiante 14	1	1	0
Estudiante 15	1	2	-1
Estudiante 16	0	1	-1
Estudiante 17	1	2	-1
Estudiante 18	0	1	-1

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la categoría de formulación química, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-11.** Estadísticos Descriptivos Diferencia Formulación Química.

		Estadístico	Error estándar
	Media	-,22	,101
	Límite inferior	-,43	

Diferencia Formulación Química	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	-,01	
	Media recortada al 5%		-,19	
	Mediana		,00	
	Varianza		,183	
	Desv. Estándar		,428	
	Mínimo		-1	
	Máximo		0	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		0	
	Asimetría		-1,461	,536
	Curtosis		,137	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

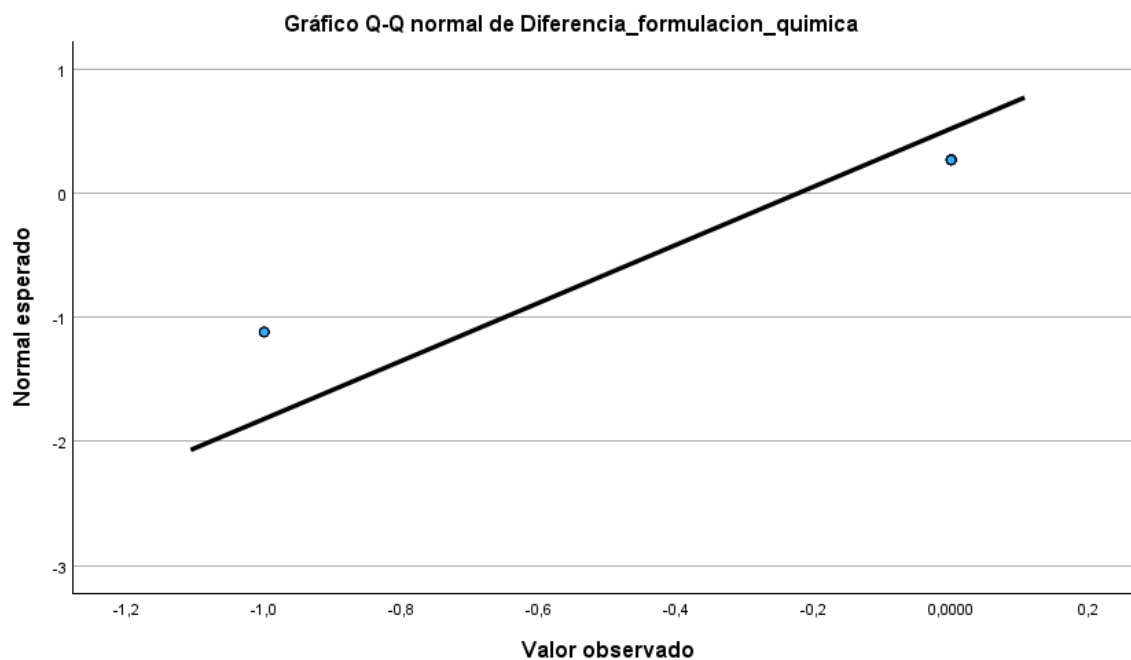
Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-12.** Pruebas de Normalidad Formulación Química.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Formulación Química	,476	18	<,001	,520	18	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

figura 0-4. Gráfico normal diferencia Formulación Química.



La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en el tema de ecuaciones químicas para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-13.** Variable: Diferencia Ecuaciones Química.

<b>Ecuaciones químicas</b>			
<b>Estudiantes</b>	<b>Valoración (P. D.)</b>	<b>Valoración (P. F.)</b>	<b>Diferencia</b>
Estudiante 1	2	2	0
Estudiante 2	1	1	0
Estudiante 3	1	1	0
Estudiante 4	2	2	0
Estudiante 5	2	2	0
Estudiante 6	1	1	0
Estudiante 7	1	1	0
Estudiante 8	1	1	0
Estudiante 9	0	0	0
Estudiante 10	2	2	0
Estudiante 11	1	1	0
Estudiante 12	0	0	0
Estudiante 13	1	1	0
Estudiante 14	2	2	0
Estudiante 15	0	0	0
Estudiante 16	1	1	0
Estudiante 17	0	1	-1
Estudiante 18	1	2	-1

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en el tema de ecuaciones químicas, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-14.** Estadísticos Descriptivos Diferencia Formulación Química.

		<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
Diferencia Ecuaciones Químicas	Media	-,11	,076	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,27	
		Límite superior	,05	
	Media recortada al 5%	-,07		
	Mediana	,00		
	Varianza	,105		
	Desv. Estándar	,323		
Mínimo	-1			

	Máximo	0	
	Rango	1	
	Rango intercuartil	0	
	Asimetría	-2,706	,536
	Curtosis	5,977	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

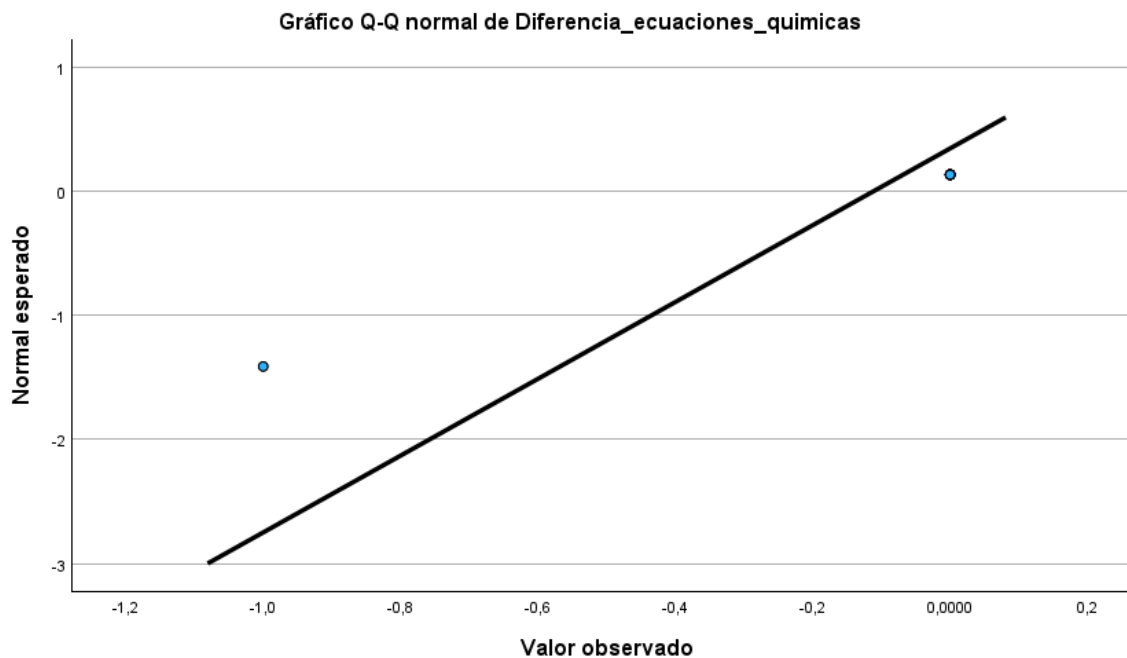
Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-15.** Pruebas de Normalidad Ecuaciones Química.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Ecuaciones Químicas	,523	18	<,001	,373	18	<,001
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**figura 0-5.** Gráfico Normal Diferencia Ecuaciones Química.



La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, en la prueba final y la diferencia entre ambas valoraciones en el tema de estequiometría para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-16.** Variable: Diferencia Estequiometría.

Estequiometría			
Estudiantes	Valoración (P. D.)	Valoración (P. F.)	Diferencia
Estudiante 1	2	2	0
Estudiante 2	1	1	0
Estudiante 3	2	2	0
Estudiante 4	1	1	0
Estudiante 5	2	2	0
Estudiante 6	1	1	0
Estudiante 7	1	1	0
Estudiante 8	1	1	0
Estudiante 9	2	2	0
Estudiante 10	0	0	0
Estudiante 11	1	1	0
Estudiante 12	1	1	0
Estudiante 13	1	1	0
Estudiante 14	1	1	0
Estudiante 15	1	2	-1
Estudiante 16	0	1	-1
Estudiante 17	1	2	-1
Estudiante 18	1	2	-1

A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la categoría estequiometría, los cuales corresponden a las diferencias entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo.

**Tabla 0-17.** Estadísticos Descriptivos Diferencia Estequiometría.

			Estadístico	Error estándar
Diferencia estequiometría	Media		-,2222	,10083
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,4350	
		Límite superior	-,0095	

	Media recortada al 5%	-,1914	
	Mediana	,0000	
	Varianza	,183	
	Desv. Estándar	,42779	
	Mínimo	-1,00	
	Máximo	,00	
	Rango	1,00	
	Rango intercuartil	,25	
	Asimetría	-1,461	,536
	Curtosis	,137	1,038

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

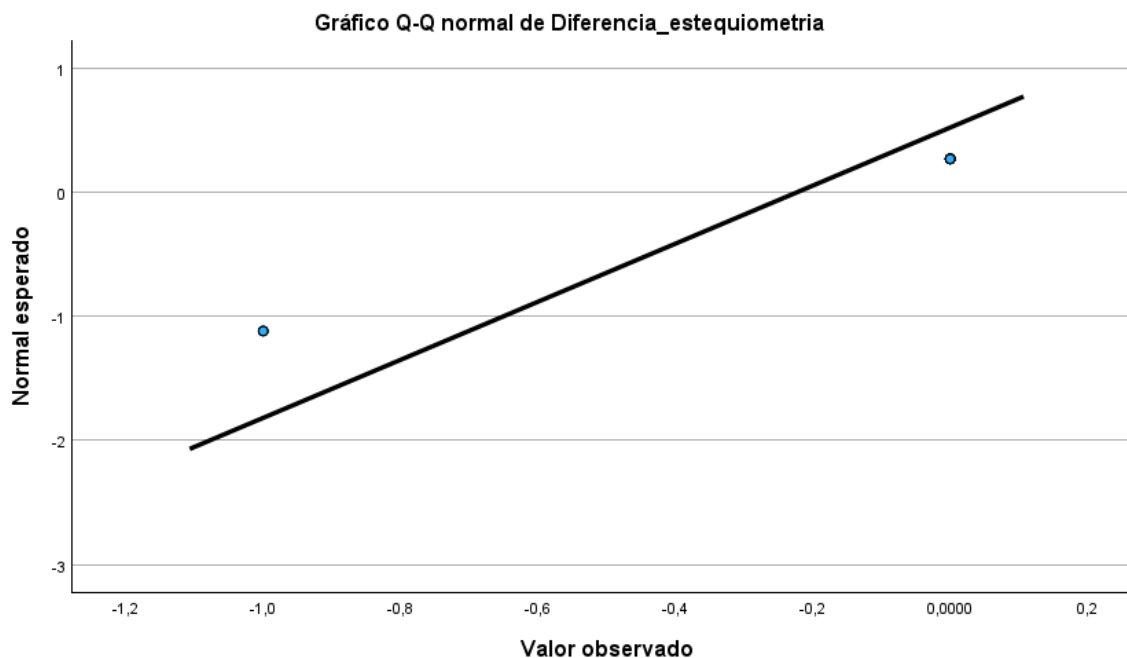
Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-18.** Pruebas de Normalidad Estequiometría.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Diferencia estequiometría	,476	18	<,001	,520	18	<b>&lt;,001</b>

a. Corrección de significación de Lilliefors

figura 0-6. Gráfico Normal Diferencia Estequiometría.



Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Hipótesis alterna ( $H_a$ ): Sí existen diferencias significativas entre las valoraciones de la prueba diagnóstica y la prueba final.

Tabla 0-19. Niveles de Significancia Prueba no Paramétrica de Wilcoxon por categoría.

Estadísticos de prueba						
	Diferencia Proporciones Y Porcentajes	Diferencia Composición de la Materia	Diferencia Conservación de la Materia	Diferencia Formulación Química	Diferencia Ecuaciones Químicas	Diferencia estequiometría
Z	-1,890 <sup>b</sup>	-,577 <sup>b</sup>	-,816 <sup>b</sup>	-2,000 <sup>b</sup>	-1,414 <sup>b</sup>	-2,000 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,059	,564	,414	<b>,046</b>	,157	<b>,046</b>
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon						
b. Se basa en rangos negativos.						

Tabla 0-20. Resultados test habilidades Básicas del Pensamiento Crítico.

<b>Categoría</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Total desacuerdo 1</b>	<b>Desacuerdo 2</b>	<b>A veces de acuerdo 3</b>	<b>De acuerdo 4</b>	<b>Muy de acuerdo 5</b>	<b>Total</b>
<b>Lectura</b>	1	3	12	1	1	1	18
	2	2	3	10	3	0	18
	3	4	4	8	1	1	18
	4	2	2	8	6	0	18
	5	5	6	5	2	0	18
	6	8	5	4	1	0	18
	7	5	3	6	3	1	18
	8	6	6	4	2	0	18
	9	6	5	4	3	0	18
	10	8	6	2	2	0	18
	11	3	4	7	4	0	18
	12	7	5	4	2	0	18
	13	9	5	2	2	0	18
	14	10	5	3	0	0	18
	15	8	7	2	1	0	18
	16	7	7	2	2	0	18
<b>Escritura</b>	17	9	5	2	2	0	18
	18	8	5	3	1	1	18
	19	10	4	2	2	0	18
	20	11	4	3	0	0	18
	21	6	3	2	6	1	18
	22	7	5	2	4	0	18
	23	6	6	4	2	0	18
	24	8	6	2	2	0	18
<b>Expresión oral</b>	25	4	3	3	6	2	18
	26	6	5	4	3	0	18
	27	8	2	5	2	1	18
	28	6	3	5	3	1	18
	29	3	5	4	5	1	18
	30	8	6	2	2	0	18

**Tabla 0-21.** Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest diferencia total desacuerdo.

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Diferencia Total Desacuerdo	Media	1,27	,225	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,81	
		Límite superior	1,73	
	Media recortada al 5%	1,20		
	Mediana	1,00		
	Varianza	1,513		
	Desv. Estándar	1,230		
	Mínimo	0		
	Máximo	4		
	Rango	4		
	Rango intercuartil	2		
	Asimetría	,404	,427	
	Curtosis	-1,012	,833	

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

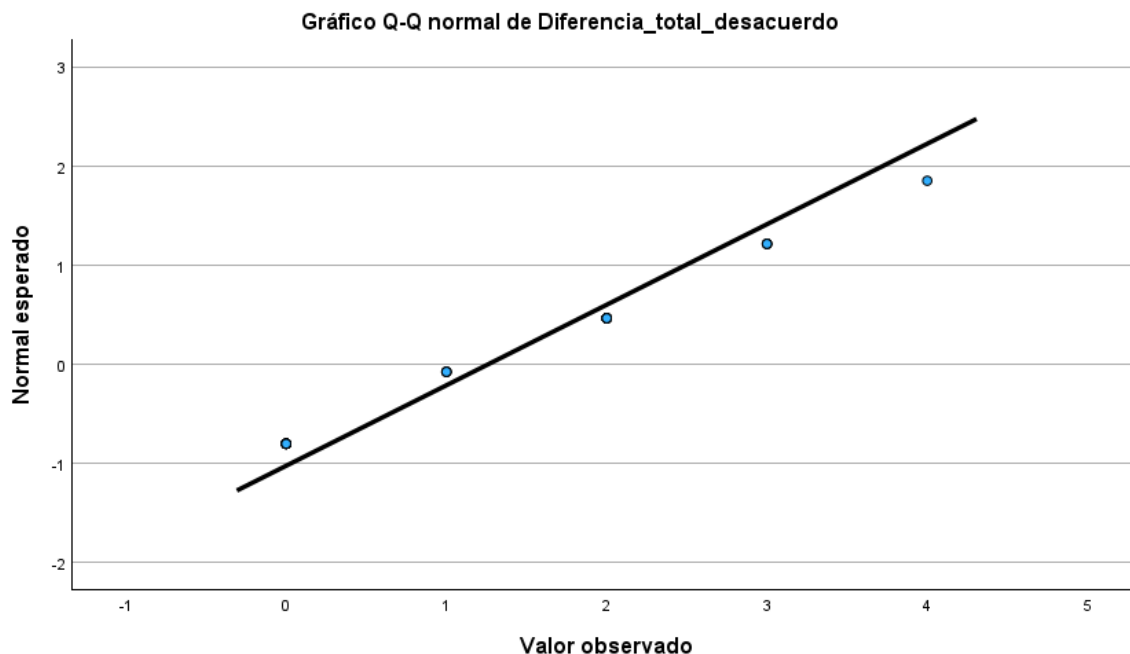
Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-22.** Pruebas de Normalidad Diferencia Total Desacuerdo.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Diferencia Total Desacuerdo	,248	30	<,001	,845	30	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

**figura 0-7.** Gráfico Normal de Diferencia Total Desacuerdo.



A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las diferencias entre los resultados del pretest y el postest de la opción Desacuerdo para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre.

**Tabla 0-23.** Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia Desacuerdo.

<b>Descriptivos</b>					
			Estadístico	Error estándar	
Diferencia Desacuerdo	Media		,70	,236	
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,22	
			Límite superior	1,18	
	Media recortada al 5%		,67		
	Mediana		1,00		
	Varianza		1,666		
	Desv. Estándar		1,291		
	Mínimo		-2		
	Máximo		4		
	Rango		6		
	Rango intercuartil		1		
	Asimetría		,297	,427	
	Curtosis		,477	,833	

Planteamiento de la hipótesis:

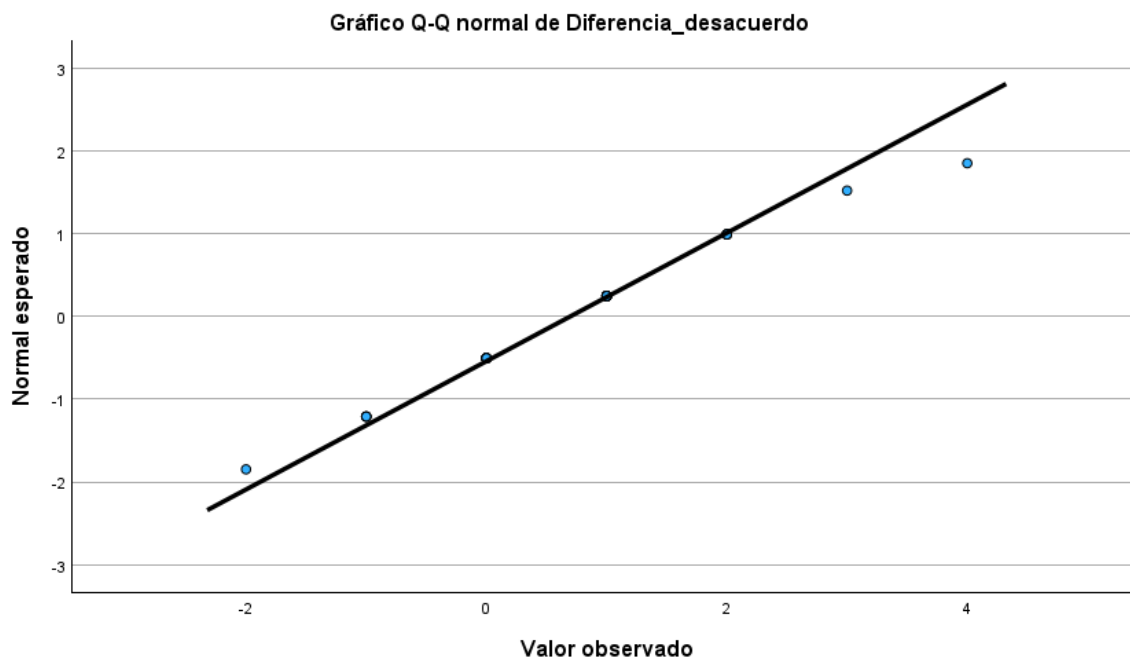
Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-24.** Pruebas de Normalidad Diferencia Desacuerdo.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Diferencia Desacuerdo	,175	30	,020	,946	30	,133
a. Corrección de significación de Lilliefors						

**figura 0-8.** Gráfico Normal de Diferencia Desacuerdo.



A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las diferencias entre los resultados del pretest y el postest de la opción A Veces De Acuerdo para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre.

**Tabla 0-25.** Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia a Veces de Acuerdo.

Descriptivos				
			Estadístico	Error estándar
Diferencia A Veces De Acuerdo	Media		-1,00	,299
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-1,61	
		Límite superior	-,39	
	Media recortada al 5%		-1,02	
	Mediana		-1,00	
	Varianza		2,690	
	Desv. Estándar		1,640	
	Mínimo		-4	
	Máximo		2	
	Rango		6	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		,302	,427
	Curtosis		-,628	,833

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): Los datos tienen una distribución normal.

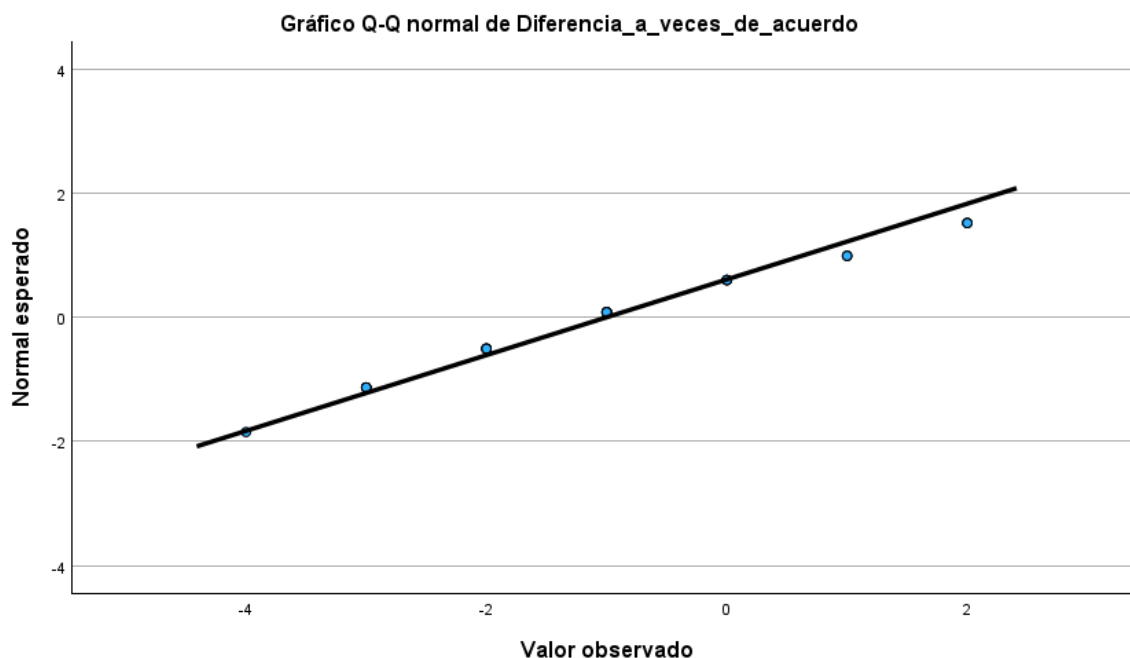
Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-26.** Pruebas de Normalidad Diferencia a Veces de Acuerdo.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Diferencia A Veces De Acuerdo	,167	30	,033	,942	30	,102

a. Corrección de significación de Lilliefors

**figura 0-9.** Gráfico Normal Diferencia a Veces de Acuerdo.



A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las diferencias entre los resultados del pretest y el postest de la opción De Acuerdo para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre.

**Tabla 0-27.** Estadísticos Descriptivos Pretest y Postest Diferencia de Acuerdo.

<b>Descriptivos</b>				
			Estadístico	Error estándar
Diferencia De Acuerdo	Media		-,70	,204
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-1,12	
		Límite superior	-,28	
	Media recortada al 5%		-,67	
	Mediana		,00	
	Varianza		1,252	
	Desv. Estándar		1,119	
	Mínimo		-3	
	Máximo		1	
	Rango		4	

	Rango intercuartil	1	
	Asimetría	-,804	,427
	Curtosis	-,204	,833

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

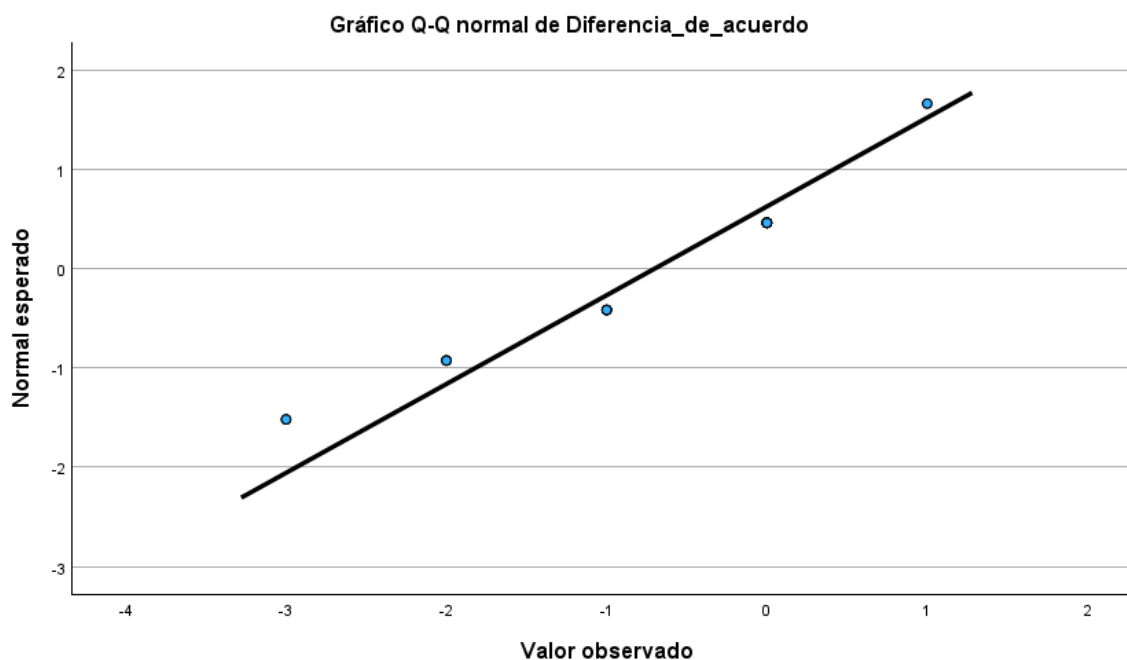
Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-28.** Pruebas de Normalidad Diferencia de Acuerdo.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia De Acuerdo	,301	30	<,001	,840	30	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

**figura 0-10.** Gráfico Normal Diferencia de Acuerdo.



A continuación, se muestran los estadísticos descriptivos de las diferencias entre los resultados del pretest y el posttest de la opción Muy De Acuerdo para los 18 estudiantes de los grados décimo y undécimo de la I.E. Alfonso Daza Aguirre.

**Tabla 0-29.** Estadísticos Descriptivos Pretest y Posttest Diferencia Muy de Acuerdo.

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Diferencia Muy De Acuerdo	Media	-,27	,082	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,43	
		Límite superior	-,10	
	Media recortada al 5%	-,24		
	Mediana	,00		
	Varianza	,202		
	Desv. Estándar	,450		
	Mínimo	-1		
	Máximo	0		
	Rango	1		
	Rango intercuartil	1		
	Asimetría	-1,112	,427	
	Curtosis	-,824	,833	

Planteamiento de la hipótesis:

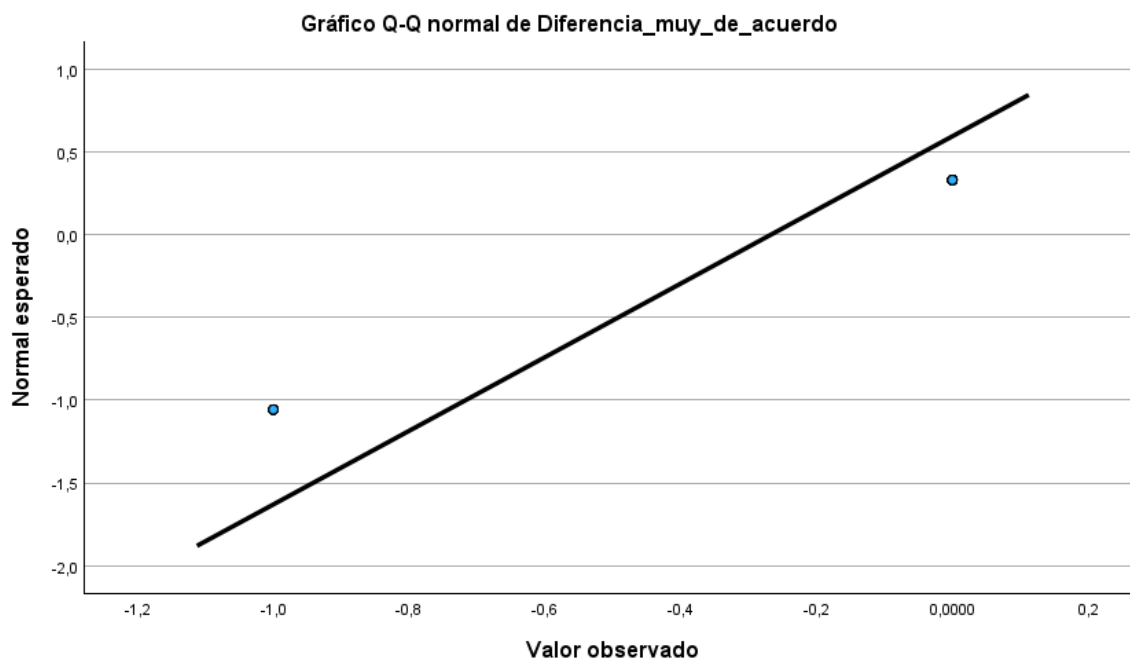
Hipótesis nula (Ho): Los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (Ha): Los datos no tienen una distribución normal.

**Tabla 0-30.** Pruebas de Normalidad Diferencia Muy de Acuerdo.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Muy De Acuerdo	,457	30	<,001	,554	30	<,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 0-31.** Gráfico Normal de Diferencia Muy de Acuerdo.

Luego de aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon a las variables que no cumplen con el supuesto de normalidad, se obtienen los siguientes niveles de significancia para las diferencias entre los resultados del pretest y el postest para cada una de las categorías.

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

Hipótesis alterna (Ha): Sí existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

**Tabla 0-32.** Estadísticos de Prueba<sup>a</sup> Diferencia Total Desacuerdo.

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	<b>DIFERENCIA TOTAL DESACUERDO (1)</b>
Z	-3,787 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	<b>&lt;,001</b>
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

**Tabla 0-33.** Estadísticos de Prueba<sup>a</sup> Diferencia de Acuerdo.

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	DIFERENCIA DE ACUERDO (4)
Z	-2,956 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	<b>,003</b>
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

**Tabla 0-34.** Estadísticos de Prueba<sup>a</sup> Muy de Acuerdo.

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	DIFERENCIA MUY DE ACUERDO (5)
Z	-2,828 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	<b>,005</b>
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

### Prueba de T - Student para muestras relacionadas

Luego de aplicar la prueba paramétrica de T - Student a las variables que sí cumplen con el supuesto de normalidad, se obtienen los siguientes niveles de significancia para las diferencias entre los resultados del pretest y el postest para cada una de las categorías.

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): No existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>): Sí existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

**Tabla 0-35.** Estadísticas de Muestras Emparejadas item Desacuerdo.

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>				
	Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
DESACUERDO (2) PRETEST	4,90	30	1,900	,347

DESACUERDO (2) POSTEST	4,20	30	1,937	,354
---------------------------	------	----	-------	------

**Tabla 0-36.** Correlaciones de Muestras Emparejadas ítem Desacuerdo.

Correlaciones de muestras emparejadas				
	N	Correlación	Significación	
			P de un factor	P de dos factores
DESACUERDO (2) PRETEST & DESACUERDO (2) POSTEST	30	,774	<,001	<,001

**Tabla 0-37.** Prueba T-Student para Muestras Emparejadas ítem Desacuerdo.

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas					t	gl	Significación	
	Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factores
				Inferior	Superior				
DESACUERDO (2) PRETEST - DESACUERDO (2) POSTEST	,700	1,291	,236	,218	1,182	2,971	29	,003	<b>,006</b>

Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): No existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

Hipótesis alterna (Ha): Sí existen diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest.

**Tabla 0-38.** Estadísticas de Muestras Emparejadas ítem a Veces de Acuerdo.

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar

A VECES DE ACUERDO (3) PRETEST	3,83	30	2,167	,396
A VECES DE ACUERDO (3) POSTEST	4,83	30	2,245	,410

**Tabla 0-39.** Correlaciones de Muestras Emparejadas a Veces de Acuerdo.

Correlaciones de muestras emparejadas				
	N	Correlación	Significación	
			P de un factor	P de dos factores
A VECES DE ACUERDO (3) PRETEST & A VECES DE ACUERDO (3) POSTEST	30	,724	<,001	<,001

**Tabla 0-40.** Prueba T-Student para Muestras Emparejadas a Veces de Acuerdo.

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas					t	gl	Significación	
	Medi a	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				P de un factor	P de dos factor es
				Inferior	Superior				
A VECES DE ACUERDO (3) PRETEST - A VECES DE ACUERDO (3) POSTEST	-1,000	1,640	,299	-1,612	-,388	-3,340	29	,001	,002

## Bibliografía

- Aguilar Criado, E. (2014). Los nuevos escenarios rurales: de la agricultura a la multifuncionalidad. *ENDOXA*, (33), 73–98.  
<https://doi.org/10.5944/endoxa.33.2014.13560>
- Alzate-Gallego, Y., & Largo-Taborda, W. A. (2023). La narrativa transmedia en entornos de reconocimiento social. En *La investigación como herramienta para el desarrollo científico y tecnológico* (1.a ed., Vol. 18, pp. 365-385). Editorial EIDEC.  
<https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2023/02/CONVOCATORIA-CAPITULO17-VOL-18>
- Aslan-Tutak, F., Çalik, M., & Ayas, A. (2018). Examining the effect of an argument-driven inquiry approach on students' scientific literacy skills and attitudes toward science: A quasi-experimental study. *Journal of Chemical Education*, 95(7), 1143-1153.
- Ávila, M. F. S., Sanabria, H. A. R., & Alzate, C. O. P. (2017). The importance of the laboratory in the teaching of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 94(2), 179-184.
- Barros, A. C. O., Lima, M. E. A., & Oliveira, R. F. (2016). O ensino de química e as dificuldades dos alunos na aplicação dos conceitos teóricos às situações práticas. *Revista Eletrônica de Educação*, 10(1), 137-147.
- Barros, L. C., Rodrigues, D. D. S., & Almeida, M. J. (2016). Didactic transposition of chemical contents: a study on the obstacles faced by teachers in basic education. *Research, Society and Development*, 5(1), 77-96.
- Bustamante, O. I. A. (2018). Programa “Hazlo ahora” para reducir la procrastinación en estudiantes de una universidad particular de Chiclayo. *PAIAN*, 9(1), 27-34.  
<http://revistas.uss.edu.pe/index.php/PAIAN/article/view/847>
- Castillo, M., Gallardo, N., & Quintanilla, M. (2024). Explicaciones en estequiometría: mirando el mundo a través de tus ojos. *Bio-grafía*, 16(Extraordinario).  
<https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/21557>
- Castro, E. A. (1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la química. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(1), 73-79.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4653>
- Chonkaew, P., Sukhummek, B., & Faikhamta, C. (2019). STEM activities in determining stoichiometric mole ratios for secondary-school chemistry teaching. *Journal of*

- Chemical Education*, 96(6), 1182-1186.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00985>
- Curone, G., Alcover, S., Pabago, G., Martínez Frontera, L., De La Cruz Mayol, J. y Colombo, M. E. (2011). Habilidades de pensamiento crítico en alumnos ingresantes a la UBA que cursan la asignatura psicología. *anuario de investigaciones*, XVIII( ), 169-180.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2019). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- Duque-Cardona, V. y Largo-Taborda, W. A. (2021). Desarrollo de las competencias científicas mediante la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en los estudiantes de grado quinto del Instituto Universitario de Caldas (Manizales). *Panorama*, 15(28), 143-156. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i28.1821>
- Eche Enríquez, D. (2017). Migración y trabajo digno en la agricultura familiar del norte del Ecuador a lo largo del año 2016. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 14(80), 30-51. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cdr14-80.mtda>
- Estrada Zapata, K. (2019). Pensamiento crítico: concepto y su importancia en la educación en Enfermería. *Index de Enfermería*, 28(4), 204-208. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1132-12962019000300009&script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1132-12962019000300009&script=sci_arttext)
- Franco-Moreno, R., Gallego-Badillo, R., & Pérez-Miranda, R. (2015). La dimensión investigativa en la formación inicial de profesores de química de la universidad pedagógica nacional. *Revista científica*, 2(22), 129-136. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a10>
- Galagovsky, L. (2009). Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 425-429. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293491>
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., & Franco Moreno, R. A. (Eds.). (2015). *Lecturas en didáctica de la química*. Universidad Pedagógica Nacional.
- García Posso, B. E., & Posso García, L. M. (2017). Situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico. *Educere*, 21(70), 581-592. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35656000008>

- Garritz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones: CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (30). <https://doi.org/10.17227/ted.num30-1099>
- Giler, F. E. S., & Sánchez, H. A. C. (2024). Metodología activa aplicada en hojas de cálculo para dinamizar el aprendizaje de estequiometría. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 12(2), 255-267. <https://cuba.vlex.com/vid/metodologia-activa-aplicada-hojas-1044208737>
- Godoy, M., & Alberto, K. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de investigación*, 39(84), 181-204. [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci_arttext)
- Gutiérrez-Giraldo, M. M., & Largo-Taborda, W. A. (2023). La comprensión lectora mediada por TIC: una estrategia para potenciar la proyección social. En *Innovación Educativa: Reflexiones y desafíos de las prácticas con uso de las TIC* (1.a ed., Vol. 1, pp. 111-131). Centro Editorial Universidad Católica de Manizales. <https://www.ucm.edu.co/innovacioneducativa-reflexiones-y-desafios-de-las-practicas-con-uso-de-las-tic/>
- Gutierrez-Giraldo, M. M., Grajales Ospina, Y. F., Largo-Taborda, W. A., & Estrada Granados, V. (2023). El ABP como estrategia educativa para el fortalecimiento del pensamiento lógico matemático a través de las TIC: Un aporte desde la proyección social en la escuela de Fútbol y Danzas en la comunidad de San Sebastian (Manizales). In *Libro de Autoría colectiva "Innovación Educativa" Vol. 1 Núm. 6 (CID-Centro de Investigación y Desarrollo, Vol. 1, pp. 20-38)*. CID - Centro de Investigación y Desarrollo. [https://doi.org/10.37811/cli\\_w939](https://doi.org/10.37811/cli_w939)
- Hernández Maldonado, E. M. (2019). Modelo de transferencia por procesos propuesto por Margarita Amestoy de Sánchez para desarrollar la habilidad de observación. *Revista Cedotic*, 4(1), 290-311. <https://doi.org/10.15648/cedotic.1.2019.2215>
- Hibbard, L. (2019). Case studies for general chemistry: teaching with a newsworthy story. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2528-2531. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00420>
- Hurtado-Vinasco, K., & Largo-Taborda, W., (2024). Fortalecimiento de la capacidad de autorregulación metacognitiva mediante el uso de la guía de interaprendizaje desde el cuidado del medio ambiente. *PRA*, 24(36), 6-25. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.24.36.2024.6-25>

- Izquierdo Aymerich, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modernizar. In *Anales de la Asociación Química Argentina* (Vol. 92, No. 4-6, pp. 115-136). Asociación Química Argentina. <http://www.scielo.org.ar/pdf/aaqa/v92n4-6/v92n4-6a13>
- Jaimes-Ojeda, L. (2017). Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB). *Revista Perspectivas*, 2(2), 6-16. <https://doi.org/10.22463/25909215.1310>
- Jarquín Sánchez, N. H., Castellanos Suárez, J. A., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2017). Pluriactividad y agricultura familiar: retos del desarrollo rural en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(4), 949-963. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.19>
- Klopfer, E., Sheldon, J., Perry, J., & Scheintaub, H. (2017). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 721-744.
- Lara Villanueva, R. S., Moreno Olivos, T., & De Fuentes Martínez, A. (2022). La argumentación escrita y la estrategia de escritura colaborativa en el currículum de educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 521-530. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202022000400521&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202022000400521&script=sci_arttext)
- Largo-Taborda, W. A., & Henao-Díaz, D. (2022). Evaluación formativa: impulsando el aprendizaje contextualizado y la mejora de la práctica docente. *Revista De Investigaciones · UCM*, 22(39). <https://doi.org/10.22383/ri.v22i39.190>
- Largo-Taborda, W. A., Gutierrez-Giraldo, M. M., & Hurtado Vinasco, K. S. (2022a). Los proyectos tecnológicos y el cuidado del medio ambiente: una mirada desde la proyección social. En *La investigación científica en diversas ciencias* (1.a ed., Vol. 15, pp. 270–289). Editorial EIDEC. <https://doi.org/10.34893/o5438-7720-2889-r>
- Largo-Taborda, W. A., López López, A. J., Flórez Estrada, J. F., López Ramirez, M. X., & Gutierrez Giraldo., M. M. (2022b). La relación entre la práctica docente en las escuelas normales superiores del departamento de caldas y los resultados de las pruebas saber 11. En *La investigación científica en diversas ciencias*. (1.a ed., Vol. 15, pp. 241–269). Editorial EIDEC. <https://doi.org/10.34893/o5438-7720-2889-r>
- Largo-Taborda, W. A., López-Ramírez, M. X., Guzmán Buendía, E. M., & Posada Hincapié, C. A. (2022c). Colombia y una educación en emergencia: innovación, pandemia y TIC. *Actualidades Pedagógicas*, 1(78), 3. <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss78.3>

- Largo-Taborda, W. A., Zuluaga-Giraldo, J. I., Borda Martínez, A. A., & Olarte Olarte, M. E. (2023). Los proyectos tecnológicos como posibilidad de integración y dinamización curricular. *Miradas*, 18(2), 210–236. <https://doi.org/10.22517/25393812.25443>
- Largo-Taborda, W. A., Zuluaga-Giraldo, J. I., López Ramírez, M. X., & Grajales Ospina, Y. F. (2022d). Enseñanza de la química mediada por TIC: Un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 15(2). <https://doi.org/10.15332/25005421.6527>
- López-Ramírez, M. X., Gutiérrez-Giraldo, M. M., & Largo-Taborda, W. A. (2023). Caracterización de las prácticas pedagógicas con tic en las licenciaturas en educación de la universidad católica de Manizales. En *Innovación Educativa: Reflexiones y desafíos de las prácticas con uso de las TIC* (1.a ed., Vol. 1, pp. 40-59). Centro Editorial Universidad Católica de Manizales. <https://www.ucm.edu.co/innovacion-educativa-reflexiones-ydesafios-de-las-practic-as-con-uso-de-las-tic/>
- Luis Colorado, S. P., & Salas Moreno, L. L. (2021). *Tareas mediadas con TIC; una estrategia didáctica para el desarrollo de la expresión oral y producción escrita en inglés* (Tesis de maestría, Universidad de Cartagena). Repositorio Institucional Unicartagena. <http://dx.doi.org/10.57799/11227/1785>
- Marcado Godoy, K. A. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de investigación*, 39(84), 181-204. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci_arttext)
- Marcano Godoy, K. A. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de investigación*, 39(84), 181-204. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci_arttext)
- Martínez Hung, H., López, A. G., González, O. Q., & Verdecias, I. A. (2019). Realidad aumentada en la enseñanza de la química de coordinación y estructura de sólidos. *Atenas*, 2(46). <https://www.redalyc.org/journal/4780/478060100008/478060100008>
- Martínez Usarralde, M. J., Lloret Català, M. D. C., & Mas Gil, S. (2017). Responsabilidad social universitaria (RSU): Principios para una Universidad Sostenible, Cooperativa y Democrática desde el Diagnóstico Participativo de su Alumnado. *Education Policy Analysis Archives-EPAA*, 25(75), p. 1-25. <https://roderic.uv.es/handle/10550/59715>

- Martínez, M. S., & De Longhi, A. L. (2013). Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. *REurEdC*, 2. <http://hdl.handle.net/10498/15112>
- Miranda González, J. A. (2024). Enseñanza de la estequiometría: Vínculos entre Teoría y Entorno Estudiantil. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 848-862. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4.12324](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12324)
- Moraga Toledo, S., Espinet Blanch, M., & Merino Rubilar, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1) 1604. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1604](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604)
- Morales Bueno, P., y Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13. 145-157. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/574>
- Murillo Mosquera, J., Gómez Aristizabal, N. S., y Mejía Gaviria, L. M. (2012). *El desarrollo de competencias científicas: una propuesta que integra el museo de la universidad de Antioquia como recurso didáctico, en la metodología del aprendizaje basado en problemas*. (Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia) Repositorio Institucional UdeA. <http://hdl.handle.net/123456789/242>
- Navas Díaz, C. A. (2018) *Sistematización de una experiencia de mejora de un plan de área para ciencias naturales*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69651>
- Obando Melo, S. M. (2013). *Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20044>
- Orozco-Duque, M. I., Zuluaga-Giraldo, J. I., Montoya, L. S., Largo-Taborda, W. A., & Posada, J. A. G. (2022). Acompañamiento pedagógico mediante el clown educador como oportunidad de transformación: seguimiento, clown y educación. *Plumilla Educativa*, 30(2), 143-192. <https://doi.org/10.30554/pe.2.4748.2022>
- Parchoma, G., Mbanu, T., & Mellar, H. (2018). Chemistry in context: designing educational resources for effective teaching of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 55-65.

- Parra Bernal, L. R., & Agudelo Marín, A. (2022). *Innovación educativa: reflexiones y desafíos de las prácticas con uso de TIC*. Editorial Universidad Católica de Manizales.
- Perozo, C. Y. (2016). Teoría de inteligencias múltiples: una alternativa en la didáctica de la química. *Aula de encuentro*, 18(1). <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/2870>
- Pinto Cañón, G. (Ed.). (2005). *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Puppo, M. C., Quiroga, A. V., & Cerruti, C. F. (2017). estequiometría. En M. C. Puppo, A. V. Quiroga, & C. F. Cerruti (Eds.), *Química general para Agronomía* (1.a ed., pp. 58–71). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. <http://hdl.handle.net/11336/130569>
- Quintanilla Gatica, M., Rosales, S. D., & Rubilar, C. M. (2010). *Unidades Didácticas en Biología y Educación Ambiental*. FONDECYT. [https://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDBioGrecia1julio](https://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDBioGrecia1julio)
- Quintero, V. L., Palet, D. J. E. A., Olivares, D., & Olivares, S. L. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. *Psicología Escolar e Educativa*, 21, 65-77. <https://doi.org/10.1590/2175-3539201702111072>
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2019000200114&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2019000200114&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*, 27(3), 195-204.
- Raviolo, A., & Garritz, A. (2010). Simulaciones en la enseñanza de la química. In *Conferencia VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. Santa Fe, Argentina (pp. 9-11). [http://www.cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1369940071\\_ConferenciaSimulacionesRaviolo](http://www.cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1369940071_ConferenciaSimulacionesRaviolo)

- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2014). Analogías en la enseñanza de la estequiometría: revisión de páginas web. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 9(2), 28-41. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-66662014000200003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-66662014000200003&script=sci_arttext)
- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*, 27(3), 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>
- Riascos, M. M. (2022). Desarrollo de elementos del pensamiento crítico y su intervención en la enseñanza de la química en educación secundaria y media. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1), 116-135.
- Robles Pihuave, A. (2019). La formación del pensamiento crítico: habilidades básicas, características y modelos de aplicación en contextos innovadores. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 4(2), 15-27. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i2.2128>
- Romero Pulido, N. I. (2014). *Relaciones cuantitativas en química y proporcionalidad*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia) Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/72723>
- Rondón Prieto, W. R. (2022). *Unidad didáctica sobre resolución de problemas de estequiometría para la enseñanza y aprendizaje de la naturaleza de la ciencia*. (Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia). Repositorio Institucional UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/46260>
- Ruiz-Ortega, F. J. (2024) *Argumentación en el aula de ciencias*. Editorial UAM. <https://editorial.autonoma.edu.co/index.php/libros/catalog/book/210>
- Ruiz-Ortega, F. J., & Dussán Lubert, C. (2021). Competencia argumentativa: un factor clave en la formación de docentes. *Educación y educadores*, 24(1), 30-50. <https://doi.org/10.5294/educ.2021.24.1.2>
- Ruiz-Ortega, F. J., González, M., Barats, A., & Brandi, A. (2016). La reflexión sobre la práctica: una herramienta indispensable para movilizar el pensamiento del docente en formación. In *Actas del IV Congreso de Docentes de la Naturaleza* (pp. 453-460). Madrid: Santillana.
- Ruiz-Ortega, F. J., Márquez, C., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0053-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.985>

- Ruiz-Ortega, F. J., Sánchez, J. A., Jaramillo P., C. A., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2005). Pensamiento docente en profesores de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias, NUM EXTRA*, 1–5. <https://ddd.uab.cat/record/70653>
- Ruiz-Ortega, F. J., Tamayo Alzate, O. E., & Bargalló, C. M. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-646. [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1517-97022015000300629&script=sci\\_abstract](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1517-97022015000300629&script=sci_abstract)
- Ruiz-Ortega, F. J., y Rodas-Rodríguez, J. M. (2022). Emociones al enseñar Biología y enseñar a argumentar en Biología. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 18(2), 71–93. <https://doi.org/10.17151/rlee.2023.18.2.4>
- Ruiz-Ortega, F.J.; Márquez, C.; Badillo, E. y Rodas Rodríguez, J.M. (2018). Desarrollo de la mirada profesional sobre la argumentación científica en el aula de secundaria. *Revista Complutense de Educación*, 29(2), 559-576. <http://dx.doi.org/10.5209/RCED.53452>
- Tamayo Alzate, O. E., Loaiza Zuluaga, Y. E., & Ruiz Ortega, F. J. (2020a). Hacia la construcción de un modelo de pensamiento crítico dominio específico. *Poiésis*, 14(26). <https://doi.org/10.19177/prppge.v14e262020347-363>
- Tamayo Alzate, Ó. E., Loaiza Zuluaga, Y. E., & Ruiz Ortega, F. J. (2020b). Docencia universitaria y pensamiento crítico: un análisis desde la Universidad de Caldas-Colombia. En *R. de Bibliotecas Universitarias (REBIUN) (Ed.), Pensamento crítico em universidades iberoamericanas* (pp. 143–178). Brazil Publishing. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=794350>
- Valderrama Negrón, A., & Gonzáles Gil, P. (2010). En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría. *En Blanco Y Negro*, 1(1), 1-8. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/2186>
- Villada Sánchez, F. M. (2023) *Laboratorio de química como estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84560>
- Zhang, Q., & Zhou, X. (2019). An overview of research on chemistry education: A scientometric analysis of chemistry education research. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 397-405.