



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN
Carrera de:
Educación en Ciencias Experimentales

ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de
Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas

Trabajo de Integración Curricular previo a la
obtención del título de Licenciado/a en
Educación en Ciencias Experimentales

Autores:

Adriana Karina Tejedor Garzón

C.I: 0106377922

Hamilton Fabricio Muñoz Montalvan

C.I: 0302137799

Tutor:

Doc. Wilmer Orlando López Gonzáles

C.I: 0962305777

Azogues-Ecuador

Agosto, 2024

Resumen

La educación prioriza atender las necesidades de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje de calidad que facilite la adquisición de conocimientos y experiencias. Este estudio propone una estrategia didáctica utilizando ChemicalAid para enseñar estequiometría en el segundo de bachillerato general unificado en este sentido, se busca fomentar la participación activa de los estudiantes, motivándolos a explorar y comprender los conceptos clave de la estequiometría a través de actividades prácticas y dinámicas. El estudio se enmarca en una investigación cuasi-experimental que incluye un grupo experimental de 21 estudiantes y un grupo control de 21. El enfoque es mixto, utilizando información obtenida a partir de la observación participante, encuestas, pretest y postest. La propuesta de intervención se diseñó siguiendo el modelo ADDIE, con 9 fases, desarrolladas a lo largo de un periodo de 5 semanas. Los resultados evidenciaron una diferencia significativa, en la comparación de las diferencias de medias, a través de la prueba T-Student del pretest-postest del grupo control con una diferencia de 2,21 y del grupo experimental con 1,87. Esto permite concluir que este trabajo tiene el potencial de transformar la enseñanza de la estequiometría mediante enfoques innovador y estrategias pedagógicas didácticas, mejorando así el aprendizaje de los estudiantes en el tema de estequiometría. Finalmente, se sugiere la posibilidad de replicar este enfoque en diferentes temas de la química y para distintos cursos, ampliando su impacto educativo.

Palabras clave: estequiometría, Química, ChemicalAid, Aprendizaje

Abstract

Education prioritizes meeting the needs of students, promoting quality learning that facilitates the acquisition of knowledge and experiences. This study proposes a didactic strategy using ChemicalAid to teach stoichiometry in the second year of unified general baccalaureate. In this sense, the aim is to encourage active participation of students, motivating them to explore and understand key concepts of stoichiometry through practical and dynamic activities. The study is framed within quasi-experimental research that includes an experimental group of 21 students and a control group of 21. The approach is mixed, using information obtained from participant observation, surveys, pretests, and posttests. The intervention proposal was designed following the ADDIE model, with 9 phases developed over a period of 5 weeks. The results showed a significant difference in the comparison of mean differences through the T-Student test of the control group's pretest-posttest with a difference of 2.21 and the experimental group with 1.87. This allows us to conclude that this work has the potential to transform the teaching of stoichiometry through innovative approaches and didactic pedagogical strategies, thereby improving student learning in the subject of stoichiometry. Finally, the possibility of replicating this approach in different chemistry topics and for different courses is suggested, expanding its educational impact.

Key words: Stoichiometry, Chemistry, ChemicalAid, Learning.



Índice de contenidos

Resumen.....	1
<i>Palabras clave:</i> estequiometría, Química, ChemicalAid, Aprendizaje.....	1
Abstract.....	2
<i>Key words:</i> Stoichiometry, Chemistry, ChemicalAid, Learning.....	2
Introducción	9
Planteamiento del problema.....	11
Pregunta de investigación	12
Objetivos:.....	13
General.....	13
Específicos	13
Justificación	13
Capítulo I: Marco teórico.....	16
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Enfoques didácticos efectivos para el aprendizaje de la estequiometría	21
1.3 Aplicación ChemicalAid.....	23
1.3.1 Ambiente.....	23
1.3.2 Menú ChemicalAid.....	23
1.3.3 Características	24
1.4 Reconociendo la definición y la importancia de la estequiometría en la educación	
Química.....	24
1.4.1 Balanceo de ecuaciones	27
1.4.2 Reactivo limitante	29



1.5.3 Cálculos estequiométricos	30
1.5 Modelo ADDIE.....	31
1.5.1 Fases del modelo ADDIE	32
1.5.2 Aplicación y ejemplo del modelo ADDIE en la enseñanza de la Química .	33
1.6 Los beneficios del uso de tecnologías educativas en el aprendizaje de la estequiometría	33
1.7 Bases legales	35
Capítulo II: Marco metodológico.....	40
2.1 Paradigma y enfoque.....	40
2.2 Tipo o diseño de investigación	42
2.3 Población.....	43
2.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	44
2.4.1 Método cuantitativo	45
2.4.2 Método cualitativo	46
2.5 Operacionalización del objeto de estudio (Matriz de operacionalización).....	46
2.6 Resultados del diagnóstico.....	49
2.6.1 Resultados de la intervención en el tema de estequiometría en los jóvenes de segundo bachillerato general unificado (Pretest).....	49
2.6.1.1 Análisis estadístico y discusión de resultados del pretest.....	51
2.6.2 Resultados observación participante.....	55
2.6.3 Encuesta de satisfacción	56
2.6.4 Resultados de la encuesta sobre la elección de la aplicación.....	57
2.7 Análisis de la triangulación de los datos del diagnóstico	57



Capítulo III: Propuesta de intervención	58
3.1 Diseño de la propuesta	59
3.1.1 Título	59
3.1.2 Descripción	59
3.1.3 Fases del modelo ADDIE aplicadas a la propuesta de intervención	60
3.1.3.1 Análisis	60
3.1.3.2. Diseño	61
3.1.3.3. Desarrollo.....	62
3.1.3.4. Implementación.....	62
3.1.3.5. Evaluación.....	74
Capitulo IV: Evaluación de resultados de aprendizaje atreves de la implementación de la estrategia didáctica.....	75
4.1 Análisis de los resultados de la intervención en el tema de estequiometría en los jóvenes de segundo bachillerato general unificado (Postest)	75
4.1.1 Análisis estadístico y discusión de los resultados de las calificaciones obtenidas en la prueba postest.....	76
4.2 Observación participante	89
4.3 Encuesta de satisfacción	90
4.4 Triangulación de los datos obtenidos.....	90
Conclusiones	93
Recomendaciones	94
Referencias Bibliográficas	95
ANEXOS	105



Anexo 1. Encuesta de satisfacción.docx	105
Anexo 2. Encuesta de elección de la aplicación.docx	105
Anexo 3. Planificación GC y GE (Introducción a la estequiometría).docx	105
Anexo 4. Planificación GC y GE (Pretest).docx.....	105
Anexo 5. Planificación GE (Juego libre con la aplicación).docx	105
Anexo 6. Planificación GE (Balanceo de ecuaciones).docx.....	105
Anexo 7. Planificación GC (Balanceo de ecuaciones).docx.....	105
Anexo 8. Planificación GE (Cálculo del reactivo limitante).docx.....	105
Anexo 9. Planificación GC (Cálculo del reactivo limitante).docx	105
Anexo 10. Planificación GE (Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química).docx	105
Anexo 11. Planificación GC (Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química).docx	105
Anexo 12. Planificación GE (Postest).docx.....	105
Anexo 13. Planificación GC (Postest).docx	105
Anexo 14. Planificación GC (Encuesta de satisfacción).docx.....	106
Anexo 15. Encuesta de satisfacción de la aplicación (ChemicalAid).docx	106
Anexo 16. Rúbrica de evaluación.docx	106
Anexo 17. Pretest	106
Anexo 18. Postest.....	109

Índice de figuras

Figura 1. Reacción de calcinación del clorato de potasio.....	27
---	----

Figura 2. Clasificación de los estudiantes del GE según la cantidad de estudiantes que alcanzaron cierta puntuación.....	53
Figura 3. Clasificación de los estudiantes del GC según la cantidad de estudiantes que alcanzaron cierta puntuación.....	54
Figura 4. Cantidad y porcentajes de estudiantes del GE, ubicados en las escalas del MINEDUC (2016a) según los resultados de calificaciones obtenidas en el postest	78
Figura 5. Cantidad y porcentajes de estudiantes del GC, ubicados en las escalas del MINEDUC (2016a) según los resultados de calificaciones obtenidas en el postest	79
Figura 6. Comparación de resultados del pretest y postest del GC-GE.....	89

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de objeto de estudio con sus variables dependiente e independiente	47
Tabla 2. Escala de calificaciones según el Mineduc 2016.....	50
Tabla 3. Pruebas de normalidad en la variable puntuaciones producto de la suma de las dimensiones 1, 2 y 3.....	51
Tabla 4. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las puntuaciones por pares de grupos independientes.....	52
Tabla 5. Resultados de la comparación de las medias de las calificaciones entre grupos independientes GE y GC.....	52
Tabla 6. Análisis de las variables que fundamentan el diseño.....	60
Tabla 7. Sesiones de la propuesta	62

Tabla 8. Pruebas de normalidad en la variable puntuaciones producto de la suma de las dimensiones 1, 2 y 3.....	76
Tabla 9. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las puntuaciones por pares de grupos independientes.....	77
Tabla 10. Comparación de las puntuaciones medias en grupos independientes.....	77
Tabla 11. Prueba de normalidad de la variable diferencias en las puntuaciones pretest y posttest del GE	82
Tabla 12. Comparación de las puntuaciones medias en grupos dependientes, experimental.....	82
Tabla 13. Prueba de normalidad de la variable diferencias en las calificaciones del pretest y posttest del GC	84
Tabla 14. Comparación de las diferencias de calificaciones medias en grupos dependientes, para el GC.....	84
Tabla 15. Pruebas de normalidad en la variable diferencia de puntuaciones en posttest – pretest (GE) versus posttest – pretest (GC), para cada dimensión	85
Tabla 16. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las diferencias de las puntuaciones de para posttest-pretest A versus posttest-pretest B.....	87
Tabla 17. Comparación de las puntuaciones medias de las diferencias posttest- pretest GE versus posttest-pretest GC para muestras independientes según la dimensión.....	87
Tabla 18. Triangulación de los resultados.	90

Introducción

La educación es fundamental para fortalecer el vínculo entre las personas y el medio ambiente. Actualmente, se enfoca en los estudiantes, atendiendo a sus necesidades para fomentar el pensamiento crítico, aunque persisten modelos de enseñanza tradicionales, es crucial apoyar su desarrollo integral y superar este desafío. Por ello, la educación científica hoy pretende contribuir al desarrollo del estudiante para brindarle una mejor comprensión del mundo que nos rodea, de esto se trata la química en particular, al promover actitudes y hábitos intelectuales como razonar, pensar, comprobar y, sobre todo, experimentar el contenido revisado (Tejada et al, 2013). Esto facilita la comprensión de los fenómenos que ocurren cotidianamente y permite una interpretación racional de la realidad con actitudes críticas ante las situaciones a diario.

Con el paso del tiempo, se ha observado un aumento en la falta de interés de los estudiantes hacia los temas tratados en la asignatura de Química. Estos contenidos suelen ser abstractos y complejos, lo que dificulta su comprensión y los hace menos atractivos para los alumnos, generando una notable desmotivación frente al aprendizaje de esta disciplina (Marcano,2015). Además, la poca conexión entre los conceptos teóricos y su práctica contribuye a una actitud negativa y una menor participación en las actividades académicas.

Del mismo modo, Orrego et al. (2019) afirman que existe falta de motivación a la hora de aprender química en el bachillerato ecuatoriano radica en la complejidad de los contenidos que se estudian en estos cursos, ya que la mayoría de ellos no se perciben como útiles en la vida cotidiana, por lo que los estudiantes no presentan ningún nivel de responsabilidad adecuado, de igual forma, Vargas (2020) coincide en que es otra dificultad. Actualmente esto se debe a que los estudiantes utilizan el lenguaje químico cuando se forman en esta materia y este no es el caso, la

aplicación en práctica de los conceptos y fórmulas aprendidos teóricamente conduce a problemas tales como: limitación, participación en clase y bajo rendimiento académico.

Uno de los temas que presenta mayores dificultades para los estudiantes es la estequiometría, debido a su complejidad. Para comprenderla en su totalidad, los estudiantes deben dominar conceptos químicos fundamentales como el peso atómico, el reactivo limitante y en exceso, el mol, el peso molecular y sus respectivas fórmulas, además, es necesario manejar el lenguaje químico, incluyendo la nomenclatura y simbología, entre otros elementos (Marcano, 2015). La falta de comprensión completa de estos conceptos genera desapego y dificulta la preferencia de los estudiantes por la estequiometría.

En vista de lo planteado anteriormente, autores como Chang (2021) y Marcano (2015), en busca de mejorar la calidad educativa, proponen estrategias de enseñanza que simplifiquen la interpretación de la estequiometría, un tema que tradicionalmente ha sido considerado complejo por los estudiantes. Estas propuestas no buscan reemplazar las estrategias didácticas tradicionales, sino integrarlas con enfoques innovadores que faciliten el aprendizaje. La combinación de métodos convencionales con el uso de tecnologías y recursos didácticos actualizados permite alcanzar un aprendizaje más significativo y continuo, promoviendo la comprensión profunda de los conceptos y su aplicación práctica.

La enseñanza de la estequiometría a través del uso de la tecnología ofrece nuevas oportunidades de aprendizaje, ya que el constante desarrollo de tecnologías y servicios de comunicación permite a los usuarios interactuar con diversas fuentes de información estructurada, diseñadas para apoyar el aprendizaje, esto facilita la transformación de los modelos de enseñanza tradicionales hacia enfoques más relevantes para los intereses actuales de los

estudiantes (Chang, 2021). Es decir, el desarrollo progresivo de estos modelos permite enfrentar una gran diversidad de fuentes dinámicas que enriquecen el proceso educativo.

Planteamiento del problema

La Química al ser una ciencia no solo busca descubrir, sino también crear siendo el arte de manipular la materia. Según la Lehn (2019), esta disciplina ha evolucionado con el tiempo, permitiendo que la tecnología juegue un papel fundamental en el estudio y la aplicación en diversos ámbitos como la nutrición, la salud, los medicamentos y la biotecnología, entre otros.

Ante el crecimiento constante de la tecnología en nuestra era, los docentes se encuentran confrontados con el desafío de reevaluar y elaborar metodologías educativas novedosas para la enseñanza en ciencias. Tal imperativo se justifica, en parte, por la observación de Nakamatsu (2012), quien argumenta que la complejidad inherente a la Química, sustentada en una acumulación de información abstracta y compleja, puede constituir un obstáculo significativo para su comprensión. La adquisición de los fundamentos de esta disciplina, por consecuencia, implica la necesidad de familiarizarse y dominar tanto su lenguaje específico como su simbología distintiva.

La estequiometría es una de las dificultades más relevantes que presenta los estudiantes, dado que implica la realización de cálculos para equilibrar reacciones químicas, interpretar fórmulas y conceptos. Esta dificultad se ve reflejada en los estudiantes al confundir las cantidades químicas, como los moles y las masas, así como por las complicaciones inherentes a la comprensión de las fórmulas químicas, el significado de los subíndices, número de Avogadro y coeficientes estequiométricos. Además, se presentan problemas en la identificación del reactivo limitante en una ecuación química balanceada, lo cual resulta crucial para la determinación adecuada de los resultados de los reactivos restantes en dicha ecuación. (Rabiolo y Lerzo, 2016).

En la Unidad Educativa Roberto Rodas, ubicada en la ciudad de Azogues, provincia de Cañar, específicamente en Segundo de Bachillerato General Unificado (BGU) en la asignatura de Química. Se aborda el tema de la estequiometría, que implica el estudio de las reacciones y productos cuantitativos, presenta un desafío significativo para los estudiantes, afectando tanto su rendimiento académico como su interés hacia la materia. A través de la observación de los dos paralelos, segundo A y B, se ha analizado e identificado una dificultad considerable para comprender y aplicar los conceptos estequiométricos, evaluada mediante un pretest. Además, se llevó a cabo una prueba de satisfacción para determinar la importancia que los estudiantes otorgan al aprendizaje de la Química.

Según una prueba de satisfacción y el pretest antes mencionados, los estudiantes presentan bajo interés para comprender y resolver ejercicios estequiométricos. Esto afecta su rendimiento y actitud hacia la materia, así mismo la falta de comprensión conduce a problemas para realizar cálculos precisos como lo menciona (Raviolo y Lerzo, 2016). Una de las causas posibles es la complejidad computacional y la necesidad de un aprendizaje más interactivo e intuitivo mediante herramientas que no se usan habitualmente, como son las digitales. La falta de comprensión de la estequiometría conduce a dificultades para calcular con precisión las cantidades de reactivos y productos, esta barrera puede deberse a una serie de factores, incluida la complejidad de la materia, la falta de recursos y la necesidad de un enfoque de aprendizaje más interactivo.

Pregunta de investigación

Con lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo contribuir al aprendizaje de la estequiometría, en los estudiantes del segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas?

Objetivos:

General

Proponer el ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en estudiantes de segundo de BGU de la Unidad Educativa Roberto Rodas.

Específicos

1. Sistematizar los conceptos y teorías relacionadas con el aprendizaje de la estequiometría en el Bachillerato.
2. Diagnosticar el nivel de aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de segundo de BGU en la Unidad Educativa Roberto Rodas.
3. Diseñar una estrategia didáctica con el uso de la aplicación ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de segundo de BGU.
4. Implementar la estrategia didáctica con el uso de la aplicación ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de segundo de BGU.
5. Evaluar los resultados de aprendizaje obtenidos, a través de la implementación de la estrategia didáctica basada en el uso de la aplicación ChemicalAid en estudiantes de segundo de BGU.

Justificación

En la enseñanza de la estequiometría, es fundamental implementar herramientas didácticas que no solo aborden los conceptos clave, sino que también faciliten su uso por parte de los estudiantes a través de una estructura sencilla y accesible. Estas herramientas deben permitir interpretar, comprender y aplicar los principios básicos de la Química de manera

efectiva. Al emplearlas, los estudiantes deben ser capaces de gestionar y adquirir información de acuerdo con sus motivaciones, haciendo el aprendizaje atractivo e interesante, lo que garantiza que los conocimientos adquiridos sean duraderos. Además, estas herramientas potencian habilidades científicas, la comprensión de fenómenos, el desarrollo de actitudes críticas, así como la capacidad de argumentar, discutir y comprobar hipótesis (Tabares, 2018). Sin embargo, el contexto educativo actual enfrenta desafíos que limitan la efectividad del aprendizaje en este campo, lo que subraya la necesidad de nuevas estrategias para mejorar el proceso educativo.

En la Unidad Educativa Roberto Rodas, se ha identificado una problemática significativa relacionada con el poco interés, dificultades de comprensión y el mínimo uso de herramientas digitales y aplicaciones para la comprensión de la estequiometría entre los estudiantes de Segundo de Bachillerato General Unificado (BGU). Esta situación se ha reflejado con la observación y el análisis de datos realizado por una prueba de satisfacción donde se observó la falta de motivación y la percepción negativa hacia la materia de Química.

La metodología de enseñanza tradicional, orientada principalmente a la transmisión de conocimientos de manera unidireccional, ha mostrado ser insuficiente para involucrar a los estudiantes en un aprendizaje significativo de la estequiometría. Esta situación ha generado un distanciamiento entre el contenido curricular y su aplicabilidad a través de nuevas metodologías innovadoras como el uso de herramientas digitales en los estudiantes.

Las innovaciones educativas se han expandido rápidamente en todo el mundo, con el objetivo de cambiar la forma de aprendizaje tradicional a través de métodos cambiantes, utilizando herramientas que conducen a un aprendizaje dinámico y activo, dejando de lado los métodos de enseñanza convencionales que ahora empiezan a quedar obsoletos, (Yubaille, 2018).

Sin embargo, a pesar de todos estos avances y mejoras en la educación, todavía existen retos y desafíos que deben superarse para lograr una verdadera revolución en el ámbito educativo.

Es necesario seguir trabajando en la adaptación de los programas educativos a las necesidades reales de los estudiantes, así como en la formación continua de los docentes para que puedan implementar de manera efectiva todas estas innovaciones en el aula. Asimismo, es fundamental garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología y a los recursos necesarios para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrecen las nuevas metodologías de enseñanza.

De acuerdo a la secretaría de educación superior, ciencia, tecnología e innovación (2021) "El Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, en este objetivo aborda las siguientes temáticas: promoción de una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles; un modelo educativo eficiente y transparente; mejoramiento de la investigación e innovación; libre de violencia, promoviendo la inclusión en las aulas y en todos los niveles de educación; fortalecimiento de la educación superior: perfeccionamiento docente: y consecución de la excelencia deportiva" (p.60).

Por ello, se propone implementar como estrategia didáctica una aplicación denominada ChemicalAid, el cual ofrece un enfoque más participativo con un acercamiento entre la forma de enseñanza y la tecnología, permitiendo a los estudiantes beneficiarse activamente en la comparación de resultados de ejercicios, para la obtención del balanceo de ecuaciones, cálculo del reactivo limitante y cálculo de los demás reactivos a partir del reactivo limitante, contribuyendo así a la calidad educativa de los estudiantes, aportando a la formación integral en el campo de la Química.

Considerando lo anteriormente expuesto, el uso de la aplicación ChemicalAid facilita el aprendizaje de la estequiometría a través de herramientas digitales accesibles en los laboratorios de computación, esta integración se alinea con los recursos tecnológicos disponibles en la Unidad Educativa Roberto Rodas, garantizando que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a las herramientas necesarias. Además, el tiempo destinado a su uso se ajusta a las horas de clase de la asignatura de Química, lo que permite una evaluación progresiva de los resultados.

Los beneficiados directos son los estudiantes, quienes desarrollarán habilidades prácticas y cognitivas relevantes, aumentando su interés y comprensión de la materia. Al igual que los docentes, al aplicar un enfoque pedagógico innovador y observar mayor interés y participación de los estudiantes. A largo plazo, la institución educativa podría beneficiarse al mejorar la calidad del proceso de aprendizaje al utilizar los recursos tecnológicos y los estudiantes podrían convertirse en individuos mejor preparados, capaces de aplicar sus conocimientos en diferentes áreas.

Capítulo I: Marco teórico

Este capítulo cubre el primer objetivo específico de la investigación, que es sistematizar los conceptos y teorías relacionadas con el aprendizaje de la estequiometría en el Bachillerato. También busca examinar, analizar y resumir investigaciones previas relacionadas. Por esto, se presentan antecedentes que se han tomado como base para identificar las contribuciones y aportes de esos antecedentes a la investigación actual. Los antecedentes proveen una fundamentación teórica y permiten aprender de estudios similares realizados anteriormente, de esta manera, el marco teórico da sustento al estudio y las investigaciones previas relevantes

ayudan a enfocar la investigación y aprovechar sus hallazgos. Finalmente, se presentan algunas de las bases legales que sirven como referencia y respaldan la investigación.

1.1 Antecedentes

Se indagaron en distintos repositorios digitales y se eligieron las siguientes investigaciones previas sobre el uso de aplicaciones digitales en el aprendizaje de la Química, que contribuyen al desarrollo de este trabajo con sus aportes en cuanto a métodos, datos y fuentes bibliográficas descritas a continuación. La estequiometría, como disciplina fundamental en la Química ha evolucionado a lo largo del tiempo, reflejando tanto avances internacionales como nacionales en el ámbito científico y educativo. En el ámbito mundial, diversos investigadores y científicos han contribuido al desarrollo de esta rama, estableciendo los cimientos teóricos y prácticos que sustentan sus principios.

A nivel internacional, en Colombia, Urbano et al (2023) llevaron a cabo un estudio titulado Integración de un ova para el aprendizaje significativo de la estequiometría en educación media, el propósito de este estudio fue implementar un objeto virtual de aprendizaje que permita la construcción de conocimientos relevantes en la instrucción de estequiometría en estudiantes de bachillerato en el colegio Jaime Garzón, ubicado en una zona urbana de Cúcuta. En dicho estudio fue de tipo cuasi experimental con una población total de 35 estudiantes, mientras que la muestra estuvo conformada por 28 estudiantes, que se determinaron al cumplir con los criterios, los instrumentos utilizados fueron un pretest y postest. En consecuencia, observaron mejores resultados al implementar la prueba postest con mayor aprobación en el tema de estequiometría, llegando a la conclusión que la participación en actividades de aprendizaje significativas, muestra un aumento notable en su interés y motivación por parte de los estudiantes.

Este estudio aporta a la investigación una visión metodológica, ya que proporciona un marco metodológico sólido sobre los pasos e instrumentos a utilizar, permitiendo analizar el objeto de estudio a partir de estudiantes seleccionados. La conclusión alcanzada por los autores antes mencionados resalta la importancia del desarrollo de actividades interactivas, ya que generaron interés, disposición y motivación al interpretar las actividades, permitiendo a los estudiantes ser autores de su aprendizaje al plantearse preguntas y ponerse en situación de un investigador.

Por otra parte, en Colombia, Guisado (2014) en la localidad octava de Bogotá, mencionan que, en su tesis de maestría denominado Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría, la propuesta busca modernizar la enseñanza de la estequiometría integrando situaciones cotidianas para que los estudiantes puedan relacionarlas con el nuevo conocimiento. Aspectos importantes de la investigación, se incluyen actividades que abordan conceptos básicos para facilitar el aprendizaje y reducir las dificultades en la comprensión del tema. Los autores llegan a la conclusión que con la estrategia didáctica se mejore, facilite y disminuya las complicaciones del aprendizaje de la estequiometría.

Este estudio constituye un significativo aporte epistemológico al diseñar una estrategia didáctica destinada a abordar uno de los temas de la enseñanza de la Química, concretamente, el de la estequiometría. Este enfoque es crucial dada la prevalencia de un bajo interés y desmotivación entre los estudiantes al enfrentarse a este tema de manera convencional. La incorporación de analogías en el proceso de enseñanza de la estequiometría se vislumbra como una herramienta prometedora para mejorar la comprensión y el aprendizaje, lo que aumenta las posibilidades de obtener resultados exitosos en el proceso educativo.

Además, en España López (2018) menciona en su estudio denominado El aprendizaje de la Química. Aspectos importantes a la luz de la investigación didáctica, que los estudiantes enfrentan varios desafíos significativos al aprender Química. Estos desafíos incluyen la

complejidad inherente de la disciplina química y su naturaleza, las concepciones alternativas que los estudiantes tienen sobre los conceptos químicos, la dificultad para comprender y aplicar conceptos cuantitativos, como el concepto de mol, las dificultades derivadas de la percepción de los hechos experimentales, la confusión entre los niveles utilizados en la Química, el lenguaje de los alumnos y los problemas atribuibles a la enseñanza, así como la falta de motivación y las actitudes negativas hacia la Química y su aprendizaje. Estas dificultades pueden tener un impacto significativo en el proceso de aprendizaje de la Química y en la formación de actitudes desfavorables hacia la disciplina.

Este estudio aporta una visión integral de los desafíos que enfrentan los estudiantes al aprender Química, lo cual puede enriquecer significativamente la investigación sobre el aprendizaje de la misma desde un punto de vista epistemológico. Autores como López (2018), permiten destacar la complejidad inherente de la disciplina química, las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los conceptos químicos, así como la dificultad para comprender y aplicar conceptos cuantitativos. Además, permite entender que es importante considerar la falta de motivación y las actitudes negativas hacia la Química y su aprendizaje y al integrar estos hallazgos en esta investigación brindará una comprensión más profunda de los desafíos que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de la Química y proporcionará una base sólida para identificar posibles soluciones o enfoques pedagógicos para abordar estas dificultades.

En el ámbito ecuatoriano, la estequiometría se ha estudiado y aplicado en el contexto educativo, adaptándose a las necesidades específicas del aula de clases. A continuación, se realizará una breve mención de estas y su aporte a nuestra investigación.

El artículo denominado: El modelo TPACK en la enseñanza de estequiometría Química, de Becerril y Mendoza (2023) en Tulcán, persigue la integración de la tecnología, comunicación y contenido en el proceso pedagógico, siendo desarrollado en el segundo año de bachillerato de la unidad educativa de Tulcán mediante un enfoque mixto y un diseño cuasi-experimental. La muestra constó de 52 estudiantes, sometidos a pruebas de pretest y postest al inicio y final de la investigación para controlar variables. Los resultados mejoraron el rendimiento estudiantil con el modelo TPACK, evaluado cuantitativamente con el coeficiente Alfa de Cronbach y cualitativamente a través de expertos en educación y tecnología.

Esta investigación ofrece un valioso aporte metodológico al emplear un enfoque cuasi-experimental combinado con un enfoque mixto de investigación. Destaca especialmente la relevancia del uso de herramientas digitales en la enseñanza de la estequiometría a través del modelo TPACK. Este enfoque no solo facilita la integración de la tecnología, la comunicación y el contenido en el proceso pedagógico, sino que también fomenta la motivación de los estudiantes al involucrarlos activamente en su aprendizaje. Además, se resalta la implementación de metodologías activas, como la técnica de la experiencia, reflexión, conceptualización y aplicación, las cuales han demostrado ser efectivas para mejorar el rendimiento y promover un aprendizaje significativo.

Discusión de autores

Una revisión de diversos estudios previos sobre el uso de aplicaciones digitales en el estudio de la estequiometría destaca investigaciones significativas que presentan métodos, datos y fuentes bibliográficas relevantes. En particular, las investigaciones de Urbano et al. (2023) y también Becerril y Mendoza (2023) proporcionan aportes metodológicos, especialmente en la recopilación de datos mediante el uso de pretest y postest. Urbano y sus colaboradores resaltaron

una mejora significativa en el desempeño de los conceptos de masa, molaridad y volumen. Por otro lado, Becerril y Mendoza se centraron en la enseñanza de la estequiometría química y emplearon instrumentos validados cuantitativamente mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Ambos estudios subrayan el impacto positivo de la integración de tecnología en la enseñanza de la estequiometría, destacando la importancia de la metodología rigurosa y el uso de herramientas validadas para la mejora del aprendizaje en esta área.

Por otro lado, García y Angeli (2019) y López (2018) brindan valiosos aportes epistemológicos, ya que sus investigaciones se centran en los conceptos estequiométricos de forma general, sin enfocarse en dimensiones específicas. Además, abordan los desafíos y la complejidad del estudio de la Química, señalando cómo estos factores pueden generar actitudes negativas hacia la materia. En este contexto, destacan la importancia de aplicar metodologías adecuadas para superar dichos desafíos y mejorar la percepción y el aprendizaje de la Química.

1.2 Enfoques didácticos efectivos para el aprendizaje de la estequiometría

La instrucción basada en conferencias es un enfoque tradicional que se ha utilizado para enseñar estequiometría durante muchos años. En este enfoque, el profesor entrega información a los estudiantes a través de conferencias y demostraciones (Molina, et al. 2016). El enfoque de instrucción basada en conferencias es útil para presentar conceptos y teorías fundamentales, pero puede no ser el enfoque más eficaz para enseñar habilidades de resolución de problemas.

Además, Molina, et al. (2016) menciona es importante señalar que la instrucción basada en conferencias se puede combinar con otros enfoques, como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en la investigación, para crear una experiencia de aprendizaje más integral.

El aprendizaje basado en la investigación es otro enfoque centrado en el estudiante que implica plantear preguntas o problemas a los estudiantes y permitirles explorar e investigar el

tema, según Díaz (2023). Este enfoque anima a los estudiantes a asumir un papel activo en su aprendizaje y a desarrollar su propia comprensión del material. El aprendizaje basado en la investigación puede ser particularmente efectivo para enseñar estequiometría, ya que permite a los estudiantes investigar los principios y conceptos subyacentes de la estequiometría y desarrollar una comprensión más profunda del tema (Díaz, 2023). Este enfoque también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas, ya que deben analizar datos y sacar conclusiones basadas en sus observaciones e investigaciones.

El aprendizaje efectivo de la estequiometría requiere un enfoque holístico que combine diferentes metodologías y se base en el contexto en el que se desarrollará. Además, elegir un buen enfoque para que el aprendizaje de la estequiometría puede desarrollar diversos beneficios como son la mejor comprensión de los conceptos fundamentales, habilidades de resolución de problemas y comprensión profunda de lo que se aprende.

Los enfoques pedagógicos propuestos por Molina et al. (2016) y Díaz (2023) ofrecen perspectivas complementarias para la enseñanza de la estequiometría, Molina et al. (2016) destacan la instrucción basada en conferencias como útil para presentar conceptos fundamentales, aunque puede no ser eficaz para desarrollar habilidades de resolución de problemas. En contraste, Díaz (2023) aboga por el aprendizaje basado en la investigación, que permite a los estudiantes explorar activamente los principios de la estequiometría, fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Integrar ambos enfoques puede enriquecer la experiencia de aprendizaje, combinando una sólida base teórica con un entendimiento práctico. Esta integración es crucial para mejorar la comprensión de los conceptos y desarrollar habilidades esenciales en los estudiantes en la educación Química.

1.3 Aplicación ChemicalAid

La aplicación ChemicalAid es una herramienta útil para estudiantes y profesionales de la química, ya que proporciona información, herramientas y recursos para facilitar el estudio y la práctica de la química. A continuación, se detalla la aplicación desde diferentes aspectos (ChemicalAid, 2008, s.f).

1.3.1 Ambiente

La aplicación ChemicalAid ofrece un ambiente interactivo y centrado en el usuario, que está diseñado para ser intuitivo y fácil de navegar. Su interfaz es amigable, lo que permite a los usuarios acceder a la información y utilizar las herramientas de manera eficiente.

1.3.2 Menú ChemicalAid

El menú de la aplicación ChemicalAid incluye diversas secciones y herramientas, como:

1. Biblioteca de Datos: Proporciona información detallada sobre elementos, compuestos, propiedades y datos relevantes en química.
2. Calculadoras Estequiométricas: Ofrece herramientas para realizar cálculos estequiométricos, incluyendo el balanceo de ecuaciones, el cálculo de reactivo limitante y el cálculo de cantidades de sustancias en una reacción química.
3. Prácticas de Laboratorio: Proporciona guías y procedimientos para realizar experimentos de laboratorio relacionados con la estequiometría y otros conceptos químicos.
4. Noticias y Actualizaciones: Mantiene a los usuarios al tanto de las últimas noticias, avances y descubrimientos en el campo de la química (ChemicalAid, 2008, s.f).

1.3.3 Características

Algunas características destacadas de la aplicación ChemicalAid incluyen:

Base de Datos Extensa: Ofrece una amplia gama de información sobre elementos, compuestos, propiedades y datos relevantes en química.

Herramientas Estequiométricas: Proporciona calculadoras y herramientas específicas para realizar cálculos estequiométricos de manera precisa y eficiente.

Interfaz Intuitiva: Su interfaz está diseñada para ser fácil de usar, lo que facilita la navegación y el acceso a la información y herramientas.

Actualizaciones Periódicas: Mantiene a los usuarios informados sobre los últimos avances y noticias en el campo de la química.

La pantalla principal de ChemicalAid presenta un diseño claro y organizado, que brinda acceso rápido a las diferentes secciones y herramientas de la aplicación. Puede incluir accesos directos a las calculadoras estequiométricas, la biblioteca de datos, las prácticas de laboratorio y las noticias relevantes (ChemicalAid, 2008, s.f).

Es decir, la aplicación ChemicalAid ofrece un entorno completo, con un menú diversificado que incluye herramientas y recursos útiles para el estudio y la práctica de la química, con un enfoque particular en la estequiometría y otros conceptos fundamentales.

1.4 Reconociendo la definición y la importancia de la estequiometría en la educación

Química

La estequiometría es una rama fundamental de la química que estudia las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos en una reacción química. Permite determinar las cantidades exactas de sustancias necesarias para llevar a cabo una reacción de manera eficiente y predecir los rendimientos de los productos. La estequiometría es un concepto fundamental en

Química que involucra las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción Química (Raviolo y Lerzo, 2016). Es la ciencia que mide las relaciones de masa o proporciones cuantitativas de los elementos químicos involucrados en una reacción Galagovsky y Adúriz, (2001). Comprender la estequiometría es esencial en Química, ya que ayuda a predecir la cantidad de producto que se producirá a partir de una cantidad determinada de reactivo. Esta información es fundamental para desarrollar nuevos procesos químicos, diseñar experimentos y optimizar las condiciones de reacción (Raviolo y Lerzo, 2016). En esencia, la estequiometría proporciona un marco para comprender las interacciones moleculares que ocurren durante las reacciones químicas.

El papel de la estequiometría en las reacciones químicas es expresar la relación cuantitativa entre reactivos y productos en una ecuación química. Steiner (1986) esta relación se basa en el principio de la ley de conservación de la masa, determina que la materia no puede crearse ni destruirse, sólo transformarse de una forma a otra. Los cálculos de estequiometría implican equilibrar ecuaciones químicas y determinar los coeficientes estequiométricos, que representan el número de moles de cada reactivo y producto involucrado en la reacción.

Por lo tanto, podemos entender que la estequiometría se revela como un concepto esencial en la Química, destacando las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción química. Esta disciplina, que mide las relaciones de masa y cuantitativas de los elementos involucrados, es fundamental al prever la cantidad de producto que se generará con una cantidad específica de reactivos. Además, proporcionan una base para comprender las interacciones moleculares durante las reacciones químicas. En resumen, la estequiometría no solo es un componente esencial de la Química, sino que también se erige como un marco crucial

para comprender y cuantificar las transformaciones moleculares en el ámbito de las reacciones químicas.

Un tipo común de relación estequiométrica es la relación molar, que relaciona la cantidad de una sustancia con otra en una reacción química. Las aplicaciones prácticas de los cálculos de estequiometría son amplias e incluyen campos como la farmacéutica, la ciencia de los materiales y la ciencia ambiental (Raviolo y Lerzo, 2016). Los cálculos de estequiometría tienen numerosas aplicaciones en situaciones de la vida real. En resumen, la estequiometría es un concepto crucial en Química que proporciona un marco para comprender las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción química, con numerosas aplicaciones prácticas en situaciones de la vida real.

La estequiometría es crucial para entender las reacciones químicas y sus mecanismos Benítez, et al. (2020). Proporciona un marco para prever las cantidades de reactivos y productos en una reacción química, así como los coeficientes estequiométricos que los relacionan Garritz (2011). Al comprender la estequiometría, los estudiantes pueden balancear ecuaciones químicas, calcular rendimientos y determinar el reactivo limitante en una reacción. Este conocimiento es esencial para predecir el resultado de reacciones químicas y diseñar procesos químicos para diversas aplicaciones.

De ahí que, la estequiometría sea importante puesto que, es un pilar fundamental en la comprensión de las reacciones químicas y su aplicación en situaciones de la vida real. La relación molar, como un tipo común de relación estequiométrica, conecta las cantidades de sustancias en una reacción química y encuentra aplicaciones prácticas en campos tan diversos como la farmacéutica, la ciencia de los materiales y la ciencia ambiental. En última instancia, la

comprensión de la estequiometría es esencial para la predicción precisa de resultados químicos y también para el diseño y la optimización de procesos en el ámbito práctico de la Química.

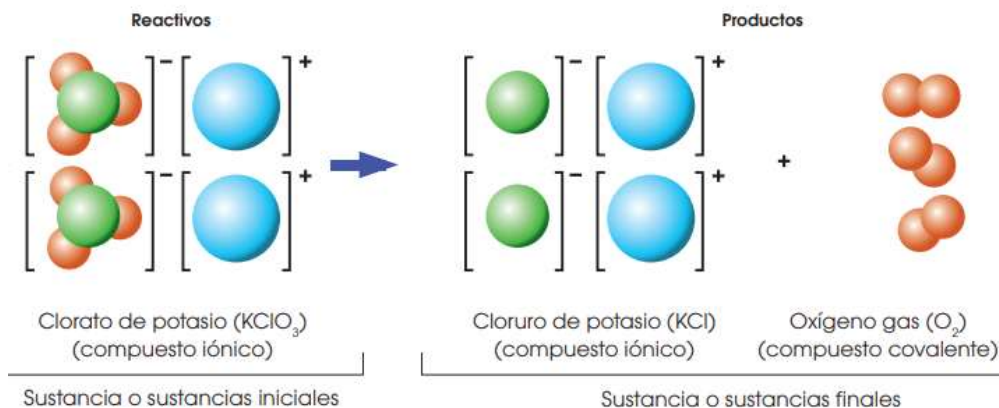
La estequiometría es esencial en la química, ya que estudia las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en una reacción. Autores como Galagovsky y Adúriz (2001) y Raviolo y Lerzo (2016) subrayan su importancia para predecir la cantidad de productos y optimizar procesos, mientras que Garritz (2011) y Benítez et al. (2020) destacan su utilidad en el balance de ecuaciones y la identificación del reactivo limitante. De igual forma, Steiner (1986) enfatiza su relación con la ley de conservación de la masa, la estequiometría es clave tanto para comprender las reacciones químicas como para su aplicación en áreas prácticas como la ciencia ambiental y la farmacéutica.

Algunos conceptos clave de la estequiometría incluyen el balanceo de ecuaciones, el reactivo limitante y el cálculo estequiométrico:

1.4.1 Balanceo de ecuaciones

De acuerdo con Alsina, et al. (2014), el balanceo de ecuaciones químicas es un proceso crucial en la estequiometría. Consiste en ajustar los coeficientes de las fórmulas químicas de los reactivos y productos para garantizar que la cantidad de átomo sea la misma en ambos lados de la ecuación, que involucran en la reacción y también como el número relativo de moléculas. Este paso asegura que la ley de conservación de la masa se cumpla y garantice que la ecuación química represente con precisión la reacción química real. A continuación, un ejemplo gráfico de reactivos y productos.

Figura 1. Reacción de calcinación del clorato de potasio



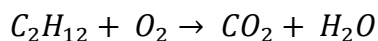
Nota. Se muestra la ecuación química donde señala que los reactivos se encuentran señalados en el lado izquierdo y los productos a lado derecho después de la fecha. Tomada de “Texto Química 2 BGU” [Ejemplo 16], Ministerio de Educación, 2016.

- Método por tanteo

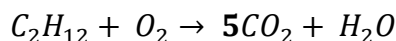
Según Vicente (2022), este método de balanceo de ecuaciones químicas representa la técnica más sencilla y se emplea para equilibrar los reactivos y productos encontrados en ecuaciones químicas. A continuación, se exponen una serie de pautas o procedimientos que facilitan la consecución del resultado esperado con eficiencia.

Ejemplo de balanceo de ecuaciones por medio del método de tanteo:

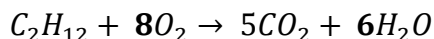
Balancea la siguiente ecuación:



Paso 1: Se balancean todos los elementos ya sean diferentes al hidrogeno y oxigeno:



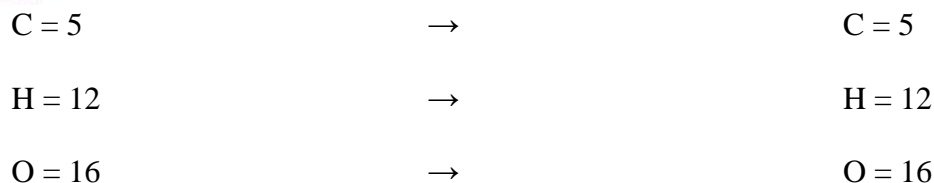
Paso 2: Se balancea los hidrógenos y los oxígenos existentes en la ecuación química:



Paso 3: Se comprueba si todos los elementos de la ecuación están balanceados:

Reactivos

Productos

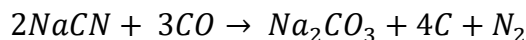


1.4.2 Reactivo limitante

El reactivo limitante se consume completamente en una reacción química, determinando la cantidad máxima de producto que puede formarse. Identificar el reactivo limitante es crucial para calcular la cantidad de producto y entender la relación entre reactivos y productos en una reacción (Alsina, et al. 2014). Los reactivos se consumen en proporciones estequiométricas basadas en sus coeficientes en la ecuación balanceada. Si un reactivo está en exceso, no se consumirá completamente y se desperdiciará. Por lo tanto, identificar el reactivo limitante es esencial para usar los reactivos eficientemente y obtener la máxima cantidad de producto. Este concepto es fundamental en la estequiometría para predecir los resultados de una reacción química.

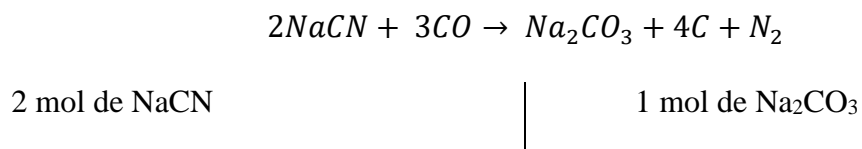
Ejemplo de cálculos de los reactivos limitantes:

Si se tiene 400gr de NaCN y 150gr CO. Calcular, ¿Cuál es el reactivo limitante y en exceso?



Paso 1: Verificar si la ecuación se encuentra correctamente balanceada (caso contrario balancear la ecuación).

Paso 2: Identificar los moles que se podrían encontrar en la ecuación:



3 mol CO

4 mol C

1 mol N₂

Paso 3: Continuar con la solución de la pregunta del ejercicio planteado, tomando en cuenta el valor dado por el ejercicio:

$$4000 \text{ gr de NaCN} \cdot \frac{2 \text{ mol de NaCN}}{98 \text{ gr NaCN}} = 81,63 \text{ mol de NaCN}$$

$$150 \text{ gr de CO} \cdot \frac{3 \text{ mol de CO}}{84 \text{ gr CO}} = 5,35 \text{ mol de CO}$$

Paso4: Identificar y dar solución a la interrogante mencionada en el problema.

81,63 mol de NaCN → reactivo en exceso

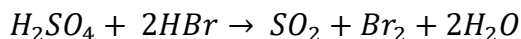
5,35 mol de CO → reactivo limitante

1.5.3 Cálculos estequiométricos

Asimismo, según Alsina, et al. (2014), el cálculo estequiométrico implica utilizar la parte de reactivos y productos en una reacción química para realizar cálculos cuantitativos. Esto puede incluir determinar la cantidad de un producto formado a partir de una cantidad conocida de reactivo, o viceversa. Estos cálculos son fundamentales para comprender la relación cuantitativa entre los reactivos y productos en una reacción química, lo que es esencial para comprender y predecir el comportamiento de las sustancias en un contexto químico.

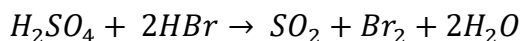
Ejemplo de cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en una ecuación química:

En la siguiente ecuación ¿Cuántos moles de Br₂ se optimen a partir de 90 gr de H₂SO₄? y ¿Cuántos gr de H₂O se producen?



Paso 1: Verificar si la ecuación se encuentra correctamente balanceada (caso contrario balancear la ecuación).

Paso 2: Identificar los moles que se podrían encontrar en la ecuación



1 mol de H ₂ SO ₄	1 mol de SO ₂
2 mol de HBr	1 mol de Br ₂
	2 mol de H ₂ O

Paso 3: Continuar con la solución de la pregunta del ejercicio planteado, tomando en cuenta el valor dado por el ejercicio:

$$90 \text{ gr de } H_2SO_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } H_2SO_4}{98 \text{ gr } H_2SO_4} \cdot \frac{1 \text{ mol de } Br_2}{1 \text{ mol } H_2SO_4} = 0,91 \text{ mol de } Br_2$$

$$90 \text{ gr de } H_2SO_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } H_2SO_4}{98 \text{ gr } H_2SO_4} \cdot \frac{1 \text{ mol de } H_2O}{1 \text{ mol } H_2SO_4} \cdot \frac{36 \text{ gr de } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 33,06 \text{ gr de } H_2O$$

Paso 4: Identificar y dar solución a la interrogante mencionada en el problema

Se obtiene 0,91 moles de Br₂ a partir de 90 gr de H₂SO₄

Se obtiene 33,06 gr de H₂O a partir de 90 gr de H₂SO₄

1.5 Modelo ADDIE

El modelo ADDIE es una metodología instruccional ampliamente utilizada para la planificación, desarrollo y evaluación de cursos y materiales educativos. Según Morales, et al. (2014) este enfoque se estructura en cinco fases: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Además, como señala Midence (2024), los docentes suelen utilizar este modelo para crear herramientas pedagógicas que aseguren claridad y efectividad, con el fin de obtener resultados óptimos en el aprendizaje de los estudiantes.

Es importante destacar que según los autores antes mencionados el modelo ADDIE ha sido aplicado para estructurar trabajos que promuevan el aprendizaje autónomo, ya que cada una de sus fases incluye actividades específicas que guían al estudiante en el proceso educativo.

1.5.1 Fases del modelo ADDIE

Este modelo se compone de cinco fases, cada una de las cuales debe ser ejecutada de manera rigurosa para cumplir con los objetivos y metas establecidos, asegurando la creación de un producto adecuado (Templo, 2020). A continuación, se describen las fases del modelo ADDIE.

- Análisis: En esta fase se realiza un análisis de las necesidades de los estudiantes, los objetivos de aprendizaje y el contexto en el que se implementará la instrucción. Se identifican las características de los estudiantes, sus conocimientos previos, estilos de aprendizaje y necesidades específicas.

- Diseño: En esta fase se diseñan los elementos del curso o material educativo, incluyendo la selección de contenido, estrategias de enseñanza, actividades de aprendizaje y recursos didácticos. Se define la estructura del curso, la secuencia de las actividades y los criterios de evaluación.

- Desarrollo: En esta fase se produce el material educativo, incluyendo la elaboración de presentaciones, guías de actividades, recursos multimedia y evaluaciones. Se implementa la planificación del curso o material educativo.

- Implementación: En esta fase se pone en práctica el curso o material educativo con los estudiantes. Se monitorea y se realizan ajustes en la implementación, si es necesario.

-Evaluación: En esta fase se evalúa la efectividad del curso o material educativo, incluyendo el logro de los objetivos de aprendizaje, la satisfacción de los estudiantes y el impacto en su conocimiento y habilidades.

1.5.2 Aplicación y ejemplo del modelo ADDIE en la enseñanza de la Química

En una investigación que utiliza el modelo ADDIE, Chuqui y Loja (2023) desarrollaron una propuesta para la "implementación de la Realidad Aumentada en el aprendizaje de la Ley de los Gases en la asignatura de Química". Según los autores, la aplicación de este modelo permite obtener resultados favorables, ya que siguen de manera estructurada cada una de las fases del proceso.

Primero, se realiza un análisis del problema a través de diarios de campo y observación participante, en la fase de diseño, se planifican 9 clases con contenidos relevantes y atractivos para los estudiantes, con una duración previamente estimada. En la etapa de desarrollo, se generan las actividades diseñadas, recolectando información relevante para la plataforma web y utilizando recursos efectivos para promover el aprendizaje de la Química. Posteriormente, durante la fase de implementación, se ejecutan y efectúan las actividades planificadas. Finalmente, en la fase de evaluación, se mide la efectividad de la enseñanza y se realizan los ajustes necesarios para optimizar el proceso educativo.

1.6 Los beneficios del uso de tecnologías educativas en el aprendizaje de la estequiometría

El aprendizaje de la estequiometría es un desafío para los docentes de Química, ya que implica la comprensión de conceptos abstractos y complejos. La resolución de ejercicios no garantiza la comprensión conceptual de los mismos (Raviolo y Lerzo, 2016). Sin embargo, el uso

de tecnologías educativas puede mejorar significativamente la comprensión de estos conceptos complejos. Según Guevara y Portilla (2020) los estudiantes pueden visualizar mejor los conceptos y procesos químicos a través de simulaciones y visualizaciones en 3D, lo que les permite comprender mejor los conceptos difíciles. Además, estas herramientas interactivas les brindan la oportunidad de experimentar de forma práctica y segura en un entorno virtual que fomenta la exploración y el aprendizaje activo. De esta manera, los estudiantes pueden consolidar su comprensión y adquirir habilidades prácticas de forma más efectiva.

Mediante el uso de tecnologías educativas, se pueden desarrollar habilidades digitales en los estudiantes, preparándolos para un futuro cada vez más digitalizado, el uso de tecnologías educativas también puede mejorar el compromiso y el aprendizaje activo de los estudiantes (López, et al. 2018). Las actividades interactivas y las simulaciones pueden involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, lo que les permite comprender los conceptos de manera más efectiva. Además, los estudiantes pueden trabajar en equipo y colaborar en la resolución de problemas, lo que les ayuda a desarrollar habilidades sociales y de trabajo en equipo.

Otro beneficio del uso de tecnologías educativas en el aprendizaje de la estequiometría es la mayor eficiencia en la resolución de problemas y el análisis de datos. Los estudiantes pueden utilizar simulaciones y herramientas de software para realizar cálculos y análisis de datos con mayor rapidez y precisión (López, et al. 2018). Esto les permite centrarse en la comprensión conceptual de los problemas, en lugar de perder tiempo en cálculos tediosos. Además, el uso de tecnologías educativas puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, lo que les será útil en su futura carrera en Química o en cualquier otra disciplina científica.

Al comparar los aportes de Raviolo y Lerzo (2016) con los de Guevara y Portilla (2020) y López, et al. (2018), se observa una evolución en el enfoque del aprendizaje de la estequiometría. Mientras que Raviolo y Lerzo destacan que la resolución de ejercicios no garantiza una comprensión conceptual, lo cual representa un desafío para los docentes de Química, Guevara y Portilla subrayan cómo el uso de tecnologías educativas, como las simulaciones y visualizaciones en 3D, puede mejorar significativamente la comprensión de conceptos complejos. Además, Guevara y Portilla señalan que estas herramientas interactivas permiten a los estudiantes experimentar de manera práctica en un entorno seguro, consolidando su aprendizaje. Por su parte, López et al. (2018) complementan esta idea al resaltar que las tecnologías educativas no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también fomentan el aprendizaje activo y colaborativo. Estos autores enfatizan cómo el uso de herramientas tecnológicas, además de facilitar los cálculos, promueve habilidades sociales, trabajo en equipo y pensamiento crítico, aspectos clave en la formación de futuros profesionales en Química o áreas afines.

1.7 Bases legales

Con respecto a la educación en Ecuador encontramos diversas leyes, reglamentos y principios que respaldan legalmente la educación de todas las personas como un derecho fundamental, a continuación, mencionaremos cuales son:

Empezando por la ley máxima del país que es la Constitución de la República del Ecuador (2008), encontramos diferentes artículos, como lo son:

Por consiguiente, hace referencia a que la educación es un “derecho fundamental a lo largo de la vida, responsabilidad del Estado y de la sociedad, clave para la igualdad, inclusión social y el bienestar” (Art. 26). En este sentido, es fundamental garantizar el acceso a una

educación de calidad para todos, sin importar su origen, condición social o económica. La educación no solo proporciona conocimientos académicos, sino que también promueve valores como el respeto, la tolerancia y la solidaridad. Por lo tanto, invertir en educación es invertir en el futuro de una sociedad justa y equitativa.

Por otro lado, El sistema educativo persigue "fomentar las habilidades individuales y colectivas, estimular el aprendizaje y respetar la diversidad cultural y lingüística del país. Se plantea que sea flexible, inclusivo y eficaz" (Art. 343). Es importante reconocer la importancia de una educación que promueva el pensamiento crítico, la creatividad, la autonomía de los estudiantes y el trabajo en equipo. Asimismo, se busca el fortalecimiento de valores como la solidaridad, la empatía y el respeto mutuo en el ámbito escolar. La formación integral de los individuos es la base sobre la cual se construye una sociedad más justa, equitativa y democrática.

Se hace mención y referencia a que el gobierno debe mejorar "la educación pública, garantizando calidad y fomentando la participación ciudadana en los procesos educativos" (Art. 347). El desarrollo de una educación sólida y equitativa es fundamental para el progreso de nuestra sociedad, la participación de la ciudadanía en la configuración de las políticas educativas es imprescindible para asegurar que se cumplan las necesidades y expectativas de todos los individuos. La calidad en la enseñanza es fundamental para el desarrollo de los estudiantes y para el progreso de la sociedad en su conjunto.

"La educación pública será gratuita y el Estado la financiará de manera oportuna, regular y suficiente. La distribución de los recursos destinados a la educación se regirá por criterios de equidad social, poblacional y territorial, entre otros" (Art. 348).

Como podemos notar en el artículo 347 y 348, la responsabilidad del Estado se centra en fortalecer la educación pública mediante la garantía de calidad, cobertura, infraestructura adecuada y la participación de la comunidad educativa. Además, el Estado asume el compromiso de asegurar que las instituciones educativas, incluyendo en este caso la Unidad Educativa Roberto Rodas, cuenten con los recursos necesarios para ofrecer una educación de calidad, incluyendo una plantilla docente completa, equipamientos que faciliten el uso de las TIC y laboratorios de computación, asimismo, se asegura de financiar el sistema educativo de manera oportuna, regular y suficiente, distribuyendo los recursos con base en criterios de equidad social, poblacional y territorial, estos principios y compromisos constituyen un marco sólido para la construcción de un sistema educativo inclusivo, equitativo y orientado al desarrollo integral de la sociedad.

Por otra parte, está la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI, 2017) en la cual se menciona lo siguiente:

“Nivel de educación bachillerato. El bachillerato general unificado comprende tres años de educación obligatoria tras la educación general básica. Tiene como propósito brindar a las personas una formación general y una preparación interdisciplinaria que las guíe para la elaboración de proyectos de vida y para integrarse a la sociedad como seres humanos responsables, críticos y solidarios. Desarrolla en los y las estudiantes capacidades permanentes de aprendizaje y competencias ciudadanas, y los prepara para el trabajo, el emprendimiento, y para el acceso a la educación superior. Los y las estudiantes de bachillerato cursarán un tronco común de asignaturas generales y podrán optar por una de las siguientes opciones: a Bachillerato en ciencias: además de las asignaturas del tronco común, ofrecerá una formación complementaria en áreas científico-humanísticas” (Art. 43).

Se entiende por "aprobación" al logro de los objetivos de aprendizaje definidos para una unidad, programa de asignatura o área de conocimiento, fijados para cada uno de los grados, cursos, subniveles y niveles del Sistema Nacional de Educación. “El rendimiento académico de los estudiantes se expresa a través de la escala de calificaciones prevista en el siguiente artículo del presente reglamento” (Art.193).

“Las calificaciones hacen referencia al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo y en los estándares de aprendizaje nacionales” (Art.194).

El Bachillerato General Unificado consta de tres años de educación obligatoria tras la educación básica general. Su propósito es proporcionar una formación completa e interdisciplinaria para preparar a los estudiantes en la planificación de sus vidas y ser miembros responsables y solidarios en la sociedad. Este nivel educativo fomenta las capacidades de aprendizaje continuo y habilidades, preparando a los estudiantes para el empleo, el emprendimiento y la educación superior. Los estudiantes abordan un conjunto común de asignaturas generales y tienen la opción de especializarse en ciencias naturales, lo que implica formación adicional en campos científicos, químicos y humanitarios. El desempeño académico se evalúa mediante una escala de calificaciones que refleja el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje en el plan de estudios y los estándares nacionales, lo que asegura que el rendimiento académico refleje adecuadamente el dominio de los conocimientos y habilidades esperados.

Asimismo, aunque no es una ley, en el Currículo de Ciencias Naturales del Ecuador (2016), encontramos información relevante con respecto a la enseñanza de la química, en este se menciona que:

“La asignatura de Química, para Bachillerato, acerca a los estudiantes a la realidad, mediante la comprensión de fenómenos cotidianos; se incentiva su creatividad, su interés por

conocer profundamente la Química desde su lenguaje y sus aplicaciones, al promover la investigación científica en los educandos” (p.50). Para asegurar que los estudiantes mantengan su atención y desarrollen habilidades de razonamiento, es fundamental que los conceptos de la Química se presenten de manera clara y comprensible.

Finalmente, “Al culminar el Bachillerato General Unificado, los estudiantes habrán desarrollado contenidos y habilidades básicas imprescindibles de las asignaturas de Biología, Química y Física, con temáticas como: origen de la vida, evolución biológica, transmisión de la herencia, biodiversidad y conservación, biología celular y molecular, multicelularidad y su relación con la forma y función, sistemas del cuerpo humano y la salud, fenómenos químicos y físicos cotidianos, las causas y efectos de los hechos naturales, la relación e interacciones entre la energía y la materia, la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones” (p.56).

La asignatura de Química en el Bachillerato es fundamental al acercar a los estudiantes a la realidad mediante la comprensión de fenómenos cotidianos, dándoles protagonismo a los procesos de enseñanza. Al fomentar la investigación científica, se estimula la creatividad y el interés por explorar a fondo la Química, desde su lenguaje hasta sus aplicaciones prácticas, este enfoque integral no solo busca transmitir conocimientos teóricos, sino también cultivar habilidades prácticas y el pensamiento crítico de los educandos.

De lo anteriormente mencionado, la educación en Ecuador se encuentra respaldada por un marco legal sólido que garantiza el derecho fundamental a una educación de calidad. La Constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) establecen principios clave como la accesibilidad a recursos y a las TIC, asegurando que la educación pública sea gratuita y financiada por el Estado de manera oportuna y suficiente. Estos documentos, además, fomentan el desarrollo de habilidades críticas y creativas, tanto

individuales como colectivas, en los estudiantes, preparándolos para integrarse de manera responsable en la sociedad.

Capítulo II: Marco metodológico

2.1 Paradigma y enfoque

El enfoque socio crítico, también conocido como paradigma socio crítico, se centra en analizar y transformar realidades sociales mediante la reflexión crítica. En el ámbito educativo, busca que los estudiantes desarrollen conciencia social y se comprometan a promover cambios en su aprendizaje (Salinas, 2019). Este enfoque trasciende la mera transmisión de conocimientos, asumiendo la responsabilidad de formar ciudadanos críticos y comprometidos con su entorno. Al reflexionar sobre injusticias sociales y promover la igualdad, empodera a los estudiantes para que se conviertan en agentes de cambio en sus comunidades. Además, fomenta la participación estudiantil en la construcción de un mundo más equitativo y justo, analizando estructuras de poder y promoviendo la diversidad para lograr un cambio social significativo.

Esta investigación se sitúa en un paradigma socio crítico, cuyo objetivo es analizar y transformar la realidad social a través de una pedagogía liberadora que fomente el pensamiento crítico, cuestione las relaciones de poder y promueva la colaboración y la justicia social (Salinas, 2019). Se busca concebir a los estudiantes como agentes de cambio en la educación, generando conocimientos situados en sus contextos, concienciándolos sobre su responsabilidad social y desarrollando una pedagogía comprometida con la transformación de las desigualdades. Desde esta perspectiva, se pretende lograr transformaciones que promuevan la equidad y la justicia social en el ámbito educativo, fortaleciendo así a los estudiantes y contribuyendo a la mejora de la sociedad.

La variable independiente, ChemicalAid, se ubica en el paradigma antes mencionado ya que el uso de aplicaciones digitales permite tomar el concepto de aprendizaje significativo cuando los alumnos son capaces de conectar nueva información con sus conocimientos y experiencias anteriores, creando una comprensión más profunda y duradera (Cabero y Palacios, 2018). En química, esto podría implicar conectar nuevos conceptos con ejemplos del mundo real o relacionarlos con experiencias previas de los estudiantes en el uso de esa aplicación. Al enfatizar el aprendizaje significativo, los educadores pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión más sólida y conectada con la resolución de ejercicios.

En relación con el enfoque metodológico, el presente estudio adopta una perspectiva mixta, fundamentada en la recolección, análisis y presentación de datos tanto cualitativos como cuantitativos. Este diseño metodológico se caracteriza por integrar ambas modalidades de datos, lo cual permite obtener una visión integral y profunda del fenómeno en estudio, conforme lo señalan Hernández y Mendoza (2018). El enfoque mixto proporciona una perspectiva más completa y enriquecedora, al combinar el rigor y la objetividad de los datos cuantitativos con la riqueza descriptiva y el contexto proporcionado por los datos cualitativos. Así, se logra una comprensión más profunda y holística del tema de estudio, permitiendo enriquecer la interpretación de los resultados y con mayor validez y fiabilidad a las conclusiones obtenidas.

En lo referente a la dimensión cualitativa, se lleva a cabo la recolección y análisis de datos del pretest y postest, con el propósito de identificar patrones emergentes, así como de plantear nuevas interrogantes que enriquezcan el proceso de interpretación. En paralelo, el análisis cuantitativo se orienta hacia la verificación de hipótesis formuladas con base en la revisión numérica de los datos recolectados en las fases de pretest y postest. Este enfoque mixto permite una aproximación comprensiva y rigurosa al fenómeno de estudio, incorporando

elementos cualitativos y cuantitativos para enriquecer la comprensión y validez de los resultados obtenidos.

2.2 Tipo o diseño de investigación

El presente estudio se enmarca en una investigación cuasi-experimental ya que el problema a investigar se realizará con dos grupos de trabajo el experimental y el control, permitiendo comparar y medir el dominio que puede tener la propuesta planteada con ayuda del pretest y postest, observando un antes y un después del manejo de la aplicación propuesta (Hernández y Mendoza, 2018). En este tipo de diseño cuasi-experimental, se pretende establecer una relación causal entre la aplicación de la propuesta y el cambio en el dominio de la materia que se quiere estudiar. De esta manera, se busca determinar si la intervención con la aplicación tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los participantes en comparación con aquellos que no la utilizaron. Para asegurar la validez de los resultados, se llevará a cabo un riguroso proceso de recopilación y análisis de datos, utilizando herramientas estadísticas apropiadas para evaluar la efectividad de la propuesta en estudio.

Además, según Santabárbara et.al (2020) es importante subrayar que, en el análisis de la información obtenida en la investigación, se lleva a cabo un estudio de los datos recolectados por los estudiantes, ajustándose a las dimensiones y objetivos establecidos. La interpretación de los datos cualitativos se realiza mediante indicadores definidos en la tabla 1 de operacionalización de variables, mientras que el análisis cuantitativo se efectúa a través de Jamovi para asegurar la robustez de los resultados. Esta metodología no solo permite una comprensión profunda de los datos, sino también facilita la validación y fiabilidad de las conclusiones avanzadas.

2.3 Población

La población en una investigación es definida como un conjunto de componentes de los que se obtendrán datos, información y de las cuales se pretende inferir las conclusiones del estudio, Palella y Martins (2012). Así también, la población puede ser considerada de dos maneras, como un conjunto limitado o continuo de elementos, de los cuales se puede ejecutar la investigación. A continuación, se especifica los paralelos de segundo de BGU que forman parte de la población y muestra.

En la investigación, la población está conformada por los 43 estudiantes matriculados en los paralelos A y B de Segundo de Bachillerato General Unificado (BGU) de la asignatura de Química, el estudio se lleva a cabo en la Unidad Educativa Roberto Rodas de la ciudad de Azogues, provincia del Cañar, durante el período académico 2023-2024. La razón por la que se trabaja con estos paralelos se debe, a las asignaciones de grupos desde la dirección de prácticas preprofesionales.

Para conformar un grupo experimental y el grupo control, se procedió a segmentar la población con tres diferentes instrumentos; los cuales consisten en una prueba de satisfacción para determinar la afinidad y preferencia de los estudiantes con respecto a la asignatura de Química, la observación participante durante el periodo de prácticas y un pretest con datos cuantitativos. Los resultados de estos instrumentos evidenciaron que el paralelo A presentaba una mayor inclinación e interés por la materia en comparación con el paralelo B.

Por ello, se forma el Grupo Experimental con 22 estudiantes del paralelo A de Segundo de BGU, y el Grupo Control con 21 estudiantes del paralelo B. Esta segmentación de la muestra permite realizar un estudio comparativo para evaluar el efecto diferencial de la intervención educativa al aplicarse solo al Grupo Experimental durante la investigación.

Uno de los principales impedimentos para la investigación es el acceso limitado a los estudiantes durante el horario de clases, porque se debe respetar el programa educativo establecido, evitando usar el tiempo de instrucción en las aulas para hacer las pruebas o impartir las clases. Por tanto, se coordinó con las autoridades académicas, en este caso con la docente tutora del área de Química, para definir momentos puntuales en los que se pueda trabajar con los estudiantes sin interrumpir sus actividades regulares. Asimismo, la disponibilidad limitada de recursos tecnológicos como computadoras y acceso a internet en la institución educativa, impuso ciertas restricciones para implementar y probar de manera óptima el uso de la herramienta digital durante la intervención experimental.

2.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

En la última versión del libro de Hernández y Mendoza (2018) destaca que: "Los principales métodos para recabar datos cualitativos son la observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la recolección de documentos y materiales, y las historias de vida. El análisis cualitativo implica organizar los datos recogidos, transcribirlos cuando resulta necesario y codificarlos. La codificación tiene dos planos o niveles. Del primero, se generan unidades de significado y categorías. Del segundo, emergen temas y relaciones entre conceptos. Al final se produce una teoría enraizada en los datos." (p. 394).

Los métodos cualitativos son esenciales para recopilar datos a través de la observación, entrevistas y grupos de enfoque, entre otros. Estos métodos nos permiten entender en profundidad la realidad investigada, la organización de la información ayudan a identificar categorías y relaciones entre conceptos, lo que finalmente lleva a la creación de teorías basadas en datos. Así, el análisis cualitativo se convierte en una herramienta fundamental para estudiar fenómenos complejos y ofrecer interpretaciones detalladas de la realidad.

2.4.1 Método cuantitativo

Los métodos cuantitativos implican el uso de herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales para obtener mediciones precisas y confiables y analizar el fenómeno en estudio (Hernández y Mendoza, 2014). Este enfoque es importante en la investigación porque permite el análisis objetivo de resultados mensurables y generalizables utilizando procedimientos estandarizados y controlados.

En vista de ello se utiliza Jamovi que es un software estadístico de código abierto que se destaca por su facilidad de uso, accesibilidad y robustez en el análisis de datos. Su interfaz intuitiva permite a usuarios sin experiencia previa en programación realizar análisis estadísticos avanzados, lo que lo hace ideal para fines educativos y de investigación (The jamovi project, 2023). Además, Jamovi soporta una amplia gama de formatos de datos y ofrece la posibilidad de extender sus funcionalidades mediante módulos adicionales, promoviendo así la reproducibilidad y transparencia en el análisis de datos (Norris et al., 2019). Este enfoque accesible y extensible lo convierte en una herramienta valiosa en diversos campos académicos y científicos.

Las mediciones cuantitativas pueden identificar tendencias y patrones en grandes poblaciones, examinar relaciones entre variables, probar teorías y hacer comparaciones y predicciones confiables respaldadas por evidencia empírica. Por lo tanto, este método es invaluable en áreas como la investigación científica, el análisis de mercado o las encuestas de opinión pública, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados de las encuestas debido a esto, se implementan los siguientes instrumentos:

Cuestionario pretest y postest.

2.4.2 Método cualitativo

Los métodos cualitativos juegan un papel crucial en la investigación, proporcionando una comprensión profunda y contextualizada del fenómeno en estudio. Creswell (2014) a diferencia de los métodos cuantitativos, que se centran en mediciones numéricas, los métodos cualitativos se centran en el estudio del significado, la percepción y la experiencia subjetiva.

Utilizando métodos como entrevistas, observaciones y análisis de contenido, este enfoque ayuda a capturar la complejidad y riqueza de los datos, proporcionando una visión integral y detallada que enriquece la comprensión de la pregunta de investigación. Además, permite el descubrimiento de nuevos temas, la generación de hipótesis y la profundización de la interpretación de los resultados, contribuyendo así al desarrollo del conocimiento en diversos campos, por lo tanto, se implementan los siguientes instrumentos:

Observación de clase, encuesta

2.5 Operacionalización del objeto de estudio (Matriz de operacionalización)

A continuación, se muestra la operacionalización de objeto de estudio, representado con variables, categorías e indicadores.

Tabla 1. Operacionalización de objeto de estudio con sus variables dependiente e independiente

ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de bachillerato general unificado de la U.E. Roberto Rodas				
Variable	Definición de variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas/Instrumentos
Dependiente: Aprendizaje de la estequiometría	"El aprendizaje de la estequiometría implica la comprensión conceptual y la capacidad de realizar cálculos cuantitativos para balancear reacciones químicas y determinar cantidades de productos y reactivos" (Raviolo y Lerzo, 2016).	Balanceo de ecuaciones químicas	Sabe que el número de átomos de cada elemento debe ser igual en ambos lados de la ecuación química	Encuesta/Cuestionario Pretest y Postest Observación participante/Guía de observación de clase Rúbrica (Escala cuantitativa y cualitativa según el ministerio de educación)
			Verifica si logró el balanceo contando y comparando átomos de cada elemento	
		Cálculo del reactivo limitante y exceso	Identificar el reactivo limitante y el en exceso en una reacción Química	
			Resuelve problemas complejos de cálculo del reactivo limitante	
			Determina cuánto reactivo en exceso queda al final de la reacción	
		Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación	Aplica factores de conversión para transformar unidades de masa, moles, volumen, etc. según sea necesario	
Utiliza la estequiometría de la reacción y la cantidad de la limitante				

			para calcular las cantidades necesarias del resto de los reactivos	
Independiente: ChemicalAid	“La herramienta digital es un software educativo diseñado con el propósito de facilitar el aprendizaje del balanceo de ecuaciones Químicas y los cálculos involucrados en la estequiometría. Permite practicar habilidades como identificar el reactivo limitante, balanceo de ecuaciones mediante tanteo y cálculos, y determinar cantidades molares de reactivos en base a la limitante” (Bagarotti, 2023).	Presentación de ventanas	<p>Hay una ventana inicial/menú que permite navegar fácilmente entre las diferentes secciones</p> <p>Los cálculos y balanceos se detallan de forma clara y comprensible</p> <p>El diseño visual facilita la lectura y es atractivo para el usuario</p>	<p>Observación participante/Guía de observación de clase</p> <p>Escala de actitud y opinión / encuesta de satisfacción</p>

2.6 Resultados del diagnóstico

El diagnóstico educativo se considera una herramienta esencial para guiar adecuadamente el proceso de aprendizaje en el campo de la Química. Permite a los educadores identificar los conocimientos previos de los estudiantes al comienzo del año escolar o al iniciar una nueva unidad de estudio (Ministerio de educación, 2016). En este contexto la presente investigación, es fundamental recopilar información para evaluar las fortalezas, debilidades y necesidades de los grupos GC-GE.

Por lo tanto, se ha optado por examinar el nivel de motivación y las actitudes de los estudiantes hacia aspectos específicos del plan de estudios de Química, como la estequiometría. Esto permite al profesor determinar la receptividad de ciertos contenidos y ajustar las estrategias de enseñanza en consecuencia. Al obtener las percepciones y opiniones de los estudiantes sobre la metodología de enseñanza utilizada por el docente en temas como la estequiometría, se facilita la identificación de áreas de mejora en las prácticas pedagógicas.

2.6.1 Resultados de la intervención en el tema de estequiometría en los jóvenes de segundo bachillerato general unificado (Pretest)

De acuerdo con Urbano et al (2023), se puede corroborar los resultados que obtuvieron al realizar el pretest en su investigación, en este apartado se muestran los resultados del cuestionario pretest realizado a los grupos GC y GE. Se incluyeron 3 preguntas para evaluar el entendimiento de los estudiantes en balanceo de ecuaciones, cálculo del reactivo limitante y cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química, temas abordados en la unidad 2 del libro de Química de segundo bachillerato. Después de todo lo expuesto, podemos aclarar que para cada pregunta se ha

determinado la valoración de 3 puntos en el primer tema con dos ejercicios es decir con un valor de 1.5 cada uno, 3 puntos en el segundo ítem con 2 ejercicios de 1.5 cada uno y 4 puntos en el último con 2 ejercicios de 2 puntos cada uno, esto porque presenta un nivel de complejidad. Por lo tanto, la suma total de las preguntas que son presentadas en el cuestionario pretest da un equivalente a 10 puntos, en conclusión, el cuestionario tiene una rúbrica de evaluación que ayuda a calificar las dimensiones anteriormente mencionadas (Anexo 16).

Además, se adjunta la siguiente escala de calificaciones proporcionada por el Ministerio de Educación para evaluar de manera estandarizada el rendimiento de los estudiantes. Esta escala permite asignar tanto calificaciones numéricas como cualitativas, reflejando así el nivel de comprensión y dominio de los estudiantes sobre un tema o materia específica.

Tabla 2. Escala de calificaciones según el Mineduc 2016

Escala cualitativa	Escala cuantitativa
Domina los aprendizajes requeridos	9,00 - 10,00
Alcanza los aprendizajes requeridos	7,00 - 8,99
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	4,01 - 6,99
No alcanza los aprendizajes requeridos	≤ 4

Nota: Se muestra la escala de calificaciones donde señala la escala cualitativa en el lado izquierdo y la escala cuantitativa a lado derecho

(p.8) por Mineduc, 2016, ministerio de educación.

2.6.1.1 Análisis estadístico y discusión de resultados del pretest

En relación con a los resultados de la prueba pretest, se realizaron los estudios de pruebas de normalidad de las calificaciones del grupo experimental y del grupo control tal como se puede apreciar en la tabla 3, con la finalidad de hacer comparaciones de medias de calificaciones de ambos grupos en posteriores análisis.

Tabla 3. Pruebas de normalidad en la variable puntuaciones producto de la suma de las dimensiones 1, 2 y 3.

Test aplicado	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wills		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest GE	0,097	21	0,200	0,977	21	0,875
Pretest GC	0,157	21	0,192	0,949	21	0,322
Escala de puntuación: 0 – 10 puntos.						

La hipótesis nula para el caso considerado, como pretest GE y GC, es que las puntuaciones tienen un buen ajuste a la distribución de probabilidad normal, contra la hipótesis alterna de que las puntuaciones tienen ajustes a otra distribución de probabilidad. Con base en la prueba de Kolmogorov – Smirnov, para cada uno de los casos considerados el valor de probabilidad p (Sig.) es mayor que el nivel de significancia 0,05 ($p > 0,05$), también se puede observar el valor de p (Sig.) para la prueba Shapiro-Wills es mayor que el nivel de significancia 0,05 ($p > 0,05$), lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula para cada caso. Por lo tanto, con base en estos grupos de estudiantes se cumple el supuesto de normalidad en la variable dependiente de rendimiento académico en calificaciones.

En relación con la prueba de igualdad de varianzas, los resultados de la prueba de Levene, se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las puntuaciones por pares de grupos independientes

Comparar	Prueba de Levene	Sig.
Pretest GE vs Pretest GC	0,030	0,864

Al comparar las varianzas de las puntuaciones del pretest para los GE Y GC se tiene que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas ($p = 0,864 > 0,05$), lo que implica que se cumple el supuesto de igualdad de varianzas. Por lo tanto, en vista de que se cumplen los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, sus puntuaciones medias del Pretest GE versus Pretest GC se pueden comparar mediante la aplicación de la prueba t – Student.

Comparación de las puntuaciones GE y GC para la prueba pretest

En la tabla 5, se muestran los resultados de la prueba T-Student de comparaciones de medias entre las calificaciones de los grupos experimental y el control como grupos independientes

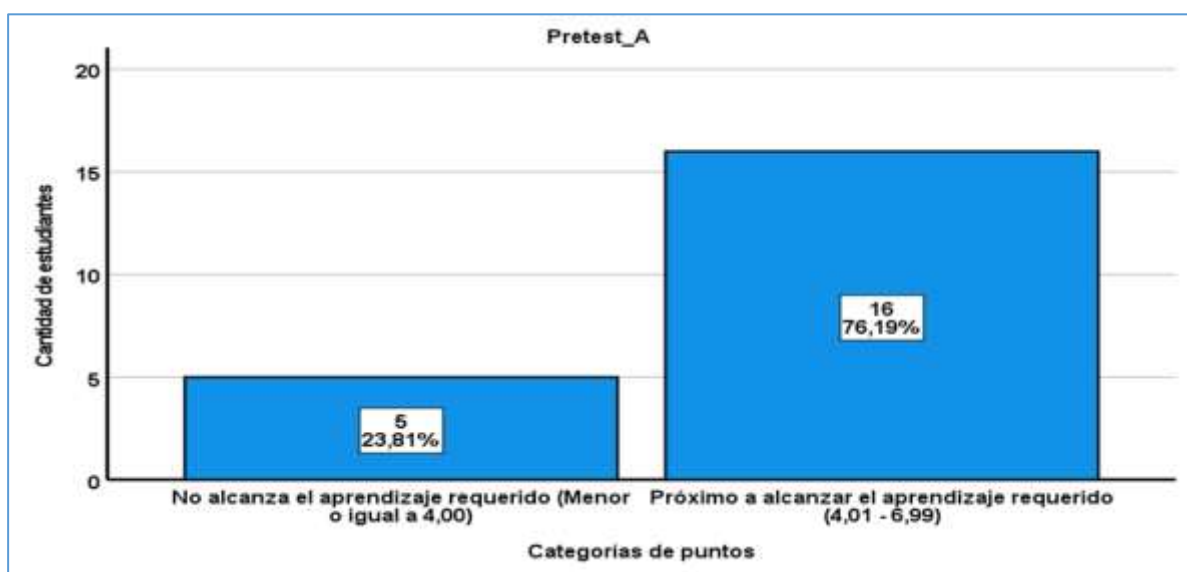
Tabla 5. Resultados de la comparación de las medias de las calificaciones entre grupos independientes GE y GC

	Tamaño de		Desviación	Estadístico		IC del	
Pretest:	Muestra	Media	estándar	T-Student	ig.	i	Ls
GE	21	4,815	1,12	8,33	0,001	2,14	3,50
GC	21	1,996	1,07				

En relación con el análisis del pretest, la hipótesis nula es que la puntuación media del GE es igual a la puntuación media del GC, contra la hipótesis alternativa de que las puntuaciones medias obtenidas por ambos grupos son diferentes. Con base en la prueba t Student, existen

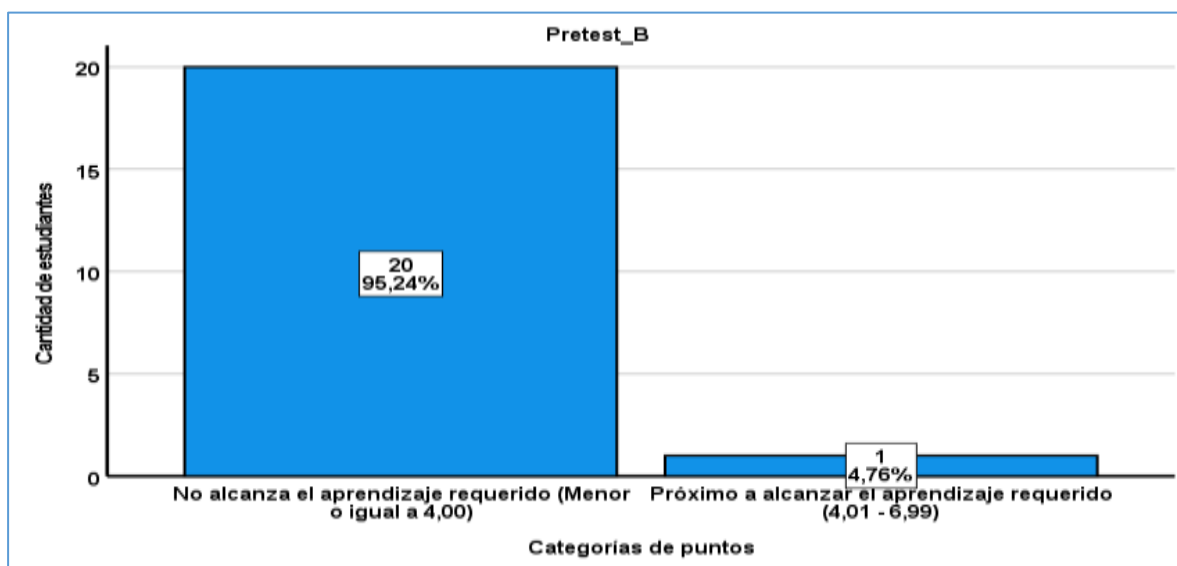
diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre las puntuaciones medias del GE en relación con el GC. Además, con base en el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes (2,14 – 3,50) se tiene que la diferencia de las puntuaciones medias es positiva, esto es, las puntuaciones del GE en promedio fueron mayores a las puntuaciones obtenidas por el GC. A pesar de que el GE obtuvo un promedio mayor que el GC, se escogió como GE, ya en una encuesta realizada a ambos grupos, el GE prefiere que se le enseñe el tema de estequiometría con estrategias y recursos innovadores tal como es el en este caso con la ChemicalAid y el GC prefiere que se le enseñe de forma tradicional con clases formales expositivas. Esta tendencia de las puntuaciones medias entre el GE y GC, se nota en la cantidad de estudiantes que obtuvo calificaciones agrupadas en los intervalos de calificaciones del MINEDUC (2016a) (Figura 2 y Figura 3), para el GE, en las escalas: menor a 4 puntos hay 5 estudiantes y en la de 4,01 hasta 6,99 puntos, hay 16 estudiantes comparado con el GC, 20 estudiantes y 1 respectivamente.

Figura 2. Clasificación de los estudiantes del GE según la cantidad de estudiantes que alcanzaron cierta puntuación



Esto demuestra que hay mayor porcentaje de estudiantes del GE próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos en cuanto a las tres dimensiones operacionalizadas: a) Balanceo de ecuaciones químicas, b) Cálculo del reactivo limitante y c) Cálculos estequiométricos, con respecto a la cantidad de estudiantes del grupo B en este intervalo de calificaciones. Es decir, en resumen, en la figura 2, se puede observar que las calificaciones del GC muestran que 20 estudiantes se encuentran en la escala menor a 4 puntos y queda en evidencia que un 95,24% aún no alcanzan los aprendizajes requeridos en las tres dimensiones en estudio.

Figura 3. Clasificación de los estudiantes del GC según la cantidad de estudiantes que alcanzaron cierta puntuación



Análisis de los resultados cuantitativos por dimensión

En forma general, para el tratamiento y análisis de los datos cuantitativos, se utilizó la estadística inferencial con la finalidad de probar las hipótesis planteadas sobre el efecto de los tratamientos; aplicación de ChemicalAid para el GE y la clase tradicional para GC. En este sentido, se determinaron las medias de las diferencias de las calificaciones de las pruebas postest

y pretest para cada grupo de estudiantes en cada dimensión, para hacer las comparaciones como grupos independientes.

Pruebas de normalidad

Para los estudios de normalidad de la variable de las diferencias de las calificaciones posttest-pretest de cada grupo por dimensión, se realizó la prueba Shapiro – Wilks, adecuada para grupos pequeños menores o iguales a 50 (Parada Guachalla, 2019). En la tabla 5, se pueden observar los valores de p (Sig.) mediante los cuales se pueden tomar decisiones sobre la normalidad de los datos.

2.6.2 Resultados observación participante

Durante las horas asignadas dentro de las prácticas preprofesionales en la asignatura de Química al Segundo A y B de BGU de la Unidad Educativa Roberto Rodas, se lleva a cabo la técnica de observación realizada durante 45 a 90 minutos dependiendo de los días, se emplea una Guía la cual permite interpretar aspectos como las actitudes hacia de la materia, específicamente en el tema de Estequiometría, se observó que persisten vacíos en cuanto al balancear ecuaciones, cálculo del reactivo limitante y cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en una ecuación química, dando lugar a la poca participación de los estudiantes al realizar ejercicios.

Además, se observa que el docente emplea una metodología tradicional expositiva, dictando los conceptos teóricos y luego resolviendo algunos ejercicios modelos en la pizarra. La intervención voluntaria de los estudiantes fue mínima y el nivel de motivación de estos era medio-bajo, evidenciado por la distracción, el desinterés de varios, la falta de asistencia constante de algunos estudiantes, asimismo no se incorporan recursos didácticos complementarios ni actividades prácticas.

A continuación, el tercer instrumento utilizado:

2.6.3 Encuesta de satisfacción

Se realizó una encuesta dirigida a todos los estudiantes de segundo de bachillerato con el propósito de comparar y analizar la metodología tradicional frente a una nueva metodología que incorpora el uso de tecnologías. La encuesta se llevó a cabo de manera digital a través de la plataforma Google Forms. El instrumento utilizado consistió en un cuestionario de seis preguntas, estructuradas en una escala tipo Likert (1. Totalmente en desacuerdo, 2. En desacuerdo, 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4. De acuerdo, 5. Totalmente de acuerdo). Este cuestionario tenía como objetivo medir la satisfacción de los estudiantes con la metodología aplicada, los recursos utilizados y los aprendizajes logrados (Anexo 1). Los resultados indicaron que el grupo de control GC mostró una tendencia a preferir métodos tradicionales, evidenciando cierta resistencia al uso de tecnologías en el aprendizaje, por otro lado, el grupo experimental GE demostró un notable interés en complementar el aprendizaje tradicional con el uso de herramientas tecnológicas.

La encuesta de satisfacción en la fase de diagnóstico según Mireles y García (2022) no se permite obtener una evaluación integral del impacto de la metodología de enseñanza en los estudiantes. Este tipo de encuesta permite medir el grado de aceptación y percepción del alumnado respecto a los métodos pedagógicos utilizados en este caso el modelo tradicional más es uso de los recursos tecnológicos. Además, proporciona información valiosa sobre cómo los estudiantes experimentan el proceso educativo por medio de una escala ya antes mencionada, por lo que permite identificar áreas de mejora (estequiometría) y ajustar la estrategia pedagógica según las necesidades y expectativas de los estudiantes.

2.6.4 Resultados de la encuesta sobre la elección de la aplicación

La encuesta pretende conocer la opinión y preferencia de los estudiantes sobre aplicaciones tecnológicas que sirven de recurso didáctico para el aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas y cálculos de reactivo limitante y en exceso. Con los resultados obtenidos se espera identificar la aplicación que los alumnos consideran más útil y motivadora para reforzar sus conocimientos en estos temas fundamentales de la estequiometría. Esta información permitirá seleccionar la herramienta tecnológica más adecuada para incorporar en las actividades de la clase, buscando mejorar la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas estequiométricos mediante el uso de recursos innovadores acordes a los intereses de los estudiantes. (Anexo 2)

2.7 Análisis de la triangulación de los datos del diagnóstico

Seguidamente, se muestra la triangulación de los resultados obtenidos y analizados utilizando los instrumentos descritos anteriormente. El primer instrumento utilizado fue la ficha de observación en clase, la cual evidenció que la metodología tradicional es la más empleada en la enseñanza de la Química. Asimismo, se observó que los estudiantes del GE mostraron un mayor interés por aprender la materia, según lo reflejado en la encuesta realizada, donde consideran importante aprender Química.

Además, el análisis del pretest reveló que los estudiantes del GE obtuvieron un mayor puntaje en la resolución de ejercicios de estequiometría, con un promedio de 4,69 sobre 10, en comparación con el GC, que obtuvo un promedio de 2,02 sobre 10. Este interés por la materia se traduce en una mayor disposición de los estudiantes del GE a integrar la tecnología en la enseñanza de la Química, especialmente en el tema de estequiometría, mostrando preferencias por combinar la metodología tradicional con la tecnología, ya que hace las clases más atractivas

y facilita una mejor comprensión de los conceptos complejos. En contraste, los estudiantes del GC indicaron una preferencia por la metodología tradicional.

Por último, la encuesta sobre la elección de aplicaciones tecnológicas al GE reflejó que el 54,5% de los estudiantes prefieren la aplicación ChemicalAid. Esta herramienta proporciona recursos para verificar los ejercicios prácticos en toda la estequiometría, ofreciendo un ambiente interactivo que facilita el aprendizaje. Los estudiantes valoraron positivamente estas herramientas porque les permiten comprobar sus respuestas y comprender mejor los procedimientos involucrados en la resolución de problemas estequiométricos.

La triangulación de los datos obtenidos a partir de la observación en clase y las encuestas muestra que la combinación de métodos tradicionales con tecnologías educativas aumenta el interés y la comprensión de los estudiantes en Química. Esta estrategia educativa promete no solo mejorar el rendimiento académico, sino también fomentar un aprendizaje más significativo y aplicado.

Capítulo III: Propuesta de intervención

En el siguiente capítulo se elabora una explicación detallada de la propuesta de intervención, partiendo del análisis diagnóstico previamente realizado. El diagnóstico sirve como base sólida para identificar las necesidades particulares que requieren atención en el contexto de la intervención educativa. La descripción de la propuesta abarca los objetivos, estrategias, actividades y recursos que se utilizarán para abordar las deficiencias identificadas durante el diagnóstico. Además, se definen de manera clara los criterios de evaluación que se emplearán para evaluar el éxito y la eficacia de la intervención.

3.1 Diseño de la propuesta

En este contexto, dicho grupo, identificado como el G.E, se ha seleccionado para la aplicación educativa, que consistirá en dos sesiones semanales. Para el G.C se mantendrá el mismo régimen que el G.E, pero siguiendo una metodología tradicional, abordando el mismo tema de estudio, centrado en la Estequiometría.

3.1.1 Título

ChemicalAid: Una herramienta innovadora para la enseñanza de la Estequiometría

3.1.2 Descripción

La estequiometría es un pilar fundamental en la Química, pero su enseñanza tradicional puede ser compleja y poco atractiva para los estudiantes. ChemicalAid se propone como una herramienta innovadora para facilitar el aprendizaje de la estequiometría.

La enseñanza tradicional de estequiometría presenta dificultades como: abstracciones, cálculos tediosos, falta de recursos interactivos. Por ello ChemicalAid busca facilitar y motivar el aprendizaje a través de la interactividad, fomentar el pensamiento crítico, se ha dedicado a ayudar a los estudiantes a mejorar sus conocimientos de Química. Proporcionamos información sobre la Química y los elementos junto con calculadoras y herramientas útiles para ayudar a los estudiantes. Con esta herramienta, los estudiantes pueden estudiar de manera más eficiente, dejándose más tiempo libre y mejores calificaciones. Nuestra prioridad número uno es ayudar a los estudiantes.

La ejecución de la propuesta formulada se fundamenta en uno de los objetivos delineados en el marco de la investigación. Así mismo, se apoya en la información recabada en el segmento precedente y tras un análisis exhaustivo, se ha constatado que un conjunto específico de

estudiantes manifiesta un mayor grado de interés hacia la materia de Química. La propuesta va a estar bajo el diseño del modelo ADDIE, ya que este modelo metodológico que proporciona un marco sistemático y estructurado para la propuesta de la aplicación ChemicalAid, consta de cinco fases interrelacionadas que son: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación.

A continuación, para una correcta aplicación de la propuesta de intervención se sigue las 5 fases que plantea el modelo ADDIE

3.1.3 Fases del modelo ADDIE aplicadas a la propuesta de intervención

3.1.3.1 Análisis

En la siguiente tabla se muestran las variables que deben tenerse en cuenta al fundamentar el diseño

Tabla 6. Análisis de las variables que fundamentan el diseño

Información	
Total, de la población	43 estudiantes
Nivel de estudio	Segundo A y B de BGU
Ubicación	Azogues
Estilo de aprendizaje	Se lleva a cabo el aprendizaje mediante el modelo tradicional
Conocimientos previos	Los estudiantes conocen sobre la estequiometría
Definir problema	Se evidencia que los estudiantes tienen un problema al aprender estequiometría, específicamente en el balanceo de ecuaciones químicas, cálculo del reactivo limitante y cálculo estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química.
Propuesta de solución	Se aspira abordar y resolver problemas estequiométricos a través de la implementación de ChemicalAid, una herramienta educativa concebida con el propósito de facilitar la solución de dichos problemas.
Recursos	Los recursos utilizados para la propuesta de intervención es un equipo tecnológico.
Equipo tecnológico	Computadora, celular, internet

Nota. Fuente: Elaboración propia (2024)

3.1.3.2. Diseño

Meta

Los alumnos experimenten mejoras significativas en su comprensión y dominio del tema de estequiometría mediante la utilización de la aplicación ChemicalAid.

Objetivo

Contribuir al aprendizaje de la estequiometría implementando la aplicación ChemicalAid.

Actividades

Con el propósito de abordar los problemas previamente identificados, se han diseñado actividades secuenciales que se llevarán a cabo en ocho sesiones a través de la plataforma digital ChemicalAid. Esta metodología incluye la utilización de un instrumento de evaluación consistente en un pretest y un postest escritos. Dichas actividades están cuidadosamente estructuradas para enfocarse en aspectos específicos de la estequiometría, tales como el balanceo de ecuaciones químicas, el cálculo del reactivo limitante y la determinación de los reactivos restantes a partir del reactivo limitante

Periodo y duración

Se estructura en sesiones de 45 minutos cada una, llevadas a cabo dos veces por semana, distribuidas a lo largo de cuatro semanas en un horario diurno. Inicialmente, se incluyen ejercicios para comprender y practicar los temas antes mencionados, seguidos de actividades de refuerzo para consolidar los conocimientos adquiridos. Finalmente, se realiza un examen para evaluar la comprensión de los estudiantes y proporcionar retroalimentación. Estas actividades pretenden facilitar un aprendizaje significativo.

Plataforma

ChemicalAid

3.1.3.3. Desarrollo

Tabla 7. Sesiones de la propuesta

Sesión 1	Se da una introducción general a la estequiometría.
Sesión 2-3	Conocen e interactúan con la aplicación mediante (Juego libre).
Sesión 4	Se practica el tema de balanceo de ecuaciones químicas con ejercicios proporcionados por los practicantes, y posteriormente verifican sus respuestas utilizando la aplicación ChemicalAid.
Sesión 5	Se practica el cálculo del reactivo limitante con ejercicios proporcionados por los practicantes, y posteriormente verifican sus respuestas utilizando la aplicación ChemicalAid
Sesión 6	Se practica los cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química, y posteriormente verifican sus respuestas utilizando la aplicación ChemicalAid.
Sesión 7	Se aplica el postest para evaluar el rendimiento académico posterior a la intervención educativa.
Sesión	Se realiza una encuesta de satisfacción a los estudiantes para conocer la opinión de la aplicación.

Nota. Fuente: Elaboración propia (2024)

3.1.3.4. Implementación

Sesiones

Una hora y media por semana

Materiales

Proyector (Infocus), Pizarra, Lápiz, borrador, hoja, Internet, computador

Guía de planificación

Sesión 1: Introducción general al tema de estequiometría anexo (3)

Objetivos de la clase:

Introducción general al tema de la estequiometría, para establecer una comprensión más profunda en el área de la Química.

Familiarizar a los estudiantes con los términos clave asociados con la estequiometría, como mol, masa molar, reactivo limitante y rendimiento de la reacción.

Descripción de la clase:

Durante la presentación inicial, se da la bienvenida tanto al GC y GE introduciendo el tema de la estequiometría, destacando su importancia en la Química y proporcionando ejemplos para ilustrar conceptos clave. En la discusión posterior, se evalúa el conocimiento previo de los estudiantes, quienes comparten experiencias y plantean preguntas. Finalmente, en el cierre, se resumen los conceptos clave y se ofrece una visión general de los temas a tratar en futuras clases sobre este tema.

GC



GE



Nota. Las imágenes muestran la interacción con los estudiantes, en la que se introduce el tema de la estequiometría, destacando términos clave como mol, reactivos y número de Avogadro.

Sesión 2-3: Juego libre con la aplicación se muestra en la guía de planificación anexo (5)

Objetivos de la clase:

Proporcionar a los estudiantes una experiencia educativa interactiva y divertida mediante el uso del juego libre con la aplicación ChemicalAid, con el fin de familiarizarlos con los conceptos básicos de Química y promover el aprendizaje autónomo.

Descripción de la clase:

Se inicia dando una introducción a la aplicación ChemicalAid a los estudiantes del GE, se presentan sus funciones y se demuestra cómo acceder a diferentes herramientas. Luego, los estudiantes exploran libremente la aplicación y participan en un juego interactivo, resolviendo desafíos de reacciones químicas en grupos pequeños. Al final, se ofrece un resumen de los conceptos destacados.

Por otro lado, el GC no recibió clases en esta sesión, permitiendo que en la cuarta sesión se pueda trabajar con ambos grupos simultáneamente y avanzar de igual manera que el GE.



Nota. La imagen hace referencia el primer acercamiento de los estudiantes a la aplicación ChemicalAid, en el cual trabajan en grupos para interactuar y familiarizarse con dicha herramienta.

Sesión 4: Balanceo de ecuaciones GE se muestra en la guía de planificación anexo (6)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos de balanceo de ecuaciones químicas y verificar los resultados utilizando la aplicación ChemicalAid, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en Química y familiarizarlos con el uso de herramientas tecnológicas en su aprendizaje.

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se presenta el tema del balanceo de ecuaciones al GE y se explica la función de ChemicalAid en la verificación de resultados. Los estudiantes trabajan en ejercicios de balanceo en grupos, luego verifican sus respuestas con ChemicalAid. Posteriormente, se reflexiona sobre las experiencias y se discuten los desafíos encontrados. Se concluye con un resumen de los conceptos clave y se asigna práctica adicional en casa utilizando la aplicación ChemicalAid para mejorar las habilidades en el balanceo de ecuaciones.



Nota. Durante la clase se propusieron ejercicios prácticos que los estudiantes resolvieron, y posteriormente compararon sus resultados utilizando la aplicación ChemicalAid.

Sesión 4: Balanceo de ecuaciones GC se muestra en la guía de planificación anexo (7)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos de balanceo de ecuaciones químicas, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en química.

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se presenta el tema del balanceo de ecuaciones al GC. Los estudiantes trabajan en ejercicios de balanceo en grupos, posteriormente, se reflexiona sobre las experiencias y se discuten los desafíos encontrados. Se concluye con un resumen de los conceptos clave y se asigna práctica adicional en casa con 3 ejercicios propuestos.



Nota. Durante la clase se plantearon ejercicios prácticos que los estudiantes resolvieron, y posteriormente formularon sus inquietudes para aclarar conceptos.

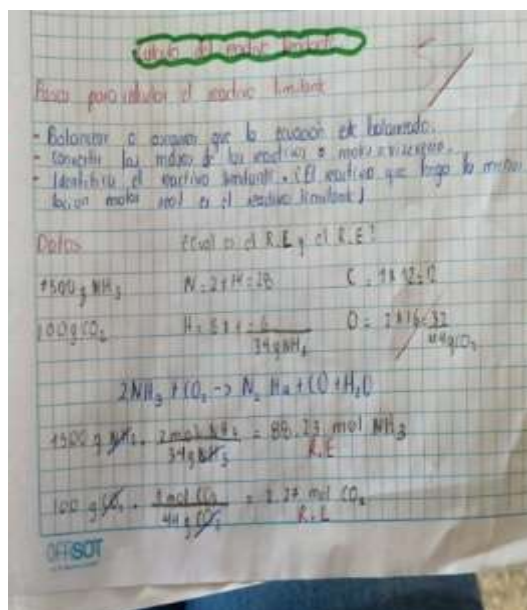
Sesión 5: Cálculo del reactivo limitante GE se muestra en la guía de planificación anexo (8)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos del cálculo del reactivo limitante y verificar los resultados utilizando la aplicación ChemicalAid, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en química y familiarizarlos con el uso de herramientas tecnológicas en su aprendizaje.

Descripción de la clase:

Se introduce el concepto de reactivo limitante y se presentan ejemplos ilustrativos, seguido por una breve demostración de la aplicación ChemicalAid. Los estudiantes resuelven ejercicios básicos sobre el tema en parejas o grupos con el apoyo de ChemicalAid. Luego, se analizan los enfoques utilizados y se reflexiona sobre la importancia del reactivo limitante en la estequiometría, concluyendo con la asignación de práctica adicional en casa utilizando ChemicalAid para mejorar las habilidades en el cálculo del reactivo limitante y en exceso.



Nota. La imagen de la derecha muestra la realización de ejercicios estequiométricos relacionados con el cálculo del reactivo limitante, mientras que la imagen de la izquierda presenta a una estudiante comparando los resultados con el apoyo de la aplicación ChemicalAid.

Sesión 5: Cálculo del reactivo limitante GC se muestra en la guía de planificación anexo

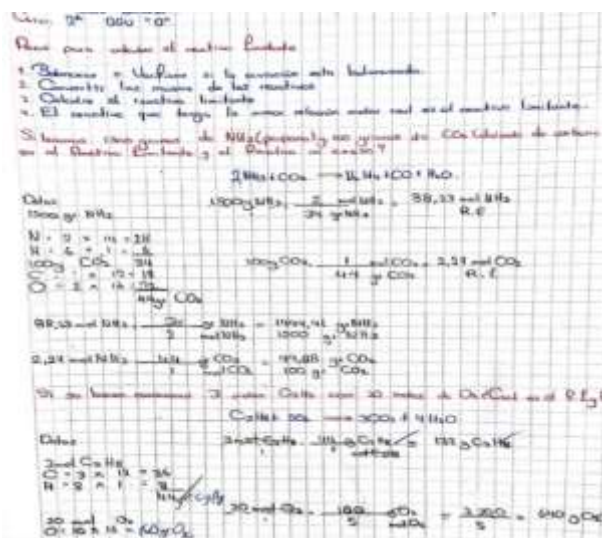
(9)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos de balanceo de ecuaciones químicas, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en química.

Descripción de la clase:

Se introduce el concepto de reactivo limitante y se presentan ejemplos ilustrativos, seguido los estudiantes resuelven ejercicios básicos sobre el tema en parejas o grupos. Luego, se analizan los enfoques utilizados y se reflexiona sobre la importancia del reactivo limitante en la estequiometría, concluyendo con la asignación de práctica adicional en casa utilizando ChemicalAid para mejorar las habilidades en el cálculo del reactivo limitante y el reactivo en exceso.



Nota. la imagen de la izquierda muestra los ejercicios que los estudiantes debían realizar, mientras que la imagen de la derecha presenta un ejemplo de los ejercicios realizados en clase sobre el reactivo limitante.

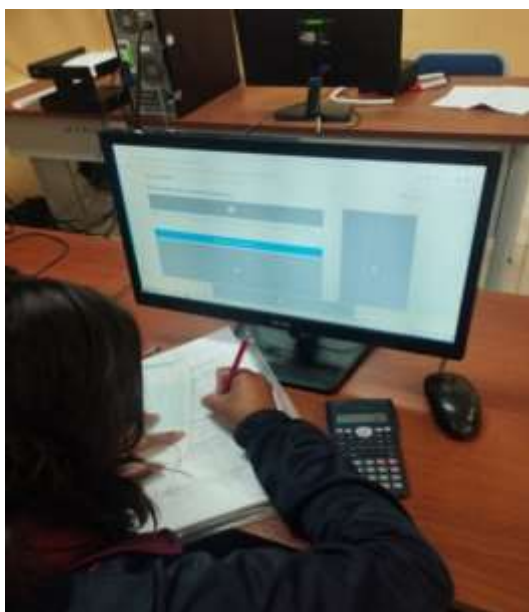
Sesión 6: Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química GE se muestra en la guía de planificación anexo (10)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos de los cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación químicas y verificar los resultados utilizando la aplicación ChemicalAid, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en química y familiarizarlos con el uso de herramientas tecnológicas en su aprendizaje.

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se presenta el tema de los cálculos estequiométricos y se explica cómo utilizar la aplicación ChemicalAid para verificar los resultados. Los estudiantes resuelven problemas estequiométricos en grupos y luego verifican sus respuestas con ChemicalAid, comparándolas con las soluciones proporcionadas y corrigiendo errores. Se concluye con un resumen de los conceptos clave y se asigna práctica adicional en casa utilizando ChemicalAid para mejorar las habilidades en cálculos estequiométricos.



Nota. La imagen a la derecha muestra un ejemplo de ejercicios sobre la última dimensión abordada en el tema de estequiometría los cuales presenta a los estudiantes resolviendo los ejercicios de cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química, en la imagen a la derecha muestra comparación de resultados con la ayuda de la aplicación ChemicalAid.

Sesión 6: Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química GC se muestra en la guía de planificación anexo (11)

Objetivos de la clase:

Realizar ejercicios prácticos de los cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación químicas, con el fin de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre este proceso fundamental en química y familiarizarlos con el uso de herramientas tecnológicas en su aprendizaje.

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se presenta el tema de los cálculos estequiométricos y se explica cómo realizarlos, seguidamente los estudiantes resuelven problemas estequiométricos en grupos, se concluye con un resumen de los conceptos clave y se asigna práctica adicional en casa con 3 ejercicios para mejorar las habilidades en cálculos estequiométricos.



Nota. La imagen de la derecha presenta un ejemplo de la resolución de cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en una ecuación química, mientras que en la imagen de la izquierda se observa a los estudiantes llevando a cabo dichos ejercicios.

Sesión 7: Postest GE se muestra en la guía de planificación anexo (12)

Objetivos de la clase:

Evaluar los conocimientos, habilidades de los estudiantes en el tema de estequiometría a través de la administración de un postest y verificación de resultados a través de la aplicación ChemicalAid, con el propósito de identificar las áreas de fortaleza y debilidades

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se da la bienvenida a los estudiantes y se explica el propósito del postest, seguido de instrucciones detalladas sobre cómo completarlo y verificar sus respuestas por medio de la aplicación ChemicalAid, mencionando que cada pregunta tendrá su respectiva nota dependiendo el procedimiento, además del tiempo asignado para cada sección. Los estudiantes trabajan individualmente en el balanceo de ecuaciones, el cálculo del reactivo limitante y el cálculo de los reactivos restantes, seguido por un cierre donde se agradece su participación y se ofrece retroalimentación sobre los conceptos evaluados.



Nota. La imagen presenta el desarrollo de las 3 dimensiones trabajadas en las anteriores sesiones dando como referencia al postest en donde tendremos resultados de lo aprendido con la ayuda de la aplicación ChemicalAid.

Sesión 7: Postest GC se muestra en la guía de planificación anexo (13)

Objetivos de la clase:

Evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes en el tema de estequiometría a través de la administración de un postest, con el propósito de identificar las áreas de fortaleza y debilidades



Descripción de la clase:

Durante la introducción, se da la bienvenida a los estudiantes y se explica el propósito del postest, seguido de instrucciones detalladas sobre cómo completarlo y el tiempo asignado para cada sección. Los estudiantes trabajan individualmente en el balanceo de ecuaciones, el cálculo del reactivo limitante y el cálculo de los reactivos restantes, seguido por un cierre donde se agradece su participación y se ofrece retroalimentación sobre los conceptos evaluados.



Nota. La imagen presenta el desarrollo de ejercicios, de las dimensiones trabajadas en sesiones atrás, deberán demostrar lo aprendido, contarán con ayuda de calculadora y tabla periódica.

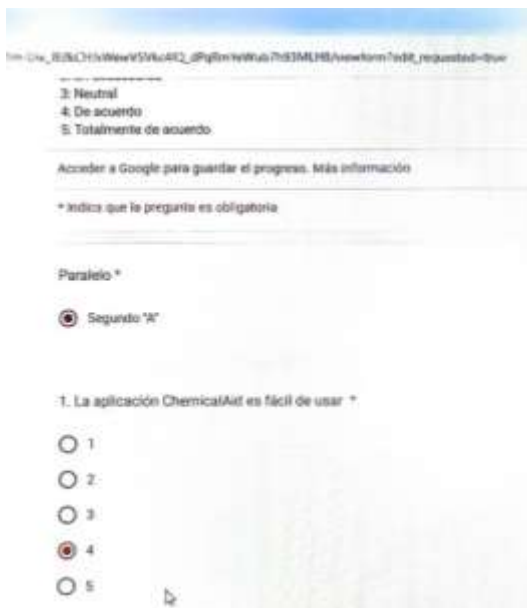
Sesión 8: Encuesta de satisfacción GE se muestra en la guía de planificación anexo (14)

Objetivos de la clase:

Evaluar la satisfacción y percepción de los estudiantes respecto al uso de la aplicación ChemicalAid para la verificación de cálculos estequiométricos, con el fin de identificar posibles áreas de mejora y optimizar su integración en el proceso de aprendizaje.

Descripción de la clase:

Durante la introducción, se explica el propósito de la prueba de satisfacción, seguido por la realización de una encuesta en línea sobre la experiencia y satisfacción con la aplicación ChemicalAid. Posteriormente, se facilita una discusión en clase para que los estudiantes compartan sus comentarios y sugerencias para mejorar la aplicación, concluyendo con un agradecimiento por su participación y retroalimentación.



3: Neutral
4: De acuerdo
5: Totalmente de acuerdo

Acceder a Google para guardar el progreso. Más información

* indica que la pregunta es obligatoria

Paralelo *

Segundo "A"

1. La aplicación ChemicalAid es fácil de usar *

1
 2
 3
 4
 5

Nota. La imagen presenta la encuesta de satisfacción en donde los estudiantes del GE dan su opinión y puntuación con respecto a la ayuda que tuvieron de la aplicación ChemicaAid la encuesta tiene un diseño de escala tipo likert.

3.1.3.5. Evaluación

Para una implementación adecuada de la propuesta de intervención, se lleva a cabo un pretest con el propósito de evaluar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes con respecto a la estequiometría. Este pretest proporciona una base de referencia para comprender el punto de partida de los participantes antes de la intervención. Posteriormente, se administra un postest con el fin de comparar y evaluar los cambios obtenidos en el conocimiento y

comprensión del tema después de la utilización de la aplicación ChemicalAid. El postest permite determinar la efectividad de la intervención en el aprendizaje de los estudiantes y en la consolidación de los conceptos abordados mediante el uso de la mencionada aplicación. Este enfoque metodológico permite una evaluación objetiva y cuantificable de los resultados obtenidos, contribuyendo así a una comprensión más profunda del impacto de la intervención educativa.

Capítulo IV: Evaluación de resultados de aprendizaje a través de la implementación de la estrategia didáctica

Como se dio a conocer en el marco metodológico, se procedió con el análisis de los resultados obtenidos utilizando el programa estadístico Jamovi, este software facilitó la evaluación de la fiabilidad tanto del pretest como del postest mediante el análisis del coeficiente de Cronbach. Según Frías (2022) este coeficiente es fundamental en estadística ya que indica la consistencia interna de cada dimensión dentro de las pruebas, valores cercanos a 1 reflejan una mayor fiabilidad, asegurando así el análisis de las mediciones realizadas, proporcionando una base sólida para la interpretación y generalización de los resultados obtenidos

4.1 Análisis de los resultados de la intervención en el tema de estequiometría en los jóvenes de segundo bachillerato general unificado (Postest)

En este apartado se presenta los resultados obtenidos del cuestionario postest aplicado al GC Y GE se plantearon 3 preguntas, con el objetivo de evaluar el conocimiento de los estudiantes en los temas de balanceo de ecuaciones, cálculo del reactivo limitante y cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química. Después de todo lo expuesto, podemos aclarar que para cada pregunta se ha determinado la valoración de 3 puntos

en el primer tema con dos ejercicios es decir con un valor de 1.5 cada uno, 3 puntos en el segundo ítem con 2 ejercicios de 1.5 cada uno y 4 puntos en el último con 2 ejercicios de 2 puntos cada uno, esto porque presenta un nivel de complejidad. Por lo tanto, la suma total de las preguntas que son presentadas en el cuestionario postest da un equivalente a 10 puntos, en conclusión, el cuestionario tiene una rúbrica de evaluación que ayuda a calificar las dimensiones anteriormente mencionadas (Anexo 16) además que se tomara en cuenta la tabla de calificación descrita en la tabla 2.

4.1.1 Análisis estadístico y discusión de los resultados de las calificaciones obtenidas en la prueba postest

Para el proceso de análisis de los resultados del postest, se lleva a cabo en primer lugar las pruebas de normalidad de las calificaciones obtenidas por los grupos A y B, cuyos resultados se muestran en las tablas 8 y 9 respectivamente.

Tabla 8. Pruebas de normalidad en la variable puntuaciones producto de la suma de las dimensiones 1, 2 y 3.

Test aplicado	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wills		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Postest GE	0,114	21	0,200	0,949	21	0,326
Postest GC	0,159	21	0,174	0,904	21	0,042

Escala de puntuación: 0 – 10 puntos.

La hipótesis nula para el caso considerado del postest, de los GE Y GC, es que las calificaciones tienen un buen ajuste a la distribución de probabilidad normal, contra la hipótesis alterna de que las puntuaciones tienen ajustes a otra distribución de probabilidad. Con base en la prueba de Kolmogorov – Smirnov, para cada uno de los casos considerados el valor de probabilidad p (Sig.) es mayor que el nivel de significancia 0,05 ($p > 0,05$) (a excepción de la

prueba de Shapiro – Wills para el grupo Postest B, $p = 0,042 < 0,05$) lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula para cada caso. Por lo tanto, los resultados de estos grupos de estudiantes, se cumple el supuesto de normalidad en la variable dependiente calificaciones.

Para corroborar la normalidad de las calificaciones obtenidas en el postest de ambos grupos, se realizó la prueba de igualdad de varianzas cuyos resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las puntuaciones por pares de grupos independientes

Comparar	Prueba de Levene	Sig.
Postest GE vs Postest GC	7,085	0,011

Al comparar las varianzas de las puntuaciones del postest para los GE y GC se tiene que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas ($p = 0,011 < 0,05$), lo que implica que sus puntuaciones medias se pueden comparar mediante la aplicación de la prueba T– Welch (Carballo Álvarez, 2023), debido a que se cumple el supuesto de normalidad, pero no se cumple el supuesto de igualdad de varianzas. A continuación, se presentan en la tabla 10, los resultados de la T-Welch.

Tabla 10. Comparación de las puntuaciones medias en grupos independientes

Tabla 10. Comparación de las puntuaciones medias en grupos independientes							
	Tamaño de muestra	Media	Desviación estándar	Estadístico T-Welch	Sig.	IC del 95%	
Postest:	Muestra	Media	estándar	T-Welch	Sig.	Li	Ls
GE	21	7,029	1,90	3,85	<0,001	1,49	4,83
GC	21	3,868	3,25				

En relación con el grupo Postest, los resultados son similares al caso Pretest, pero el GE obtuvo una puntuación media muy por encima del GC. La hipótesis nula es que la puntuación media del GE es igual a la puntuación media del GC, contra la hipótesis alternativa de que las

puntuaciones medias obtenidas por ambos grupos son diferentes. Con base en la prueba t - Welch, existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre las puntuaciones medias del GE en relación con el GC. Además, con base en el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes (1,49 – 4,83) se tiene que la diferencia de las puntuaciones medias es positiva, esto es, las puntuaciones del GE en promedio son mayores a las puntuaciones obtenidas por el GC.

Con respecto a la cantidad de estudiantes que se ubican en las escalas de calificaciones del MINEDUC (2016a) según los resultados obtenidos en las calificaciones en la prueba postest, se puede observar en las figuras 4 y 5, que el GE incrementó el número de estudiantes en las escalas superiores a 7 puntos con un total de 12 estudiantes, es decir un 57,5% como mínimo alcanza los resultados requeridos, sumando las puntuaciones en las tres dimensiones en estudio, comparado con tan solo 3 estudiantes (14,29%) del GC, cuyas calificaciones fueron superiores a 7 puntos y 18 estudiantes están por debajo de 7 puntos.

Figura 4. Cantidad y porcentajes de estudiantes del GE, ubicados en las escalas del MINEDUC (2016a) según los resultados de calificaciones obtenidas en el postest

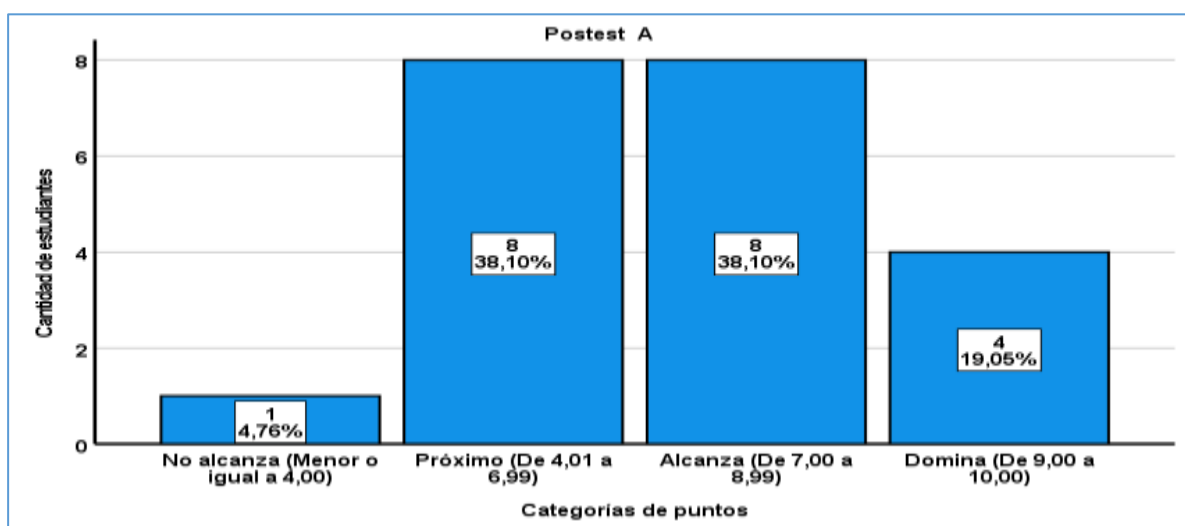
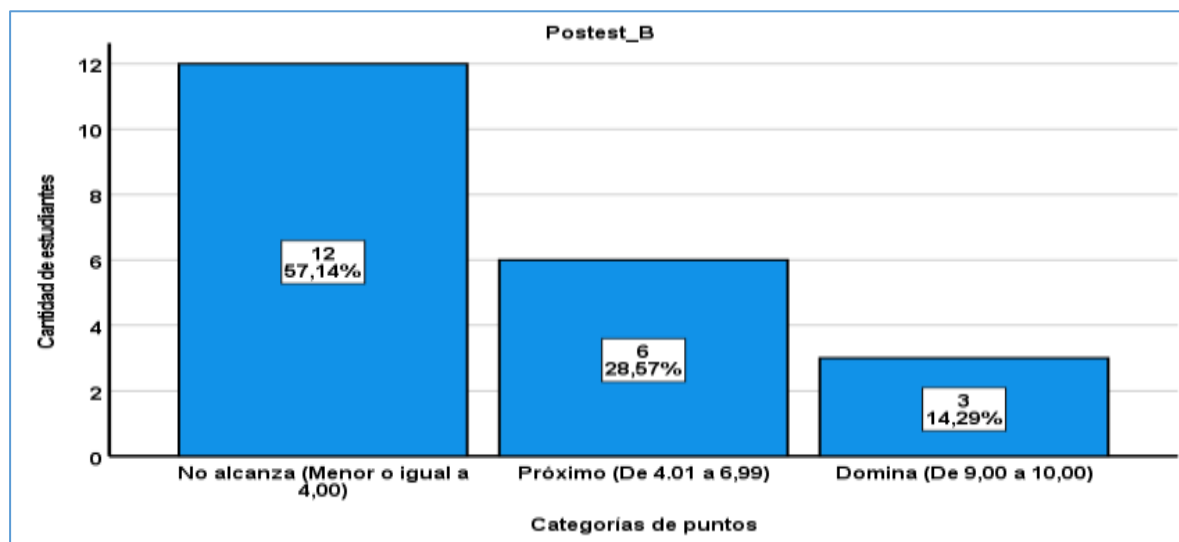


Figura 5. Cantidad y porcentajes de estudiantes del GC, ubicados en las escalas del MINEDUC (2016a) según los resultados de calificaciones obtenidas en el postest



En relación con el sistema de hipótesis

Las siguientes hipótesis estadísticas están clasificadas en hipótesis nula (H_0), que se plantea con base en el no efecto del método de enseñanza ChemicalAid, e hipótesis alterna (H_1), que se plantea con base en el efecto significativo del método de enseñanza ChemicalAid. Estas hipótesis están planteadas con base en un nivel de significación del 5% y la variable de respuesta son las puntuaciones expresadas en diferencias del GE (postest A – pretest A) con respecto a las diferencias del GC (postest B – pretest B), cuyos grupos de puntuaciones son independientes, en los estudiantes del segundo año del BGU de la UE Roberto Rodas, que participaron en el estudio.

Dimensión 1

H_0 : La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el balanceo de ecuaciones químicas, es igual a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el balanceo de ecuaciones químicas.

H1: La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el balanceo de ecuaciones químicas, es diferente a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el balanceo de ecuaciones químicas.

Con base en un nivel de significación del 5%, y con este grupo de estudiantes en particular, se tiene que como $p = 0,823 > 0,05$ mediante el estadístico t - Welch no se rechaza la hipótesis nula. Entonces, quiere decir que ambos grupos mostraron que la media de las puntuaciones de las diferencias de las calificaciones entre el pretest y postest en ambos grupos de estudiantes en esta dimensión del balanceo de ecuaciones químicas, no se diferencian estadísticamente.

Dimensión 2.

H0: La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante, es igual a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante.

H1: La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante, es diferente a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante.

Con base en un nivel de significación del 5%, y con este grupo de estudiantes en particular, se tiene que como $p = 0,195 > 0,05$ mediante el estadístico t - Student no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, no hay diferencias en los valores medios de las diferencias de las

calificaciones entre ambos grupos de estudiantes en esta dimensión del cálculo del reactivo limitante.

Dimensión 3.

H0: La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el cálculo de cantidades estequiométricas en ecuaciones químicas, es igual a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante.

H1: La diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el cálculo de cantidades estequiométricas en ecuaciones químicas, es diferente a la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante.

Con base en un nivel de significación del 5%, y con este grupo de estudiantes en particular, se tiene que como $p = 0,027 < 0,05$ mediante el estadístico t - Student se rechaza la hipótesis nula. Además, mediante el intervalo de confianza del 95% se tiene que la diferencia observada es positiva. Esto es, la diferencia media (postest A – pretest A) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza ChemicalAid en la estequiometría para el cálculo de cantidades estequiométricas en ecuaciones químicas, es mayor que la diferencia media (postest B – pretest B) obtenida mediante la aplicación del método de enseñanza clásico en la estequiometría para el cálculo del reactivo limitante.

Análisis en forma global de los dos grupos

Comparación de las puntuaciones postest y pretest del GE

Los grupos que se comparan a continuación son dependientes o grupos pareados. La variable bajo análisis es la diferencia de las puntuaciones obtenidas mediante las condiciones postest y pretest del grupo experimental (postest – pretest), para el mismo grupo de estudiantes.

Previo a la aplicación de la prueba T– Student univariante, se verifica el cumplimiento o no del supuesto de normalidad en la variable *diferencias en las puntuaciones* del GE (postest – pretest), como se muestra a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Prueba de normalidad de la variable diferencias en las puntuaciones pretest y postest del GE

Test aplicado	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wills		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencias	0,169	21	0,118	0,943	21	0,250
Escala de puntuación: 0 – 10 puntos.						
Diferencias = Postest – Pretest.						

En este caso, la hipótesis nula es que las diferencias (postest - pretest) tienen buen ajuste con la distribución de probabilidad normal, contra la hipótesis alterna de que las diferencias (postest - pretest) no tienen ajuste con la distribución de probabilidad normal.

Independientemente del método estadístico que se aplique, Kolmogorov – Smirnov o Shapiro – Wills, no se rechaza la hipótesis nula ya que $p > 0,05$, lo que implica que las diferencias de las puntuaciones (postest - pretest) tienen buen ajuste con la distribución de probabilidad normal.

Una vez probada la normalidad de las diferencias de calificaciones del grupo experimental entre el pretest y postest, se procedió a la comparación de las diferencias de medias, a través de la prueba T-Student cuyos resultados se pueden observar en la tabla 12.

Tabla 12. Comparación de las puntuaciones medias en grupos dependientes, experimental

Variable	Tamaño de	Media	Desviación estándar	Estadístico T- Student	Sig.	IC del 95%	
	Muestra					Li	Ls

Diferencias de medias	21	2,21	2,60	3,90	< 0,001	1,03	3,98
-----------------------	----	------	------	------	---------	------	------

La hipótesis nula es que la media de las diferencias (Postest - Pretest) es igual a cero contra la hipótesis alterna de que la media de las diferencias (Postest - Pretest) es diferente de cero, para el GE. La media de las diferencias es igual a 2,21, lo que significa, que con base en lo establecido para el GE un estudiante puede mejorar su calificación en 2,21 puntos, en promedio, por encima de lo que obtendría previo a la aplicación del método experimental. Además, este es un resultado estadísticamente significativo ($p < 0,001$), lo que implica que se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que la media de las diferencias (postest - pretest) es diferente de cero, para el GE. Ahora bien, el intervalo de confianza del 95% para estimar la media de las diferencias es positivo, tanto el límite inferior como el límite superior (1,03 – 3,98), lo que implica que la media de las diferencias (postest - pretest) es positivo. Por lo tanto, con base en un nivel de confianza del 95% se tiene que la puntuación media del postest es superior a la puntuación media del pretest, para el grupo experimental. Además, la ventaja que representó la intervención educativa a través de la aplicación ChemicalAid al grupo experimental, garantizó al estudiante un incremento promedio máximo de hasta 3,98 puntos por encima de lo que se pudiera obtener previo a la aplicación del método de enseñanza propuesto.

Comparación de las puntuaciones postest y pretest del GC

Similar al caso anterior, los grupos que se comparan a continuación son dependientes o grupos pareados. La variable bajo análisis es la diferencia de las puntuaciones obtenidas mediante las condiciones postest y pretest del GC, para el mismo grupo de estudiantes.

Previo a la aplicación de la prueba T– Student univariante, se verifica el cumplimiento o no del supuesto de normalidad, como se muestra a continuación en la tabla 13.

Tabla 13. Prueba de normalidad de la variable diferencias en las calificaciones del pretest y postest del GC

Test aplicado	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro – Wills		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencias de calificaciones	0,159	21	0,178	0,915	21	0,070
Escala de puntuación: 0 – 10 puntos.						
Diferencias = Postest – Pretest.						

En este caso, la hipótesis nula es que las diferencias (Postest - Pretest) tienen buen ajuste con la distribución de probabilidad normal, contra la hipótesis alterna de que las diferencias (Postest - Pretest) no tienen ajuste con la distribución de probabilidad normal.

Independientemente del método estadístico que se aplique, Kolmogorov – Smirnov o Shapiro – Wills, no se rechaza la hipótesis nula ($p > 0,05$), lo que implica que las diferencias (postest - pretest) tienen buen ajuste con la distribución de probabilidad normal, para el GC.

En la tabla 14, se observan los resultados obtenidos de las comparaciones de diferencias de medias entre el pretest y el postest para el GC.

Tabla 14. Comparación de las diferencias de calificaciones medias en grupos dependientes, para el GC.

Comparación de las puntuaciones medias en grupos dependientes, GC							
Variable	Tamaño de	Desviación		Estadístico	Sig.	IC del 95%	
	Muestra	Media	Estándar	t -Student		Li	Ls
Diferencias de calificaciones	21	1,87	3,56	2,41	0,026	0,25	3,49

La hipótesis nula es que la media de las diferencias (Postest - Pretest) es igual a cero contra la hipótesis alterna de que la media de las diferencias (Postest - Pretest) es diferente de cero, para el GC. La media de las diferencias es igual a 1,87, lo que significa que con base en lo

establecido para el grupo control un estudiante puede mejorar su calificación en 1,87 puntos, en promedio, por encima de lo que obtendría previo a la aplicación del método control, un puntaje muy por debajo de lo que se observó en relación con el GE (3,98 puntos). Además, este es un resultado estadísticamente significativo ($p = 0,026 < 0,05$), lo que implica que se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que la media de las diferencias (postest - pretest) es diferente de cero, para el GC. Ahora bien, el intervalo de confianza del 95% para estimar la media de las diferencias es positivo, tanto el límite inferior como el límite superior (0,25 – 3,49), lo que implica que la media de las diferencias (postest - pretest) es positivo. Por lo tanto, con base en un nivel de confianza del 95%, se tiene que la puntuación media del postest es superior a la puntuación media del pretest, para el GC, pero en menor magnitud media de lo observado para el GE, es decir, un estudiantes del GC que se le facilitó la enseñanza de la estequiometría por una estrategia tradicional formal expositiva tuvo en promedio una probabilidad de aumentar su calificación en 1.87 puntos, mientras un estudiante del grupo experimental tuvo en promedio la probabilidad de aumentar hasta 3,98 puntos su calificación. Se prueba estadísticamente, que el GE aumentó significativamente en mayor puntaje sus calificaciones comparado con el GC. Esta tendencia ayuda a corroborar la mejora en el rendimiento académico en calificaciones en mayor magnitud en el GE comparado con el GC, es decir, se demuestra estadísticamente la mejora que proporciona en el rendimiento académico, la aplicación del ChemicalAid favoreció un incremento en las calificaciones de los estudiantes.

Tabla 15. Pruebas de normalidad en la variable diferencia de puntuaciones en postest – pretest (GE) versus postest – pretest (GC), para cada dimensión

Dimensión	Grupos	Shapiro – Wilks		
		Estadístico	gl	Sig.
D1	GE	0,812	21	0,001
	GC	0,925	21	0,107



D2	GE	0,948	21	0,313
	GC	0,879	21	0,014
D3	GE	0,952	21	0,369
	GC	0,748	21	< 0,001
D1 y D2: Escala de 0 – 3 puntos. D3: Escala de 0 – 4 puntos.				

La hipótesis nula para cada caso considerado, como la diferencia entre postest y pretest, para el GE y la diferencia entre Postest y Pretest, para el GC, es que las puntuaciones de diferencia para cada dimensión (D1, D2 y D3) tienen un buen ajuste a la distribución de probabilidad normal, contra la hipótesis alterna de que las puntuaciones de diferencia tienen ajustes a otra distribución de probabilidad para cada dimensión (D1, D2 y D3). Con base en la prueba de Shapiro – Wilks, el valor de probabilidad p (Sig.) es mayor que el nivel de significancia 0,05 ($p > 0,05$), en el 50% de los casos considerados (GC. D1, Experimental D2 y GE. D3) lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad para cada caso mencionado. Sin embargo, para el 50% de los casos restantes no se cumple el supuesto de normalidad ($p < 0,05$).

Prosiguiendo con el estudio de normalidad, se realizó la prueba de Levene (Supo, 2023) de igualdad de varianzas por tratarse de grupos independientes cuyos resultados se muestran en la tabla 16.

Al comparar las varianzas de las puntuaciones de las diferencias de postest – pretest (GE) versus postest – pretest (GC) o en su forma equivalente, diferencias de los GE versus GC, se tiene que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas ($p = 0,018 < 0,05$) para la dimensión 1 (D1), lo que implica que no se cumple el supuesto de igualdad de varianzas en relación con la dimensión 1 (D1), lo que implica, que para comparar las medias de las diferencias observadas en la dimensión 1 (D1) se aplicó el estadístico t de Welch (Carballo Álvarez, 2023).

Tabla 16. Prueba de homogeneidad de las varianzas de las diferencias de las puntuaciones de para posttest-pretest A versus posttest-pretest B

Dimensión	Grupos con base en diferencias	Prueba de Levene	Sig.
D1	GE vs GC	3,720	0,018
D2	GE vs GC	0,044	0,834
D3	GE vs GC	0,002	0,961

Para las dimensiones 2 y 3 (D2 y D3) se cumple el supuesto de igualdad de varianzas para la variable diferencias de los GE versus GC, debido a que para cada dimensión mencionada se tiene que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, ya que $p > 0,05$, con $p = 0,834 > 0,05$ para la dimensión 2 (D2) y $p = 0,961 > 0,05$ para la dimensión 3 (D3), lo que implica, que para comparar las medias de las diferencias observadas en la dimensión 2 (D2) y en la dimensión 3 (D3) se aplicó el estadístico t – Student (Sánchez Turcio, 2015).

Para establecer comparaciones en cuanto qué grupo elevó más sus calificaciones en cada dimensión en las pruebas posttest y pretest, se determinó si existían diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la variable diferencias posttest y pretest (GE) versus posttest y pretest (GC), cuyos resultados se pueden ver en la tabla 17.

Tabla 17. Comparación de las puntuaciones medias de las diferencias posttest- pretest GE versus posttest-pretest GC para muestras independientes según la dimensión

Dimensión	Diferencia de Medias	Estadístico	Sig.	IC del 95%	
		t - Welch		Li	Ls
D1	-0,083	0,23	0,823	-0,82	0,67
		t - Student			
D2	-0,56	-1,32	0,195	-1,42	0,30
D3	0,98	2,29	0,027	0,12	1,85
D1 y D2: Escala de 0 – 3 puntos. D3: Escala de 0 – 4 puntos.					

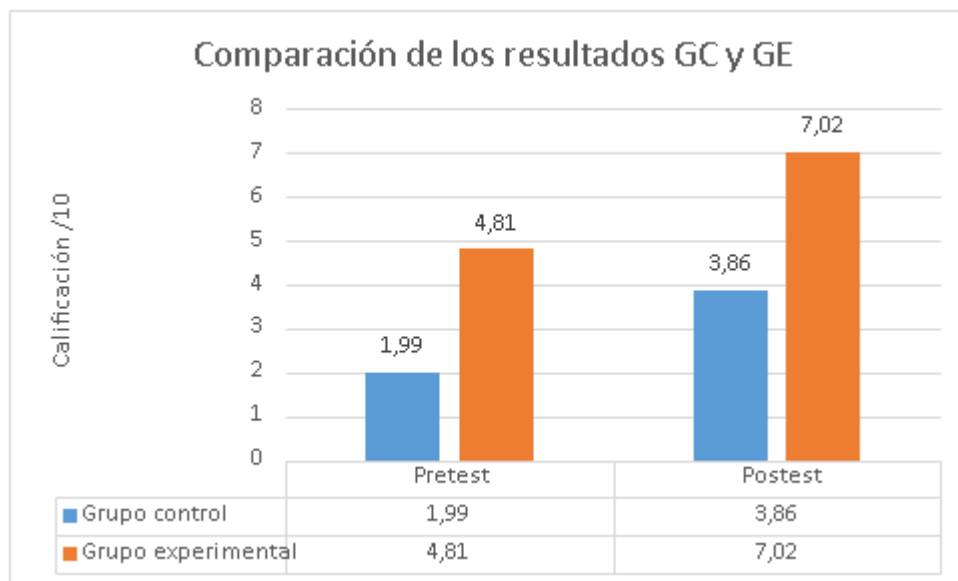
Para la dimensión 1 (D1) con base en el estadístico t – Welch se tiene que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias de las diferencias del GE (postest A – pretest A) en relación con las puntuaciones medias de las diferencias del GC (postest B – pretest B), debido a que $p = 0,823 > 0,05$ y además el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes contiene el valor cero (-0,82 – 0,67).

Similarmente sucedió con la dimensión 2 (D2), con base en el estadístico t – Student, donde, con base en este grupo de estudiantes que participó en el estudio se tiene que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias de las diferencias del GE (postest A – pretest A) en relación con las puntuaciones medias de las diferencias del GC (postest B – pretest B), debido a que $p = 0,195 > 0,05$ y además el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes contiene el valor cero (-1,42 – 0,30).

Ahora bien, en relación con la dimensión 3 (D3) con base en el estadístico t – Student se tiene que existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones medias de las diferencias del GE (Postest A – Pretest A) en relación con las puntuaciones medias de las diferencias del GC (postest B – pretest B), debido a que $p = 0,027 < 0,05$ y además el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes no contiene el valor cero (0,12 – 1,85), lo que corrobora la diferencia de medias observada. Además, este intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias en muestras independientes es positivo, tanto para el límite inferior como para el límite superior, lo que implica que la diferencia de medias observadas es positiva, esto es, las diferencias observadas del GE en promedio son superiores a las diferencias observadas del GC, para la dimensión 3 (D3). Por lo

tanto, con base en la dimensión 3 (D3) el estudiante puede obtener una diferencia media de 0,98 puntos bajo el GE en relación con el GC. Además, se tiene un 95% de confianza que la diferencia media en favor del GE varía entre 0,12 y 1,85 puntos, por encima del GC.

Figura 6. Comparación de resultados del pretest y postest del GC-GE



Nota: La figura presenta los resultados de los cuestionarios pretest y postest de los dos grupos tanto GC como el GE

Debido a la implementación de la propuesta de intervención al combinar la metodología tradicional con la tecnología en el GE se observa un aumento del 2,21 en el aprendizaje de los estudiantes alcanzado los aprendizajes requeridos, en cambio el GC al no ser empleada la propuesta se observa un aumento del 1,87 en comparación al pretest.

4.2 Observación participante

Durante la implementación de la propuesta con el GE, que se extendió por 45 minutos en cada una de las 9 sesiones, se utilizó una guía de observación para interpretar diversos aspectos, como las actitudes hacia la aplicación propuesta (ChemicalAid). Esta guía permitió observar

específicamente el uso de la aplicación al realizar cálculos de balanceo de ecuaciones, lo que fomentó la participación de los estudiantes, que preguntaron sobre las dudas existentes, transformando las clases que tenían habitualmente.

Asimismo, se observó que los estudiantes podían navegar fácilmente entre las diferentes secciones de la aplicación para continuar con el cálculo del reactivo limitante y el cálculo estequiométrico del resto de especies involucradas en la ecuación química. Por lo cual se interpreta que la aplicación proporcionó respuestas correctas, ya que los estudiantes utilizaron para comprobar sus tareas y trabajos, tanto individuales como grupales.

4.3 Encuesta de satisfacción

Se ha llevado a cabo una encuesta dirigida a los estudiantes del GE con el objetivo de evaluar el nivel de satisfacción después de la implementación de la propuesta de intervención. El instrumento utilizado consistió en un cuestionario de siete preguntas, estructurado según una escala de Likert (1: totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo) (Anexo 15)

4.4 Triangulación de los datos obtenidos

Se realiza la triangulación de los datos recogidos durante la evaluación de la propuesta en relación con las dimensiones correspondientes a la variable dependiente.

Tabla 18. Triangulación de los resultados

Triangulación de los resultados obtenidos en la evaluación de la estrategia didáctica				
Dimensiones	Observación participante	Encuesta	Cuestionario	Resultados
Referentes teóricos	De acuerdo con Izquierdo et al. (2016), la observación participante es una metodología valiosa para investigar cómo los estudiantes abordan el balanceo de ecuaciones.	Según Fowler y Floyd (2014), las encuestas son esenciales para recopilar datos cualitativos y cuantitativos.	Macdonal (2007) menciona que, es fundamental evaluar la efectividad de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes.	
Balanceo de ecuaciones	Mediante la estrategia didáctica permitió captar detalles y matices que enriquecen la comprensión del balanceo de ecuaciones.	El 74,1% de los estudiantes destacan la importancia de las experiencias educativas, además perciben la efectividad de la enseñanza del balanceo de ecuaciones.	En el análisis del estadístico t de Welch, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las diferencias del GE (postest – pretest) en comparación con las medias de las diferencias del GC (postest – pretest).	La estrategia didáctica permitió una comprensión del balanceo de ecuaciones, enriqueciendo la experiencia educativa para el 74.1% de los estudiantes, quienes también percibieron la efectividad de la enseñanza. Además, se registró un aumento del 30% en el puntaje promedio de las evaluaciones, lo que refleja un control efectivo del rendimiento académico en el tema.
Cálculo del reactivo limitante	Se observó que los estudiantes aplicaban correctamente	El 57,1% de los estudiantes reportó sentirse más confiado en	Con base en el análisis del estadístico t de Student, se concluye que, para este grupo de estudiantes que participó en el estudio, no existen diferencias estadísticamente	Se observó una correcta aplicación de los conceptos para identificar el reactivo limitante, con un 57.1% de



	los conceptos para identificar el reactivo limitante.	el cálculo del reactivo limitante.	significativas entre las medias de las diferencias del GE (postest – pretest) y las medias de las diferencias del GC (postest – pretest).	estudiantes reportando mayor confianza y un incremento del 25% en los aciertos en los cuestionarios.
Cálculos de todas las especies involucradas en una ecuación química	Los estudiantes demostraron una comprensión más profunda de los cálculos estequiométricos complejos.	El 66,7 % de los encuestados afirmó que la estrategia didáctica facilitó su aprendizaje de cálculos estequiométricos.	Con base en el análisis del estadístico t de Student, se ha determinado que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las diferencias del GE (Postest– Pretest) y las medias de las diferencias del GC (Postest – Pretest). A partir de estos resultados, se puede deducir que, en esta dimensión, los estudiantes experimentaron un cambio significativo en comparación con las dos dimensiones mencionadas anteriormente, ya que tanto el GE como el GC mostraron un aumento estadísticamente significativo en el aprendizaje.	Los estudiantes demostraron una comprensión más profunda de los cálculos estequiométricos complejos, con un 66.7% afirmando que la estrategia didáctica facilitó su aprendizaje y un aumento del 28% en los resultados de las pruebas.

Nota. Se describe los resultados de los instrumentos implementados en la investigación dados por el orden de las dimensiones

operacionalizadas. [Elaboración propia, 2024]

Conclusiones

A partir del trabajo desarrollado, se presentan las conclusiones a las que se llevó en esta investigación.

Se destaca la importancia de fortalecer la comprensión de estudiantes sobre el balanceo de ecuaciones químicas, un proceso fundamental en Química, el estudio se enmarca en una investigación cuasi-experimental permitiendo comparar y medir el dominio de la propuesta educativa a través de pretest y posttest, observando de manera cuantitativa y cualitativa el progreso de los estudiantes a contanto a eso se identifica impedimentos como el acceso limitado de recursos tecnológicos en la institución educativa, lo que impone restricciones para implementar de manera óptima la herramienta digital propuesta.

Se resalta la importancia de investigar los principios y conceptos profundos de la estequiometría para desarrollar una comprensión más profunda del tema, fomentando el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas en los estudiantes, los resultados obtenidos del cuestionario posttest aplicados a los grupos control y experimental evalúan el conocimiento de los estudiantes en temas de cómo el balanceo de ecuaciones y cálculos estequiométricos. destacando así la importancia de desarrollar actividades interactivas que generen interés, disposición y motivación en estudiantes, permitiendo ser autores de su aprendizaje al plantearse preguntas y ponerse en la situación de un investigador, reflejándose así la importancia de implementar estrategias educativas efectivas para mejorar la comprensión y aprendizaje de la estequiometría en los estudiantes de bachillerato.

El trabajo revela que, hasta el momento, no se había implementado el uso de la aplicación ChemicalAid en la Unidad Educativa Roberto Rodas. Asimismo, se establece que la interacción de los estudiantes con la aplicación facilitó su aprendizaje en el tema de estequiometría,

mejorando significativamente su comprensión y desempeño académico. Estos resultados respaldan la adopción de esta estrategia didáctica como parte de un enfoque tecnológico y sociocrítico, destacando su potencial para innovar las prácticas pedagógicas y promover un aprendizaje más interactivo y efectivo en la educación química.

Recomendaciones

1. Antes de finalizar, y con base a los resultados y conclusiones de esta investigación, se recomienda lo siguiente:
2. Replicar la estrategia didáctica en un mayor número de temáticas de Química en diferentes cursos.
3. Realizar evaluaciones pretest y posttest para medir el impacto de las investigaciones educativas en el aprendizaje de los estudiantes permitiendo ajustar las estrategias pedagógicas de manera efectiva.
4. Promover el desarrollo de actividades interactivas que generen interés, disposición y motivación en los estudiantes permitiéndoles ser partícipes activos en su proceso de aprendizaje y así fomentar el pensamiento crítico.
5. Continuar investigando y desarrollando estrategias educativas innovadoras que aborden los desafíos y dificultades en la enseñanza de la secretaría, con el objetivo de mejorar la calidad de la educación en ciencias experimentales.
6. Buscar mejorar la enseñanza de la estequiometría y promover un aprendizaje significativo en los estudiantes, contribuyendo al desarrollo de habilidades científicas y fomentar una educación inclusiva y de calidad.

Referencias Bibliográficas

- Alsina, D., Cagnola, E., Güemes, R., Nosedá, J., Odetti, H., et.al (2014). Química Conceptos fundamentales. *Universidad Nacional del litoral* (pp.1-18)
<https://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/quimica/wp-content/uploads/sites/4/2021/11/Unidad-1-Conceptos-basicos.pdf>
- Bagarotti, Y. (2023). El impacto social de un Software educativo para la enseñanza de la Química en la especialidad de Agronomía. *Revista Sinapsis*. 1(23).
<https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/sinapsis/article/view/637/1918>
- Becerril, F., y Mendoza, B. (2022). TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 14(1), 26-51. <https://doi.org/10.32870/ap.v14n1.2147>
- Benítez, A., Castañeda, A., y Sánchez, R. (2020). Estequiometría como unidad de aprendizaje en el nivel medio superior del IPN. Análisis desde la docencia. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20).
<https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.640>
- Caamaño, A. (enero de 2011). *Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización*. [Post]. X.
<https://www.researchgate.net/publication/283363895> Enseñar Química mediante la contextualización

Cabero, J., y Palacios, A. (2021). La evaluación de la educación virtual: Las e-actividades.

Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. 24(2), 169-188.

<https://www.redalyc.org/journal/3314/331466109010/html/>

Chang, F. (2021). *Implementación de estrategia didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de*

la estequiometría en estudiantes de educación media. [Tesis de licenciatura, Universidad

de Panamá]. Repositorio institucional. <https://up->

[rid.up.ac.pa/6323/1/francisco_chang.pdf](https://up-rid.up.ac.pa/6323/1/francisco_chang.pdf)

ChemicalAid (2008). <https://www.chemicalaid.com/tools/equationbalancer.php?hl=es>

Chuqui, J. Loja, P. (2023). Realidad Aumentada para el aprendizaje de la ley de gases en la

Química en 2do año de Bachillerato [Trabajo de Integración Curricular previo a la

obtención del título de Licenciado/a]. Repositorio

institucional.. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/3175/1/1.2%20Tesis->

[Chuqui%20J-Loja%20G.pdf](http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/3175/1/1.2%20Tesis-Chuqui%20J-Loja%20G.pdf)

Constitución de la República de Ecuador [Const.]. *Art. 26-27-343-347-348 [Educación]*.

Registro oficial 449 de 20 de octubre de 2008 (Ecuador). [https://www.defensa.gob.ec/wp-](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-)

[content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-)

[2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)

Creswell, J. (2014). Diseño de investigación: enfoques cualitativos, cuantitativos y de métodos

mixtos (4ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. *Revista Peruana de Investigación Educativa*,

7, 185-189. <https://revistas.siep.org.pe/index.php/RPIE/article/download/55/104/1314>

- Díaz, G. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza - aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7(1), 27-41. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378
- Frías, D. (2022). *Apuntes de estimación de la facilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de media. Universidad de Valencia. España.*
<https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Floyd, J., Fowler, Jr. (2014). *Survey research methods. (5^{ta} ed.).* Sage.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WM11AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fowler+\(2014\)+en+su+libro+Survey+Research+Methods,&ots=6QrMzfeSbV&sig=xepldwMJS5W1VrqVOOX6J-BnVyA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WM11AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fowler+(2014)+en+su+libro+Survey+Research+Methods,&ots=6QrMzfeSbV&sig=xepldwMJS5W1VrqVOOX6J-BnVyA#v=onepage&q&f=false)
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M., y Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21 (2), 351-360. <https://www.redalyc.org/pdf/2510/251038426006.pdf>
- Galagovsky, R., y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. el concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 221-234. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4000>
- García, C. (2021). Desarrollo de habilidades analíticas en el estudio de la Química. *Educación Química*, 10(1), 102-115.
<https://www.uv.mx/personal/cavalerio/files/2014/01/HABILIDADES-ANALITICAS-DE-PENSAMIENTO.pdf>

- 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), 68-81. <https://www.redalyc.org/pdf/6142/614265297005.pdf>
- Guisado, A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría*. [Tesis de maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75196/anafloguisadog.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (7^{ma} ed.). MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf
- Izquierdo, M., García, Á., Quintanilla, M., Aduriz, A. (2016). *Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias*. (6^{ta}). Universidad distrital Francisco José de caldas. <https://doi.org/10.14483/9789588972282>
- Johnson, D., Johnson, R., y Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. (1^{ra} ed.) Paidós SAICF. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Jones, A. (2019). La fascinación por la Química. *Revista de Química Avanzada*, 7(2), 45-56.

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/21370/06%20Qu%C3%ADmica%20B%C3%A1sica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lehn, J. (19 de febrero 2019). La química: ciencia y arte de la materia. *El Correo de la*

UNESCO. <https://courier.unesco.org/es/articles/la-quimica-ciencia-y-arte-de-la-materia>

Ley Orgánica de Educación Intercultural (2017) Segundo Suplemento del Registro Oficial N.º

417 de 31-mar.-2011. [https://educacion.gob.ec/wp-](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf)

[content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Ley-Organica-Educacion-Intercultural-Codificado.pdf)

López, A. (enero de 2018). *El aprendizaje de la Química. Aspectos importantes a la luz de la investigación didáctica*. [Post]. X.

https://www.researchgate.net/publication/322686282_El_aprendizaje_de_la_Quimica_Aspectos_importantes_a_la_luz_de_la_investigacion_didactica

López, M., López, G. y Rojano, S. (2018). Uso de un simulador para facilitar el aprendizaje de las reacciones de óxido-reducción. Estudio de caso Universidad de Málaga. *Revistas UNAM*, 29(3), 79-98.

<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63728>

Macdonald, R. (2007). El uso de la evaluación para mejorar la practica en el aprendizaje y la enseñanza. *Innovaciones en educación y enseñanza internacional*. 43(1), 3-13.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14703290500472087>

Marcano, K. (Enero, 2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *SciELO*, 39 (84), 181- 204.

https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142015000100009&script=sci_arttext

Midence, L. (2022). Propuesta formativa para el diseño en línea de la asignatura Química Analítica. *E-ntornos de aprendizaje*, (11), 57- 63.

<https://camjol.info/index.php/UNAHINNOV/article/view/17521/21078>

Ministerio de Educación (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria. Ecuador:

MINEDUC. Recuperado de: [https://educacion.gob.ec/wp-](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf)

[content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf)

Mireles, M., y García, J.(Enero, 2022). Satisfacción estudiantil en universitarios: una revisión sistemática de la literatura. *Revista EDUCACIÓN*, 46(2), 1-26

<https://www.redalyc.org/journal/440/44070055025/html/>

Molina, M., Palomeque, L. y Carriazo, J. (septiembre, 2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 76-81.

<https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/349>

Montoya, I. (2022). ¿Por qué es importante estudiar química? Recuperado de

<https://infomontoya.isparm.edu.ar/noticia/483/por-que-es-importante-estudiar-quimica>

Morales, B., Edel, R., y Aguirre, G. (2014). Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, (1^{ra} ed.) pp. 33-46.

https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf

- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. *En Blanco y Negro*, 3(2), 38-46. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/download/3862/pdf>
- Orrego, M., Castillo, H., Machado, M., Iglesias, J. y Cangas, X. (1 mayo, 2019). Problemas actuales en la enseñanza de la Química a alumnos de bachillerato. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, (3), 1- 18. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/1810>
- Osorio, L., y Duarte, J. (2016). Las TIC en la enseñanza de la Química. *Sophia*, 12(1), 95-110. <https://tecnohumanismo.online/index.php/tecnohumanismo/article/view/173/540>
- Palella, S., y Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa (1^{ra} reimpresión)*. Caracas: FEDUPEL. <https://www.calameo.com/read/000628576f51732890350>
- Raviolo, A. y 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>
- Rodríguez, E. (2018). La Química como fuente de creatividad e innovación. *Revista de Investigación Científica*, 5(2), 30-42. <https://core.ac.uk/download/pdf/326423409.pdf>
- Salinas, N. (2019) Marco sociocrítico para una reorientación de la didáctica de la química. *Paidagogo*, 1(1), 80-97. <https://doi.org/10.52936/p.v1i1.10>
- Santabárbara Serrano, J., Lasheras, I., y Rubio, E. (2020). Taller de jamovi en residentes de medicina que cursan un postgrado de investigación: una experiencia docente. *Revista Española de Educación Médica*, 1(1), 90–95. <https://doi.org/10.6018/edumed.426491>

Secretaría de educación superior, ciencia, tecnología e innovación. (2022) Plan estratégico institucional 2021-2025. República del Ecuador.

<https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/2022/03/Plan-Estrate%CC%81gico-Institucional-2021-2025-Senescyt.pdf>

Secretaría nacional de planificación. (2021). Plan de creación de oportunidades [Archivo PDF].

<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>

Smith, B. (2020). La Química y su papel en la biología y el medio ambiente. *Journal of Chemical Sciences*, 15(3), 78-89.

https://www.cio.mx/archivos/compendio_de_investigaciones_cientificas_en_mexico/cap_2_Biologia_y_Quimica.pdf

Steiner, R. (1986). Enseñanza de estequiometría. *ACS Publications*, 63(12), 1048.

<https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/ed063p1048.1>

Tabares, P. (2018). *Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76405/43258947.2018.pdf?sequence=1>

Tejada, C., Chicangana, C., y Villabona, Á. (2013). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia).

Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (38), 143-157.

<https://www.redalyc.org/pdf/1942/194225730011.pdf>

Templos, L. (Julio, 2020) Modelo Instruccional ADDIE. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, 7(14), 20-21

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/6093/7341>

Urbano, P., García, M., y Arévalo, M. (2023). Integración de un ova para el aprendizaje significativo de la estequiometría en educación media. *Revista Perspectivas*, 8(S1), 269–282. <https://doi.org/10.22463/25909215.4139>

Vargas, K. (2020). *Análisis comparativo curricular de la asignatura de Química del Bachillerato General Unificado con el Examen Ser Bachiller en el Ecuador, 2016 – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital de la Universidad Central del Ecuador.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24082/1/UCE-FIL-VARGAS%20KAREM.pdf>

Vicente, Y. (2022). Balanceo de ecuaciones químicas. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico De La Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 4(7), 27-29. Recuperado a partir de

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/8455>

Yubaille, M. (2018). *Diseño de una propuesta didáctica de aprendizaje en química inorgánica, a partir del uso de las tic. Caso unidad educativa Rockefeller*. [Tesis de maestría, Pontificia



Universidad Católica Del Ecuador]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.puce.edu.ec/items/59e02efb-1075-431a-b676-7c64c41cbf6e>

ANEXOS

[Anexo 1. Encuesta de satisfacción.docx](#)

[Anexo 2. Encuesta de elección de la aplicación.docx](#)

[Anexo 3. Planificación GC y GE \(Introducción a la estequiometría\).docx](#)

[Anexo 4. Planificación GC y GE \(Pretest\).docx](#)

[Anexo 5. Planificación GE \(Juego libre con la aplicación\).docx](#)

[Anexo 6. Planificación GE \(Balanceo de ecuaciones\).docx](#)

[Anexo 7. Planificación GC \(Balanceo de ecuaciones\).docx](#)

[Anexo 8. Planificación GE \(Cálculo del reactivo limitante \).docx](#)

[Anexo 9. Planificación GC \(Cálculo del reactivo limitante\).docx](#)

[Anexo 10. Planificación GE \(Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química\).docx](#)

[Anexo 11. Planificación GC \(Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química \).docx](#)

[Anexo 12. Planificación GE \(Postest \).docx](#)

[Anexo 13. Planificación GC \(Postest\).docx](#)



[Anexo 14. Planificación GC \(Encuesta de satisfacción\).docx](#)

[Anexo 15. Encuesta de satisfacción de la aplicación \(ChemicalAid\).docx](#)

[Anexo 16. Rúbrica de evaluación.docx](#)

Anexo 17. Pretest



**Unidad educativa
Roberto Rodas**

**INTERVENCIÓN EN EL TEMA DE ESTEQUIOMETRIA EN LOS JÓVENES DE SEGUNDO
BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO
(Pre-Test)**

Curso:		Área:	Ciencias Naturales
Nivel:		Asignatura	Química
Subnivel		N. Tutor. P:	Marcia Caguana
Paralelo:		Fecha:	

Nombre Estudiante:

INSTRUCCIONES

- Resolver los ejercicios por el orden de su preferencia.
- Utilice los espacios asignados de cada ejercicio.
- La prueba es individual

Criterio de evaluación: CE.CN. Q.5.6. Deduce la posibilidad de que se efectúen las reacciones químicas de acuerdo a la transferencia de energía y a la presencia de diferentes catalizadores; clasifica los tipos de reacciones y reconoce los estados de oxidación de los elementos y compuestos, y la actividad de los metales; y efectúa la igualación de reacciones químicas con distintos métodos, cumpliendo con la ley de la conservación de la masa y la energía para balancear las ecuaciones.


Actividad de diagnóstico:	Valoración cualitativa
<p>Dimensión 1: Balanceo de la ecuación química.</p> <p>1. Realice ejercicios de ecuaciones químicas, por el método de tanteo.</p> <p>a. $\text{HNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$</p> <p>b. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI} \longrightarrow \text{S} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p>	3p
<p>Dimensión 2: Cálculo del reactivo limitante y exceso.</p> <p>2. Resolver ejercicios sobre el cálculo del reactivo limitante (verificar si la ecuación se encuentra balanceada).</p> <p>a. Si tenemos 1500 gramos de NH_3 y 100gramos de CO_2. ¿Cuál es el reactivo limitante y en exceso?</p> <p>$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$</p>	3p



<p>b. Si se hacen reaccionar 3 moles de C_3H_8 (propano) con 20 moles de O_2. ¿Cuál es el reactivo limitante y en exceso?</p> $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$	
<p>Dimensión 3: Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química.</p> <p>3. Resolver los ejercicios de cálculo estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química (verificar si la ecuación se encuentra balanceada).</p> <p>a. Cuantas moles de CO_2 se obtienen a partir de 50 gramos de Na_2CO_3, ¿Cuántas moles de ácido nítrico se consumen y cuantos gramos de agua se producen?</p> $Na_2CO_3 + 2HNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + CO_2 + H_2O$ <p>b. En la siguiente reacción, ¿Cuál es el reactivo limitante si empezamos con 2,80 gramos de Al y 4,25 gramos de Cl_2? ¿Calcula los moles de cloruro de aluminio a partir del resultado encontrado del reactivo limitante?</p> $2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$	<p>4p</p>



Anexo 18. Postest

		Unidad educativa Roberto Rodas	
INTERVENCIÓN EN EL TEMA DE ESTEQUIOMETRIA EN LOS JÓVENES DE SEGUNDO BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO (Post-Test)			
Curso:		Área:	Ciencias Naturales
Nivel:		Asignatura:	Química
Subnivel:		N. Tutor. P:	Marcia Caguana
Paralelo:		Fecha:	
Nombre Estudiante:			
INSTRUCCIONES			
<ul style="list-style-type: none"> • Resuelva los ejercicios por el orden de su preferencia. • Utilice los espacios asignados de cada ejercicio. • La prueba es individual. 			
<p>Criterio de evaluación: CE.CN. Q.5.6. Deduce la posibilidad de que se efectúen las reacciones químicas de acuerdo con la transferencia de energía y a la presencia de diferentes catalizadores; clasifica los tipos de reacciones y reconoce los estados de oxidación de los elementos y compuestos, y la actividad de los metales; y efectúa la igualación de reacciones químicas con distintos métodos, cumpliendo con la ley de la conservación de la masa y la energía para balancear las ecuaciones.</p>			
Actividades de diagnóstico:			Valoración cualitativa
<p>Dimensión 1: Balanceo de la ecuación química</p> <p>1. Realice ejercicios de ecuaciones químicas, los cuales se resolverán por el método de tanteo.</p> <p>a. $I_2 + Na_2S_2O_3 \longrightarrow NaI + Na_2S_4O_6$</p> <p>b. $MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$</p>			3p
<p>Dimensión 2: Cálculo del reactivo limitante y exceso</p> <p>2. Realice los ejercicios sobre el cálculo del reactivo limitante (verificar si la ecuación se encuentra balanceada).</p> <p>a. Si tenemos 4000 gramos de $NaCN$ y 150 gramos de CO. Calcular, ¿Cuál es el reactivo limitante y en exceso?</p> $2NaCN + 3CO \longrightarrow Na_2CO_3 + 4C + N_2$			3p



<p>b. Si se hacen reaccionar 6 moles de C_4H_{10} (Butano) con 18 moles de O_2. ¿Cuál es el reactivo limitante y en exceso?</p> $2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$	
<p>Dimensión 3: Cálculos estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química</p> <p>3. Realice los ejercicios de cálculo estequiométricos de todas las especies involucradas en la ecuación química (verificar si la ecuación se encuentra balanceada).</p> <p>a. En la siguiente ecuación: ¿Cuántos moles de Br_2 se obtienen a partir de 90 gramos de H_2SO_4 y ¿Cuántos gramos de agua se producen?</p> $H_2SO_4 + 2HBr \longrightarrow SO_2 + Br_2 + 2H_2O$ <p>b. En la siguiente reacción: ¿Cuál es el reactivo limitante si empezamos con 7,60 gramos de O_2 y 3,12 gramos de KCl? ¿Calcula los moles de clorato de potasio a partir del resultado encontrado del reactivo limitante?</p> $O_2 + KCl \longrightarrow KClO_3$	<p>4p</p>

DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

Yo, *Adriana Karina Tejedor Garzón*, portador de la cedula de ciudadanía nro. *0106377922*, estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada *ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas* son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado *ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas* en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 20 de agosto 2024



(*Adriana Karina Tejedor Garzón*)
C.I.: (0106377922)

DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

Yo, Hamilton Fabricio Muñoz Montalvan, portador de la cedula de ciudadanía nro. 0302137799, estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 20 de agosto 2024



(Hamilton Fabricio Muñoz Montalvan)
C.I.: (0302137799)

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR PARA
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES**

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, Wilmer Orlando López González, tutor del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial denominado “ChemicalAid para el aprendizaje de la estequiometría, en el segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Roberto Rodas” perteneciente a los estudiantes: (Adriana Karina Tejedor Garzón con C.I. 0106377922, Hamilton Fabricio Muñoz Montalvan con C.I. 0302137799). Doy fe de haber guiado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular. También informo que el trabajo fue revisado con la herramienta de prevención de plagio donde reportó el 5 % de coincidencia en fuentes de internet, apeguándose a la normativa académica vigente de la Universidad.

Azogues, 20 de agosto 2024



Firmado electrónicamente por:
WILMER
ORLANDOLOPEZ
GONZALEZ

Docente tutor
Wilmer Orlando López González

C.I: 0962305777