

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA VIRTUAL
APOYADA EN LA APLICACIÓN DE MODELADO 3D MOLECULAR
CONSTRUCTOR Y ACTIVIDADES CONTEXTUALIZADAS PARA LA
COMPRENSIÓN DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS.**

SERGIO ANDRÉS JIMÉNEZ TORRES

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2025**

SERGIO ANDRÉS JIMÉNEZ TORRES

**TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA.**

**DIRECTOR (A):
MARTHA JANNETH SAAVEDRA ALEMAN. *Msc***

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2025**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 1 de diciembre de 2025

DEDICATORIA.

A mis padres, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y constancia; por darlo todo por mí y seguir acompañando cada uno de mis pasos.

A mis hermanas, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por creer siempre en mis metas.

A mi amor, Juliana, por estar a mi lado con paciencia, comprensión y cariño, siendo un pilar fundamental en este proceso.

Y a mi fiel compañero, mi perro Lucas, quien con su compañía y alegría hizo más llevaderas las largas jornadas de trabajo y escritura.

Con todo mi cariño y gratitud, les dedico este logro.

AGRADECIMIENTOS.

A mi directora de tesis, por su guía, compromiso y valiosas orientaciones a lo largo de este proceso.

A los profesores de la Universidad Pedagógica Nacional, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi crecimiento académico y profesional.

A la rectora del Colegio Andino, por permitir el desarrollo de este proyecto y brindar su apoyo institucional.

A mis estudiantes de grado once, por su entusiasmo, disposición y compromiso, que dieron sentido a esta experiencia educativa.

A mis compañeros de la maestría, por su amistad, compañerismo y por ser un gran apoyo en los momentos más exigentes del camino.

Y a mis compañeros de trabajo y a todas las personas que, con sus palabras y aliento, me motivaron a culminar este logro.

RESUMEN

La investigación “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” tuvo como propósito diseñar, implementar y validar una unidad didáctica virtual para fortalecer el aprendizaje significativo de los hidrocarburos alifáticos en estudiantes de grado once. El estudio se desarrolló bajo el modelo ADDIE y el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), integrando herramientas TIC como Molecular Constructor, Google Sites y Canva. Los resultados obtenidos mediante rúbricas, cuestionarios y guías de reflexión evidenciaron avances en la comprensión conceptual, la motivación hacia la química orgánica y el desarrollo de competencias digitales. Se concluye que el uso pedagógico de las TIC y la contextualización con ejemplos cotidianos potencian el aprendizaje activo y significativo en el área de química.

Palabras clave: hidrocarburos alifáticos, aprendizaje significativo, TIC, unidad didáctica virtual, ABP.

ABSTRACT

The research “Exploring Aliphatic Hydrocarbons from Everyday Life through Molecular Constructor” aimed to design and validate a virtual didactic unit to strengthen meaningful learning of aliphatic hydrocarbons in eleventh-grade students. Guided by the ADDIE model and Project-Based Learning (PBL), the proposal integrated ICT tools such as Molecular Constructor, Google Sites, and Canva. Results from rubrics, questionnaires, and reflection guides showed progress in conceptual understanding, motivation toward organic chemistry, and digital skills. The study concludes that integrating ICT and everyday contexts enhances active and meaningful learning in chemistry.

Keywords: aliphatic hydrocarbons, meaningful learning, ICT, virtual didactic unit, PBL.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
3.3. JUSTIFICACIÓN	17
4. MARCO REFERENCIAL – ANTECEDENTES	19
4.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
4.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
5. MARCO TEÓRICO.....	29
5.1. HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS.	29
5.2. APLICACIONES DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS EN LA VIDA COTIDIANA	34
5.3. USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA	35
5.4. APLICACIÓN DIGITAL “MOLECULAR CONSTRUCTOR”	36
5.5. APRENDIZAJE Y COMPRESIÓN EN EL CONTEXTO EDUCATIVO. .	38
5.5.1. Aprendizaje Significativo y contextualizado.....	39
5.5.2. Teorías pedagógicas.	40
5.5.3. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la Enseñanza de la Química.	

5.6. PRODUCTOS COTIDIANOS DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS.....	42
6. MARCO LEGAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA VIRTUAL.....	44
7. DISEÑO METODOLÓGICO.....	47
7.1. RECURSOS.....	47
8. METODOLOGÍA.....	49
8.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	49
8.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	51
8.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	51
8.4. PARTICIPANTES.....	52
9. FASES METODOLÓGICAS.....	53
9.1. FASE 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	53
9.2. FASE 2. DISEÑO DE INSTRUMENTOS.....	54
9.3. FASE 3. APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
9.4. FASE 4. ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DEL TRABAJO FINAL.....	55
10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	56
10.1. DIAGNÓSTICO DE LA POBLACIÓN – ENCUESTA VALIDADA.....	57
10.2. RESULTADOS DE LA FASE 2: DISEÑO DE INSTRUMENTOS.....	58
10.3. RESULTADOS DE LA FASE 3: DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.....	62
10.3.1. Generalidades de la unidad didáctica. Virtualización.....	62
10.3.2. SESIÓN 1. Introducción y diagnóstico.....	64
10.3.3. SESIÓN 2. Conceptualización inicial de los hidrocarburos.....	68
10.3.4. SESIÓN 3. Aplicación con Molecular Constructor.....	71
10.3.5. SESIÓN 4. Reconocimiento de sustancias cotidianas.....	74

10.3.6. SESIÓN 5. Infografía educativa.....	76
10.3.7. SESIÓN 6. Integración conceptual.....	79
10.3.8. SESIÓN 7. Socialización del proyecto final.	81
10.3.9. SESIÓN 8. Evaluación y cierre.....	84
10.3.10. Validación de la unidad didáctica	86
10.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA AMPLIACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	87
10.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LAS SESIONES 1 Y 7:	106
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
11.1. CONCLUSIONES	108
11.2. RECOMENDACIONES.....	110
12. BIBLIOGRAFÍA.....	111
13. ANEXOS.....	117
A. ANEXO: Encuesta diagnóstica de conocimientos previos.	118
B. ANEXO: Guía de estudio: Introducción a los hidrocarburos alifáticos...121	
C. ANEXO: Guía práctica del uso de la aplicación Molecular Constructor.125	
D. ANEXO: Registro de modelado molecular.	127
E. ANEXO: Tabla comparativa: Alcanos, alquenos y alquinos.....	128
F. ANEXO: Rúbricas de evaluación por sesión.....	129
G. ANEXO: Instrumentos de autoevaluación y coevaluación	135
H. ANEXO: Cuestionario final de cierre del proyecto}	137
I. ANEXO: Cartas de validación de instrumentos de recolección de información y de la unidad didáctica.....	139
J. ANEXO: Cronograma de aplicación de la unidad didáctica	143

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Clasificación de los Hidrocarburos Alifáticos según su Grupo Funcional.	31
Ilustración 2. Fases metodológicas.	53
Ilustración 3. Página inicial de la unidad didáctica virtual en Google Sites.	65
Ilustración 4. Página inicial de la encuesta diagnóstica.	65
Ilustración 5. Lluvia de ideas sobre las sustancias que contienen hidrocarburos.	67
Ilustración 6. Guía teórica: Introducción a los hidrocarburos.	69
Ilustración 7. Tabla comparativa sobre las características de los hidrocarburos.	69
Ilustración 8. Captura de pantalla de la interfaz de Molecular Constructor.	72
Ilustración 9. Taller práctico manejo de Molecular Constructor.....	72
Ilustración 10. Actividad de Molecular Constructor.	73
Ilustración 11. Captura y entregas de modelos moleculares.....	75
Ilustración 12. Ejemplos de infografías elaboradas por los estudiantes.....	78
Ilustración 13. Socialización virtual de infografías en la plataforma Google Sites.	80
Ilustración 14. Formulario digital de autoevaluación en Google Forms.....	82
Ilustración 15. Captura de pantalla del formulario de coevaluación.	83
Ilustración 16. Captura de pantalla del cuestionario final.	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades Físicas y Usos Comunes de los Hidrocarburos Alifáticos...	32
Tabla 2. Ejemplos de Nomenclatura de Hidrocarburos Alifáticos.	34
Tabla 3. Resumen del marco legal aplicable a la unidad didáctica virtual.	45
Tabla 4. Principales resultados de la encuesta diagnóstica.	57
Tabla 5. Estructura de la Unidad didáctica	60
Tabla 6. Criterios de valoración.	88
Tabla 7. Resultados de la encuesta diagnóstico.	88
Tabla 8. Resultados de la rúbrica de la sesión 2.	90
Tabla 9. Resultados de la rúbrica de la sesión 3.	92
Tabla 10. Resultados promedio de la rúbrica aplicada en la sesión 4.	95
Tabla 11. Porcentajes de desempeño en la elaboración de infografías educativas.	97
Tabla 12. Resultados promedio por criterio.	99
Tabla 13. Resultados de la autoevaluación.	101
Tabla 14. Resultados de la coevaluación.	102
Tabla 15. Resultados generales del cuestionario final.	104
Tabla 16 A. Rúbrica de participación – Sesión 2 (Conceptualización inicial de los hidrocarburos).....	129
Tabla 17 A. Rúbrica de modelado molecular – Sesión 3 (Aplicación con Molecular Constructor).....	130
Tabla 18 A. Rúbrica de modelado aplicado – Sesión 4 (Reconocimiento de sustancias cotidianas).....	131
Tabla 19 A. Rúbrica de evaluación de infografías – Sesión 5 (Infografía educativa).	132
Tabla 20 A. Rúbrica de exposición e integración conceptual – Sesión 6	133
Tabla 21 A. Rúbrica de evaluación del proyecto final – Sesión 7.....	134
Tabla 22 A. Rúbrica de Autoevaluación del Proyecto Didáctico.....	135
Tabla 23 A. Rúbrica de Coevaluación del Proyecto Didáctico.	136

Tabla 24 A. Cronograma de desarrollo de la unidad didáctica..... 143

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución porcentual del desempeño en el diagnóstico inicial.	89
Gráfica 2. Desempeño porcentual por criterio de valoración en la sesión 2.	91
Gráfica 3. Desempeño porcentual por criterio de valoración en la sesión 3.	93
Gráfica 4. Resultados promedio de la sesión 4: modelado aplicado de hidrocarburos en productos cotidianos.	95
Gráfica 5. Porcentajes de desempeño en la elaboración de infografías educativas.	97
Gráfica 6. Porcentajes de desempeño en la exposición e integración conceptual.	99
Gráfica 7. Resultados de la autoevaluación.	101
Gráfica 8. Resultados de la coevaluación.	102
Gráfica 9. Resultados del cuestionario final de cierre del proyecto didáctico.	104

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de los hidrocarburos alifáticos en educación media presenta retos significativos, especialmente en la comprensión de su estructura molecular y nomenclatura. Estas dificultades, sumadas a la falta de laboratorios en algunas instituciones, limitan el aprendizaje práctico de los estudiantes. Con el fin de superar estas limitaciones, esta investigación desarrolló una unidad didáctica virtual que integró herramientas digitales para fortalecer la relación entre teoría y práctica. Se empleó la aplicación Molecular Constructor para construir modelos moleculares tridimensionales, vinculando los contenidos a sustancias cotidianas como combustibles y productos de limpieza, lo que favoreció una comprensión más significativa. El diseño se fundamentó en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque constructivista, estructurando el trabajo en fases que incluyeron diagnóstico, implementación y evaluación, con el propósito de fomentar la participación activa y el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes. Además, la implementación de esta unidad didáctica virtual se sustentó en disposiciones normativas colombianas que respaldaron el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos educativos, entre ellas la Ley 2420 de 2024, que reconoce la educación híbrida y digital como modalidades válidas en el sistema educativo (Congreso de Colombia, 2024); la Resolución 015177 de 2022 del Ministerio de Educación Nacional, que establece las condiciones para la oferta de programas virtuales en educación básica y media (MEN, 2022); y la Ley 2119 de 2021, que impulsa el fortalecimiento de las competencias digitales en estudiantes y docentes (Congreso de Colombia, 2021). Estas disposiciones respaldaron legalmente la creación e implementación de la unidad, asegurando su coherencia con las políticas públicas de transformación digital educativa permitiendo que los resultados mostraran un mejor aprendizaje y mayor motivación. La unidad didáctica virtual demostró ser una estrategia efectiva para enseñar hidrocarburos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar una unidad didáctica virtual que integre la aplicación digital *Molecular Constructor* y la contextualización de sustancias cotidianas (como combustibles y productos de limpieza), para mejorar la comprensión y aplicación de la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos en estudiantes de grado undécimo del Colegio Andino en Tunja.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Facilitar la visualización y manipulación de moléculas mediante el uso de la aplicación digital *Molecular Constructor* para mejorar la comprensión de la estructura molecular de los hidrocarburos alifáticos en los estudiantes de grado undécimo.
- Relacionar los conceptos teóricos de la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos con sustancias cotidianas, como combustibles y productos de limpieza, para promover un aprendizaje contextualizado y significativo.
- Evaluar el impacto de la unidad didáctica virtual en el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes, específicamente en su capacidad para aplicar las reglas de nomenclatura y resolver problemas relacionados con la química orgánica.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el sistema de educación media, la enseñanza de la estructura, composición y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos enfrenta importantes desafíos debido a la complejidad y abstracción de estos conceptos. Los estudiantes encuentran dificultades para visualizar y entender la estructura molecular de los compuestos, lo que afecta su capacidad para aplicar las reglas de nomenclatura, interpretar las propiedades moleculares y comprender conceptos abstractos en general (Martínez & Gómez, 2020). Estos problemas son comunes en la enseñanza de la química orgánica, particularmente en temas que requieren la representación gráfica de las moléculas.

La enseñanza de estos conceptos en un contexto en el que muchos colegios carecen de laboratorios experimentales agrava aún más las dificultades. Sin la posibilidad de realizar prácticas experimentales, los estudiantes pierden la oportunidad de observar de manera directa las propiedades moleculares y cómo se relacionan con su estructura (López & Ramírez, 2021). Sin embargo, el uso de herramientas digitales y simuladores interactivos, como los que permiten visualizar moléculas en 3D, ha demostrado ser una estrategia eficaz para suplir esta carencia, facilitando el aprendizaje de la estructura molecular y otros conceptos abstractos (Altamirano, 2020).

Además, la contextualización de la química en el día a día de los estudiantes, utilizando ejemplos de productos comunes como combustibles y productos de limpieza, resulta crucial para hacer más accesible y relevante el aprendizaje de la química. Casola (2021) enfatiza que relacionar los conceptos abstractos con aplicaciones prácticas en la vida cotidiana aumenta la motivación de los estudiantes y les ayuda a ver la utilidad de los conocimientos adquiridos.

Por lo tanto, la combinación de herramientas digitales y la contextualización del contenido son estrategias clave para mejorar la enseñanza de los conceptos abstractos en la química, permitiendo a los estudiantes visualizar mejor las estructuras moleculares, entender su aplicación y aplicar las reglas de nomenclatura en problemas científicos.

3.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo impacta la implementación de una unidad didáctica virtual, que integre la aplicación digital *Molecular Constructor* y la contextualización de sustancias cotidianas, en la comprensión y aplicación de la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos en estudiantes de grado undécimo del Colegio Andino en Tunja Boyacá?

3.3. JUSTIFICACIÓN

Los estudiantes de grado undécimo del Colegio Andino en Tunja, Boyacá, han experimentado dificultades significativas en la comprensión y aplicación de los conceptos relacionados con la estructura, propiedades moleculares y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos. Estas dificultades se extienden a su capacidad para interpretar conceptos abstractos en química, lo cual es un reto común en la enseñanza de la ciencia (Martínez & Gómez, 2020). La falta de una base sólida en la visualización de estructuras moleculares y la dificultad para aplicar reglas de nomenclatura complican la consolidación del conocimiento, generando confusión entre los estudiantes (Martínez & Gómez, 2020). Este tipo de problemas es frecuente en el aprendizaje de conceptos abstractos en química, lo que subraya la necesidad de implementar enfoques más dinámicos.

El uso de herramientas digitales, como simuladores y aplicaciones interactivas, ha demostrado ser una estrategia eficaz para superar estos desafíos. Según Altamirano (2020), las tecnologías educativas mejoran significativamente el proceso

de enseñanza al permitir que los estudiantes interactúen visualmente con las moléculas, facilitando una mejor comprensión de los conceptos. Estas herramientas no solo proporcionan una experiencia de aprendizaje más dinámica, sino que también promueven la autonomía y el trabajo colaborativo, lo cual es fundamental en la educación actual.

Además, contextualizar los contenidos de química con sustancias cotidianas, como los combustibles y productos de limpieza, es crucial para fomentar un aprendizaje más significativo y aplicable. Casola (2021) enfatiza que relacionar lo aprendido en el aula con situaciones cotidianas mejora la comprensión y aumenta la motivación de los estudiantes, quienes pueden ver la relevancia práctica de lo que estudian. Esto transforma la química de una disciplina abstracta a una ciencia aplicable a su entorno diario.

Por otro lado, la falta de laboratorios físicos en muchas instituciones educativas, incluido el Colegio Andino, plantea un obstáculo adicional para el aprendizaje de química. En este sentido, herramientas digitales interactivas que permiten simular experimentos y manipular moléculas en un entorno virtual, como las que mencionan López y Ramírez (2021), han sido útiles para suplir la carencia de laboratorios, proporcionando a los estudiantes experiencias de aprendizaje más interactivas y cercanas a la realidad experimental.

Finalmente, se desarrolló una unidad didáctica que integró el uso de herramientas digitales y la contextualización de sustancias cotidianas, como los combustibles y productos de limpieza. Esta estrategia permitió que los estudiantes reconocieran estas sustancias en su entorno diario y las utilizaran para aprender sobre la formación molecular y la nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos, facilitando así un aprendizaje más significativo y aplicable (Casola, 2021). La unidad didáctica incluyó una herramienta interactiva en 3D, que permitió a los estudiantes crear y manipular modelos moleculares de hidrocarburos, mejorando su habilidad para visualizar las estructuras y aplicar las reglas de nomenclatura de manera efectiva.

4. MARCO REFERENCIAL – ANTECEDENTES

Se realizó una búsqueda de tesis y artículos científicos relacionados con la enseñanza de la química mediante herramientas pedagógicas innovadoras, especialmente aquellas que integran la creatividad y la lúdica. Estas investigaciones evidencian que las metodologías basadas en el juego favorecen la comprensión de conceptos abstractos, como la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos, respaldando así el enfoque adoptado en este proyecto. A partir de esta revisión, se seleccionaron los trabajos más pertinentes y relevantes para orientar y fundamentar el desarrollo de la presente investigación.

4.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- ***Development of Online Teaching Materials with Augmented Reality for Hydrocarbon Topics***

El artículo *Development of Online Teaching Materials with Augmented Reality for Hydrocarbon Topics* (AIP Conference Proceedings, 2021) tiene como objetivo principal desarrollar materiales de enseñanza que incorporen la realidad aumentada (AR) para facilitar el aprendizaje de los hidrocarburos en estudiantes de secundaria. El uso de AR permite a los estudiantes visualizar y manipular modelos tridimensionales de estructuras moleculares, haciendo que conceptos complejos y abstractos, como las propiedades y la nomenclatura de los hidrocarburos, sean más accesibles y comprensibles.

Dicho estudio se enmarca en un contexto educativo donde la necesidad de innovaciones tecnológicas para mejorar la enseñanza de la química es cada vez más relevante, especialmente en un entorno en el que la falta de laboratorios físicos puede limitar el aprendizaje práctico. El uso de realidad aumentada no solo aborda esta necesidad, sino que también mejora la motivación de los estudiantes al interactuar con herramientas tecnológicas avanzadas.

El uso de herramientas tecnológicas como la realidad aumentada ha mostrado un impacto significativo en el aprendizaje de conceptos complejos en química. Según el estudio de AIP Conference Proceedings (2021), la integración de AR en la enseñanza de los hidrocarburos permite a los estudiantes interactuar con modelos moleculares tridimensionales, mejorando su comprensión y participación en el proceso de aprendizaje. Este enfoque pedagógico ofrece una alternativa eficaz frente a la carencia de laboratorios físicos en muchas instituciones educativas.

Este artículo apoya firmemente la idea de que las tecnologías interactivas, como la realidad aumentada, son una herramienta eficaz para superar las dificultades que los estudiantes experimentan al tratar de visualizar y comprender conceptos abstractos. De manera similar a lo que se plantea con el uso de Molecular Constructor, se destaca la manipulación de modelos tridimensionales como una estrategia pedagógica valiosa, especialmente en contextos donde no se cuenta con laboratorios físicos, facilitando así un aprendizaje más interactivo y significativo.

- ***Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement***

Dalgarno, Bishop, Adlong y Bedgood (2023) en su artículo "*Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement*" investigan cómo el uso de un laboratorio virtual de química afecta el rendimiento académico de los estudiantes. Basado en la teoría del aprendizaje constructivista, el laboratorio virtual simula experimentos y el uso de equipos de laboratorio para estudiar cambios químicos. El estudio busca comparar la efectividad de este enfoque virtual con los laboratorios físicos, analizando cómo las herramientas digitales influyen en el aprendizaje y la participación de los estudiantes.

El estudio de Dalgarno et al. (2023) concluye que los estudiantes que utilizaron el laboratorio virtual en química lograron un rendimiento académico comparable o superior al de aquellos que trabajaron en laboratorios físicos. Además, los estudiantes que participaron en el laboratorio virtual mostraron un mayor nivel de compromiso y motivación. Esto sugiere que el uso de entornos virtuales no solo

igual a la efectividad de los laboratorios físicos, sino que en algunos casos puede ofrecer ventajas, al permitir a los estudiantes realizar experimentos repetidamente sin las limitaciones de recursos o tiempo, lo que mejora su experiencia de aprendizaje.

Este artículo es relevante para la presente investigación porque demuestra la efectividad de los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la química, algo que se propone mediante el uso de herramientas digitales como *Molecular Constructor*. La investigación muestra que los laboratorios virtuales pueden igualar o incluso superar la eficacia de los laboratorios físicos, lo que es fundamental para instituciones que carecen de infraestructura adecuada.

- ***Interactive 3D Molecular Models as a Tool for Improving Understanding of Organic Structures***

El estudio *Interactive 3D Molecular Models as a Tool for Improving Understanding of Organic Structures* (Science Education Review, 2020) analiza el impacto del uso de modelos tridimensionales interactivos en la comprensión de estructuras orgánicas por parte de estudiantes de secundaria y primeros semestres universitarios. La investigación implementó software especializado que permite rotar, ampliar y descomponer modelos moleculares, con el fin de facilitar la visualización espacial de enlaces y geometrías.

El artículo destaca que uno de los mayores desafíos en la enseñanza de la química orgánica es la representación mental de estructuras tridimensionales. Los estudiantes que trabajaron con estos modelos mostraron un incremento significativo en la capacidad para identificar tipos de enlaces, geometrías y patrones estructurales en hidrocarburos. Asimismo, el uso de modelos 3D promovió un aprendizaje más autónomo y motivador, permitiendo que los estudiantes exploraran y compararan estructuras de forma activa.

Este estudio respalda el enfoque de la presente investigación al demostrar que el modelado tridimensional digital mejora la comprensión conceptual en temas como los hidrocarburos alifáticos. Además, evidencia cómo las herramientas tecnológicas pueden superar las limitaciones del aprendizaje tradicional basado en imágenes planas o representaciones abstractas.

- ***Digital Learning Platforms for Teaching Hydrocarbons: Effects on Student Engagement and Conceptual Mastery***

El artículo *Digital Learning Platforms for Teaching Hydrocarbons: Effects on Student Engagement and Conceptual Mastery* (Journal of Chemical Education, 2022) explora el uso de plataformas digitales interactivas para la enseñanza de hidrocarburos en cursos de educación media y universitaria inicial. El estudio implementó una plataforma que incluye videos interactivos, actividades gamificadas y ejercicios de modelado molecular.

La investigación muestra que los estudiantes que utilizaron esta plataforma evidenciaron una mejora significativa en la comprensión de nomenclatura, clasificación y propiedades físicas de los hidrocarburos. Además, la gamificación —especialmente los retos de construcción molecular y resolución de problemas contextualizados— aumentó el interés, la participación activa y la retención a largo plazo.

El artículo concluye que las plataformas digitales de aprendizaje permiten superar obstáculos asociados a la enseñanza tradicional, tales como clases magistrales poco dinámicas o la falta de recursos prácticos. Este hallazgo es altamente relevante para el presente estudio, ya que refuerza la idea de que herramientas como Molecular Constructor favorecen un aprendizaje significativo al permitir la exploración autónoma y la manipulación directa de modelos moleculares.

4.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- ***Propuesta de enseñanza con enfoque CTS para la enseñanza de compuestos carbonílicos abordando una situación didáctica contextualizada y el uso de TPL con estudiantes de educación media del Colegio Cultura Popular IED***

El artículo "*Propuesta de enseñanza con enfoque CTS para la enseñanza de compuestos carbonílicos abordando una situación didáctica contextualizada y el uso de TPL con estudiantes de educación media del Colegio Cultura Popular IED*" (Esteban Muñoz, Riveros Toro, & Rodríguez Hernández, 2021) tiene como objetivo principal contextualizar el aprendizaje de los compuestos carbonílicos, tales como aldehídos, cetonas y carbohidratos, mediante situaciones didácticas cercanas a la vida cotidiana de los estudiantes. La investigación se realizó en el Colegio Cultura Popular IED en Bogotá con estudiantes de grado undécimo, integrando actividades relacionadas con alimentos comunes como el pan, el yogur y la miel.

A través de una estrategia didáctica basada en los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL), los autores (Esteban Muñoz, Riveros Toro, & Rodríguez Hernández, 2021) buscaban conectar los conceptos teóricos con el entorno cotidiano de los estudiantes. La propuesta se enmarca dentro del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), lo que permitió a los estudiantes comprender los compuestos carbonílicos no solo desde una perspectiva química, sino también en relación con su vida diaria y el impacto de esos compuestos en su alimentación y salud.

Los resultados obtenidos a partir de esta propuesta mostraron que los estudiantes mejoraron significativamente en su comprensión conceptual de los compuestos carbonílicos, logrando identificar su presencia en productos alimenticios cotidianos. Además, la motivación de los estudiantes aumentó, y su actitud hacia la química se volvió más crítica y reflexiva. El artículo concluye que el uso de situaciones contextualizadas y actividades prácticas facilita el aprendizaje de temas abstractos

y mejora la motivación de los estudiantes hacia la asignatura (Esteban Muñoz, Riveros Toro, & Rodríguez Hernández, 2021).

Este estudio es altamente relevante para la presente investigación, ya que refuerza la efectividad de la enseñanza de la química cuando los contenidos se vinculan con experiencias cotidianas de los estudiantes, lo cual es un enfoque similar al que se plantea con el uso de sustancias comunes como combustibles y productos de aseo para enseñar los hidrocarburos alifáticos.

- ***Diseño de una herramienta pedagógica para la enseñanza de la nomenclatura y propiedades de los hidrocarburos que contribuya al desarrollo del pensamiento creativo***

La tesis "*Diseño de una herramienta pedagógica para la enseñanza de la nomenclatura y propiedades de los hidrocarburos que contribuya al desarrollo del pensamiento creativo*" (Acevedo Rojas, 2023) tiene como propósito central desarrollar un recurso didáctico que mejore el aprendizaje de los hidrocarburos, específicamente en cuanto a su nomenclatura y propiedades, y que también fomente el pensamiento creativo en estudiantes de grado undécimo. Esta investigación se llevó a cabo en la Colegiatura Colombiana y aborda los retos que los estudiantes suelen enfrentar al aprender química orgánica, particularmente en el tema de los hidrocarburos.

Uno de los aspectos clave de este trabajo es que se busca que los estudiantes no solo memoricen las reglas de nomenclatura, sino que también las comprendan de manera más profunda mediante el uso de actividades creativas y prácticas (Acevedo Rojas, 2023). La herramienta diseñada por la autora tiene como finalidad promover un aprendizaje significativo, permitiendo a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos de los hidrocarburos con situaciones y contextos de su vida diaria.

Durante la investigación, se identificó que muchos estudiantes tenían dificultades para retener la información relacionada con la estructura y las propiedades de los compuestos orgánicos. En respuesta a esta problemática, la autora propuso actividades pedagógicas que incentivaran la creatividad, mejorando así la comprensión y aplicación de la nomenclatura. Los resultados del estudio indicaron que esta metodología no solo contribuyó a una mejora en el desempeño académico, sino que también cambió la percepción de los estudiantes hacia la química, haciéndola más atractiva y accesible (Acevedo Rojas, 2023).

La importancia de esta tesis para la investigación radica en que propone una estrategia pedagógica innovadora basada en la contextualización y en el desarrollo de la creatividad, aspectos que también son esenciales para tu investigación. El enfoque de Acevedo Rojas en el uso de herramientas didácticas para conectar la teoría con la práctica se alinea con tu propuesta de utilizar sustancias cotidianas, como combustibles y productos de aseo, para facilitar la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos. Ambos trabajos destacan la importancia de hacer que los conceptos abstractos, como la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos, sean más accesibles y comprensibles para los estudiantes a través de actividades prácticas y contextualizadas.

- ***Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de aprendizaje basado en proyectos***

En la tesis "Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de aprendizaje basado en proyectos" (Algumedo Romaña, 2020), se explora el uso de un proyecto práctico para enseñar conceptos químicos abstractos, como la saponificación, vinculando estos conocimientos a la vida cotidiana de los estudiantes. La investigación, realizada en la Institución Educativa Manuel José Sierra, en Girardota, Antioquia, utilizó el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como metodología principal. A

través de este enfoque, los estudiantes crearon jabones artesanales a partir de aceites de cocina usados, lo que permitió integrar la enseñanza de la química con una práctica significativa y ambientalmente responsable.

El objetivo del estudio, según Algumedo Romaña (2020), era que los estudiantes no solo comprendieran los conceptos químicos relacionados con las reacciones de saponificación, sino que también desarrollaran una mayor conciencia ambiental mediante el uso de un recurso contaminante como el aceite usado. Los resultados del estudio muestran que la implementación de este tipo de proyectos aumenta la motivación de los estudiantes y mejora su disposición para aprender temas complejos de química, al hacer evidente la aplicación práctica de dichos conceptos en situaciones reales, como la producción de jabón.

Los resultados obtenidos en este estudio ofrecen una perspectiva valiosa para el desarrollo de estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de la química. La utilización de aceites de cocina usados en la creación de jabones permite establecer una conexión directa entre los contenidos científicos y la realidad cotidiana de los estudiantes. Este tipo de enfoque no solo promueve un aprendizaje más significativo, sino que también fomenta la participación activa y el interés de los alumnos al mostrarles la aplicabilidad práctica de los conceptos químicos. La experiencia con este proyecto resalta la importancia de involucrar a los estudiantes en actividades que les permitan entender cómo los conocimientos teóricos pueden ser usados para resolver problemas ambientales y de su entorno inmediato.

- ***Implementación de estrategias didácticas basadas en TIC para fortalecer el aprendizaje de la química en educación media***

La tesis Implementación de estrategias didácticas basadas en TIC para fortalecer el aprendizaje de la química en educación media (López & Ramírez, 2021) tuvo como propósito desarrollar e implementar recursos digitales que apoyaran la enseñanza de conceptos fundamentales de la química en estudiantes de grado décimo y

undécimo. El estudio incluyó el uso de plataformas interactivas, simuladores y ejercicios virtuales que permitieron a los estudiantes visualizar fenómenos químicos difíciles de representar en el aula tradicional.

Los autores encontraron que la integración de las TIC generó un aumento significativo en la motivación y participación de los estudiantes, quienes reportaron sentirse más seguros al interactuar con contenidos químicos mediante herramientas digitales. Además, se observó una mejora en la comprensión de conceptos abstractos gracias a la posibilidad de manipular simulaciones y visualizar representaciones dinámicas. Este antecedente respalda la presente investigación, ya que demuestra cómo los recursos digitales, al igual que Molecular Constructor, facilitan la apropiación conceptual, especialmente en temas de estructura molecular y representación tridimensional.

- ***Estrategias de contextualización para la enseñanza de la química orgánica con estudiantes de educación básica y media***

El trabajo Estrategias de contextualización para la enseñanza de la química orgánica con estudiantes de educación básica y media (Martínez & Gómez, 2020) tuvo como finalidad diseñar actividades didácticas contextualizadas que permitieran mejorar el aprendizaje de la química orgánica, especialmente en temas como estructura, propiedades y clasificación de compuestos. La investigación se desarrolló con estudiantes de un colegio distrital de Bogotá, incorporando actividades articuladas a situaciones reales como el uso de combustibles, productos de aseo y alimentos procesados.

Los resultados evidenciaron que la contextualización favorece la comprensión y retención de los contenidos, ya que permite a los estudiantes relacionar la química con su entorno inmediato. Además, los autores reportaron un aumento en la motivación y la participación cuando los aprendizajes se vinculaban con experiencias cotidianas. Este estudio es relevante para la presente investigación

porque coincide con el enfoque aplicado en la unidad didáctica sobre hidrocarburos alifáticos, donde se emplearon sustancias comunes para facilitar la apropiación conceptual y el aprendizaje significativo.

5. MARCO TEÓRICO.

El estudio de la química, y en particular el de los hidrocarburos alifáticos, presenta desafíos significativos en el ámbito educativo, especialmente en el nivel de educación media, donde los estudiantes deben comprender conceptos abstractos que no siempre se conectan con su vida cotidiana. Esta desconexión entre la teoría y el contexto del estudiante suele dificultar el aprendizaje, lo que hace esencial el desarrollo de estrategias pedagógicas que puedan hacer estos conceptos más accesibles y aplicables.

En este sentido, el marco teórico de esta investigación fundamenta la propuesta de una unidad didáctica que utiliza herramientas digitales interactivas, como la aplicación Molecular Constructor, y un enfoque contextualizado en el que se emplean sustancias familiares para los estudiantes, tales como combustibles y productos de limpieza. Estos recursos permiten a los estudiantes visualizar y manipular modelos moleculares en tres dimensiones, relacionando los contenidos teóricos de los hidrocarburos alifáticos con elementos de su entorno.

Además, la presente propuesta se apoya en principios constructivistas y en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), metodologías que estimulan la participación activa de los estudiantes y su implicación directa en el proceso de aprendizaje. También incorpora el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual facilita la reflexión crítica sobre el impacto de los conceptos científicos en la vida cotidiana y en el entorno social y ambiental.

5.1. HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS.

La química es una ciencia central que estudia la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia, permitiendo comprender cómo los elementos y compuestos interactúan en la naturaleza y en aplicaciones tecnológicas

(McMurry, 2008). En el ámbito educativo, el aprendizaje de la química fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y permite a los estudiantes relacionar los conceptos científicos con fenómenos y productos de uso cotidiano. Una de las áreas fundamentales en este campo es el estudio de los hidrocarburos alifáticos, compuestos que consisten exclusivamente en carbono e hidrógeno, y que incluyen sustancias como los combustibles y ciertos productos de limpieza (Gutiérrez et al., 2009).

En el contexto de esta investigación, el estudio de los hidrocarburos alifáticos se aborda desde una perspectiva contextualizada y práctica, utilizando sustancias familiares para los estudiantes de grado undécimo. Esta propuesta didáctica pretende facilitar el aprendizaje de conceptos abstractos a través del uso de herramientas digitales, como la aplicación *Molecular Constructor*, y actividades que integren el contenido teórico con productos presentes en su entorno, haciendo de la química una disciplina más accesible y significativa.

- **Concepto.**

Los hidrocarburos alifáticos son compuestos orgánicos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrógeno y se caracterizan por tener estructuras abiertas, ya sean lineales o ramificadas. A diferencia de los hidrocarburos aromáticos, que presentan anillos bencénicos, los hidrocarburos alifáticos no tienen estructuras cíclicas con propiedades aromáticas (Gutiérrez et al., 2009). Este grupo de compuestos se clasifica en tres tipos principales: alcanos, alquenos y alquinos, cada uno con una disposición particular de enlaces entre átomos de carbono. Los alcanos presentan enlaces simples, los alquenos incluyen al menos un enlace doble, y los alquinos contienen uno o más enlaces triples entre carbonos (McMurry, 2008).

- **Clasificación.**

Los hidrocarburos alifáticos, como los alcanos, alquenos y alquinos, son clasificados en función del tipo de enlace entre sus átomos de carbono. Los alcanos contienen

únicamente enlaces simples, los alquenos poseen al menos un enlace doble, y los alquinos incluyen al menos un enlace triple en su estructura molecular. Estos distintos tipos de enlaces influyen en las propiedades físicas y químicas de cada familia de hidrocarburos, determinando su reactividad y su uso en aplicaciones cotidianas, como combustibles y solventes (McMurry, 2008; Gutiérrez et al., 2009).

A continuación, se presenta una tabla que resume las características de cada tipo de hidrocarburo alifático, incluyendo el grupo funcional, el nombre de la familia química, un ejemplo representativo y observaciones adicionales:

Ilustración 1. Clasificación de los Hidrocarburos Alifáticos según su Grupo Funcional.

Grupo funcional	Nombre del grupo funcional y de la familia química a la que pertenece	Ejemplo	Observaciones
Hidrocarburos			
$R-H$	alcanos	CH_3-CH_3	Una cadena de carbonos e hidrógenos con enlaces simples.
$R-CH=CH-R$	alquenos	$CH_2=CH_2$	Una cadena de carbonos e hidrógenos con al menos un enlace doble.
$R-C\equiv C-R$	alquinos	$H-C\equiv C-H$	Una cadena de carbonos e hidrógenos con al menos un enlace triple.

Fuente: Figura adaptada de "Química orgánica: Aprende haciendo" (p. 43), por A. Gutiérrez, J. López, M. Arellano, C. Pérez, y R. González, 2009, Pearson Educación.

- **Propiedades y Estructura Molecular de los Hidrocarburos Alifáticos.**

Los hidrocarburos alifáticos presentan una gran variedad de propiedades físicas y químicas que están directamente relacionadas con su estructura molecular. Estos compuestos, compuestos únicamente de átomos de carbono e hidrógeno, se diferencian en función de la longitud de la cadena de carbonos y del tipo de enlace presente entre ellos (McMurry, 2008). La estructura de cada tipo de hidrocarburo

influye en propiedades clave como el punto de ebullición, la solubilidad y la densidad. Por ejemplo, los alcanos, que contienen únicamente enlaces simples, suelen tener puntos de ebullición más bajos en comparación con los alquenos y alquinos, los cuales presentan enlaces dobles y triples, respectivamente (Gutiérrez et al., 2009).

La longitud de la cadena también desempeña un papel fundamental en la reactividad y el estado físico de estos compuestos. Los hidrocarburos alifáticos de cadena corta, como el metano y el etano, son gases a temperatura ambiente, mientras que los de cadena más larga, como el hexano y el octano, se encuentran en estado líquido y son ampliamente utilizados como combustibles. Estas características estructurales permiten relacionar los hidrocarburos alifáticos con productos de uso cotidiano, facilitando su aplicación en contextos como los combustibles domésticos y la industria petroquímica (Gutiérrez et al., 2009).

Para una mejor comprensión, se puede observar en la siguiente tabla cómo la estructura y el tipo de enlace afectan algunas propiedades físicas de los hidrocarburos alifáticos:

Tabla 1. Propiedades Físicas y Usos Comunes de los Hidrocarburos Alifáticos.

Tipo de Hidrocarburos	Ejemplos	Estado físico (a temperatura ambiente)	Punto de ebullición (°C)	Uso común
Alcano	Metano (CH ₄)	Gas	-161.5	Gas doméstico
Alqueno	Eteno (C ₂ H ₄)	Gas	-104	Síntesis de plásticos

Alquino	Acetileno (C ₂ H ₂)	Gas	-84	Corte y soldadura
---------	---	-----	-----	----------------------

Nota: Tabla elaborada con base en los conceptos de McMurry (2008) y Gutiérrez et al. (2009).

- **Nomenclatura.**

La nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos se basa en un sistema de reglas establecido por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Estas reglas permiten nombrar de manera sistemática compuestos como los alcanos, alquenos y alquinos, facilitando así la identificación y comunicación de las estructuras moleculares en un contexto científico. En el caso de los alcanos, el nombre se deriva de la longitud de la cadena de carbonos, agregando el sufijo “-ano” al nombre correspondiente; por ejemplo, el metano (CH₄) y el etano (C₂H₆) son alcanos simples con una y dos unidades de carbono, respectivamente (McMurry, 2008).

Para los alquenos y alquinos, la nomenclatura incluye además la posición del enlace doble o triple, lo cual se indica numéricamente en el nombre del compuesto. Por ejemplo, el but-1-eno (CH₂=CH-CH₂-CH₃) tiene un doble enlace en el primer carbono, mientras que el but-2-eno (CH₃-CH=CH-CH₃) tiene el doble enlace en el segundo carbono. Este enfoque ayuda a especificar las diferentes configuraciones estructurales posibles en los hidrocarburos insaturados (Gutiérrez et al., 2009).

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de la nomenclatura de alcanos, alquenos y alquinos, con sus fórmulas moleculares y estructuras simplificadas para facilitar su identificación:

Tabla 2. Ejemplos de Nomenclatura de Hidrocarburos Alifáticos.

Tipo de Hidrocarburo	Nombre IUPAC	Fórmula Molecular	Estructura Simplificada
Alcano	Metano	CH ₄	CH ₄
Alcano	Etano	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃
Alqueno	Eteno	C ₂ H ₄	CH ₂ =CH ₂
Alqueno	But-1-eno	C ₄ H ₈	CH ₂ =CH-CH ₂ - CH ₃
Alquino	Etino	C ₂ H ₂	HC≡CH
Alquino	But-1-ino	C ₄ H ₆	HC≡C-CH ₂ -CH ₃

Nota: Tabla elaborada con base en los conceptos de McMurry (2008) y Gutiérrez et al. (2009).

Esta tabla muestra cómo se aplican las reglas de nomenclatura de la IUPAC para nombrar los distintos tipos de hidrocarburos alifáticos en función de su estructura y tipo de enlace. En el contexto educativo, esta clasificación permite a los estudiantes identificar y construir fórmulas moleculares y estructurales, reforzando su comprensión a través de la visualización y el uso de herramientas digitales como Molecular Constructor.

5.2. APLICACIONES DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS EN LA VIDA COTIDIANA

Los hidrocarburos alifáticos tienen una presencia notable en productos de uso cotidiano, debido a sus propiedades físicas y químicas específicas que los hacen útiles en diversas aplicaciones industriales y domésticas. Por ejemplo, los alcanos de cadena corta como el metano y el propano se emplean comúnmente como combustibles domésticos y comerciales. El metano (CH₄), principal componente del

gas natural, se utiliza para cocinar y calentar, mientras que el propano (C_3H_8) es popular en sistemas de calefacción y en cilindros portátiles para cocinar en exteriores (McMurry, 2008).

Los alquenos también son ampliamente utilizados, particularmente en la industria de los polímeros. El eteno (C_2H_4), también conocido como etileno, es un alqueno básico para la síntesis de polietileno, uno de los plásticos más comunes, empleado en envases, bolsas y otros productos de uso cotidiano (Gutiérrez et al., 2009).

Los alquinos, como el acetileno (C_2H_2), tienen aplicaciones en el corte y soldadura de metales, debido a la alta temperatura que alcanzan al arder en presencia de oxígeno. Además, algunos hidrocarburos alifáticos de cadena larga se emplean en la fabricación de productos de limpieza, solventes y lubricantes, resaltando su versatilidad en el ámbito industrial (McMurry, 2008).

Al integrar el estudio de estos compuestos en un contexto familiar para los estudiantes, el presente proyecto busca facilitar el aprendizaje al relacionar los conceptos teóricos de la química orgánica con objetos y productos que los estudiantes encuentran en su vida diaria. Esta estrategia contextualizada permite un aprendizaje más significativo y contribuye a que los estudiantes valoren la química como una ciencia aplicada y relevante para su entorno (Gutiérrez et al., 2009).

5.3. USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

La incorporación de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química ha demostrado ser una estrategia eficaz para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar la participación de los estudiantes. En particular, el uso de aplicaciones de modelado molecular en 3D, como Molecular

Constructor, permite a los estudiantes visualizar y manipular modelos moleculares, transformando el aprendizaje de la química en una experiencia interactiva y accesible. Según Altamirano (2020), el uso de tecnologías educativas en la enseñanza de la química mejora significativamente el proceso de aprendizaje, ya que permite a los estudiantes interactuar directamente con representaciones visuales de las moléculas, ayudándolos a comprender estructuras complejas.

Este tipo de herramientas es especialmente valioso en contextos donde no se dispone de un laboratorio físico, como en el caso del Colegio Andino en Tunja, donde se desarrolla este proyecto. La carencia de instalaciones para prácticas experimentales puede limitar el aprendizaje práctico de la química, lo cual es esencial para entender conceptos como la estructura y reactividad de los hidrocarburos alifáticos. Las aplicaciones digitales permiten compensar esta limitación, proporcionando un entorno de aprendizaje virtual donde los estudiantes pueden manipular y observar las estructuras moleculares de manera segura y repetida (López & Ramírez, 2021).

5.4. APLICACIÓN DIGITAL “MOLECULAR CONSTRUCTOR”.

La aplicación Molecular Constructor es una herramienta digital de modelado molecular tridimensional que permite construir, visualizar y optimizar estructuras moleculares en 3D de manera interactiva. Fue desarrollada por Alexander Teplukhin y se encuentra disponible de forma gratuita, sin requerir suscripción ni pagos adicionales. La versión móvil puede descargarse tanto para el sistema operativo Android como para iOS, y su instalación no demanda grandes recursos de memoria, ya que ocupa aproximadamente 1,17 MB. En el caso de Android, la aplicación funciona correctamente a partir de la versión 5.0 (Lollipop), mientras que para iOS requiere una versión mínima 12.0. Su interfaz es intuitiva y está diseñada para favorecer el aprendizaje autónomo del estudiante, facilitando la representación

tridimensional de moléculas orgánicas e inorgánicas, el reconocimiento de los tipos de enlace y la visualización de ángulos y geometrías moleculares (Teplukhin, s. f.).

Asimismo, el desarrollador ofrece una versión de escritorio con características avanzadas para equipos con sistemas operativos Windows, macOS y Linux, aunque no especifica de manera detallada los requerimientos técnicos en cuanto al consumo de memoria o velocidad de procesamiento. En el contexto educativo, su uso resulta pertinente para la enseñanza de la química orgánica, ya que posibilita la construcción y análisis de compuestos como los hidrocarburos alifáticos, permitiendo que los estudiantes comprendan la estructura molecular y la relación entre la forma tridimensional y las propiedades físicas y químicas de las sustancias. El acceso gratuito y multiplataforma de la aplicación Molecular Constructor la convierte en un recurso didáctico accesible, dinámico y coherente con las tendencias actuales de integración de herramientas TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Gutiérrez et al., 2009; McMurry, 2012; Teplukhin, s. f.).

El uso de Molecular Constructor permite que los estudiantes construyan moléculas en un espacio tridimensional, lo que facilita la comprensión de las relaciones espaciales y las propiedades de los hidrocarburos alifáticos. Al observar los modelos 3D de los compuestos, los estudiantes pueden relacionar la estructura molecular con la nomenclatura IUPAC y entender la importancia de los diferentes tipos de enlaces en la química orgánica (Gutiérrez et al., 2009). Esta aplicación también fomenta el aprendizaje autónomo y colaborativo, ya que los estudiantes pueden explorar y experimentar a su propio ritmo, favoreciendo un aprendizaje más profundo y significativo (Altamirano, 2020).

5.5. APRENDIZAJE Y COMPRESIÓN EN EL CONTEXTO EDUCATIVO.

En el marco de esta investigación, se entiende el aprendizaje como un proceso activo y constructivo mediante el cual los estudiantes integran nuevos conocimientos a partir de sus experiencias previas, reorganizando y enriqueciendo su estructura cognitiva. Este enfoque se fundamenta en la teoría constructivista de Piaget (1983), quien plantea que el aprendizaje surge de la interacción entre el conocimiento previo del estudiante y la nueva información, facilitando así la construcción de significados más complejos.

Esta perspectiva es particularmente relevante en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los hidrocarburos alifáticos, en tanto exige que los estudiantes comprendan no solo las estructuras moleculares, sino también su nomenclatura, propiedades y aplicaciones. Desde esta visión, el aprendizaje implica una transformación del conocimiento, no una mera acumulación de datos.

Por otro lado, la presente tesis adopta la definición de comprensión propuesta por Perkins (1992), quien la concibe como la capacidad de utilizar el conocimiento de forma flexible y significativa en diferentes contextos. Comprender implica poder explicar, aplicar, interpretar y justificar el conocimiento, más allá de recordarlo.

En este sentido, la comprensión se evidencia cuando el estudiante puede, por ejemplo, construir una molécula alifática en una aplicación digital, identificar su tipo de cadena, asignarle correctamente un nombre IUPAC y establecer su relación con sustancias presentes en la vida cotidiana.

Ambos conceptos —aprendizaje y comprensión— están profundamente interrelacionados en esta investigación. El aprendizaje contextualizado, mediado por el uso de herramientas digitales como Molecular Constructor, busca generar una comprensión significativa de los hidrocarburos alifáticos, asegurando que el

conocimiento adquirido trascienda lo teórico y pueda ser aplicado en situaciones reales.

5.5.1. Aprendizaje Significativo y contextualizado.

El aprendizaje significativo, según Ausubel (2000), ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustancial y no arbitraria con los saberes previos del estudiante. Esto implica que el aprendizaje no se base en la simple memorización, sino en la comprensión profunda y la reorganización del conocimiento dentro de las estructuras cognitivas existentes. Díaz-Barriga (2006) complementa este planteamiento al afirmar que la mediación pedagógica y el diseño intencional de actividades permiten que los estudiantes encuentren sentido en los contenidos, favoreciendo una construcción activa del conocimiento.

Por su parte, el aprendizaje contextualizado se fundamenta en vincular los contenidos académicos con situaciones y experiencias del entorno del estudiante. Hernández (2006) sostiene que contextualizar los contenidos permite superar la enseñanza desarticulada y facilita que los estudiantes perciban la utilidad real de los conceptos aprendidos. A su vez, Perkins (1992) resalta que situar el aprendizaje en problemas auténticos incrementa la motivación y promueve la transferencia del conocimiento hacia situaciones reales.

La presente investigación integra ambos enfoques, ya que la unidad didáctica permitió que los estudiantes relacionaran los conceptos abstractos de los hidrocarburos alifáticos con productos y situaciones de su vida diaria, mientras construían significados nuevos a partir de lo que ya conocían. Actividades como el modelado molecular en Molecular Constructor, la identificación de hidrocarburos en sustancias cotidianas y la elaboración de portafolios posibilitaron que los estudiantes comprendieran la relevancia y aplicabilidad del contenido, dando

respuesta al objetivo específico 2, al favorecer simultáneamente un aprendizaje significativo y contextualizado.

5.5.2. Teorías pedagógicas.

- **Constructivismo**

La teoría del aprendizaje constructivista, propuesta por autores como Jean Piaget y Lev Vygotsky, sostiene que los estudiantes construyen activamente su propio conocimiento al relacionar la información nueva con experiencias y conocimientos previos. En el contexto de la enseñanza de la química, el constructivismo se aplica al aprendizaje de conceptos abstractos como la estructura y propiedades de los hidrocarburos alifáticos, facilitando la comprensión mediante experiencias que los estudiantes pueden conectar con su vida cotidiana (Martínez & Gómez, 2020). Esta teoría es particularmente relevante en este proyecto, ya que se utilizan herramientas digitales como *Molecular Constructor* para representar moléculas en 3D. La visualización tridimensional permite a los estudiantes construir su comprensión de los enlaces y estructuras de los hidrocarburos, relacionando el contenido con aplicaciones prácticas y familiares.

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque pedagógico que implica a los estudiantes en el desarrollo de proyectos que integran teoría y práctica, promoviendo el aprendizaje activo y autónomo. El ABP motiva a los estudiantes al permitirles explorar problemas reales y aplicables, relacionando los contenidos curriculares con proyectos de interés práctico. En este proyecto, el ABP permite a los estudiantes construir modelos de hidrocarburos alifáticos relacionados con productos cotidianos, como combustibles y productos de limpieza, logrando que comprendan mejor los conceptos de estructura molecular y nomenclatura de estos compuestos (Altamirano, 2020). La metodología ABP facilita la conexión entre teoría

y práctica, y fomenta en los estudiantes una actitud crítica hacia la química, reconociendo su relevancia en el entorno y en problemas sociales y ambientales actuales.

5.5.3. Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la Enseñanza de la Química.

- **Principios del Enfoque CTS**

El enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) se basa en la enseñanza de la ciencia en un contexto social y tecnológico, buscando desarrollar en los estudiantes una conciencia crítica sobre el papel de la ciencia en la vida cotidiana y su impacto en el desarrollo social y ambiental. El enfoque CTS promueve una comprensión de la ciencia como una disciplina aplicada, donde el conocimiento científico tiene implicaciones prácticas y éticas en la sociedad (Casola, 2021). Este enfoque se centra en fomentar en los estudiantes un aprendizaje crítico y contextualizado, que les permita comprender el impacto de la ciencia en su entorno y reflexionar sobre el uso responsable de los recursos y las tecnologías.

- **Aplicación del Enfoque CTS en la Enseñanza de los Hidrocarburos Alifáticos**

En este proyecto, el enfoque CTS se aplicó en la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos para promover una comprensión crítica de la química orgánica, vinculándola a la vida cotidiana de los estudiantes. Al analizar productos que contienen hidrocarburos, como los combustibles y ciertos productos de limpieza, los estudiantes pueden reflexionar sobre el impacto ambiental y social de su uso, desarrollando una perspectiva ética y responsable hacia el consumo y los recursos naturales (López & Ramírez, 2021). Esta aplicación del enfoque CTS permite que los estudiantes vean la química como una disciplina relevante y útil, donde los

conocimientos adquiridos no solo se aplican en el aula, sino que también tienen un impacto real en su vida y en el medio ambiente.

5.6. PRODUCTOS COTIDIANOS DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS.

En la unidad didáctica se trabajaron ejemplos de productos cotidianos que contienen compuestos derivados de los hidrocarburos alifáticos, con el fin de relacionar los conceptos teóricos con su aplicación práctica. Estos ejemplos facilitaron la comprensión de la estructura molecular, las propiedades físico-químicas y los usos de estas sustancias en la vida diaria (Gutiérrez et al., 2009; McMurry, 2012).

- **Combustibles**

Entre los combustibles analizados se incluyeron la gasolina, el gas licuado de petróleo (GLP) y el diésel. La gasolina está compuesta por mezclas de hidrocarburos, principalmente octano (C_8H_{18}), y se emplea en motores de combustión. El GLP contiene propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}), y se utiliza como fuente doméstica de energía. El diésel está formado por alcanos de cadena larga (C_{12} – C_{18}) y se usa en motores de alta compresión (Petrucci, Herring, Madura & Bissonnette, 2017). Estos ejemplos permitieron comprender cómo la longitud de la cadena hidrocarbonada influye en la energía liberada y en las propiedades de combustión.

- **Productos de limpieza**

También se seleccionaron productos de limpieza como el jabón artesanal elaborado con aceite usado, el detergente líquido y el alcohol antiséptico. El jabón se obtiene mediante la reacción de saponificación entre un aceite y una base fuerte, formando sales orgánicas biodegradables (Pérez & Rojas, 2018). El detergente, derivado de alcanos sulfonados, posee una estructura que facilita la eliminación de grasas. El alcohol antiséptico contiene etanol (C_2H_5OH), un alcohol alifático empleado como

desinfectante (Chang & Goldsby, 2016). Estos productos ayudaron a comprender la relación entre estructura química y función, promoviendo además el cuidado ambiental mediante el uso responsable de compuestos derivados de hidrocarburos.

6. MARCO LEGAL DE LA UNIDAD DIDÁCTICA VIRTUAL.

La presente unidad didáctica virtual se enmarca en los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, orientados al fortalecimiento de las competencias científicas y digitales en los estudiantes de educación media. La virtualidad permite integrar herramientas tecnológicas como la aplicación Molecular Constructor, favoreciendo el aprendizaje activo y la comprensión significativa de los hidrocarburos alifáticos mediante el uso de recursos interactivos. De igual manera, el desarrollo de esta investigación se sustenta en un conjunto de disposiciones normativas colombianas que respaldan el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación básica y media, así como la implementación de metodologías activas y recursos digitales para el fortalecimiento de los aprendizajes, promoviendo la innovación pedagógica y el desarrollo de competencias del siglo XXI en concordancia con las políticas nacionales de educación y ciencia.

En primer lugar, la Ley 115 de 1994 o Ley General de Educación establece que la educación debe propiciar el desarrollo integral del estudiante y promover la incorporación de los avances tecnológicos al proceso de enseñanza-aprendizaje (Congreso de Colombia, 1994). Este principio sirvió de base para incorporar herramientas digitales como el Molecular Constructor en la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos.

La Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019, regula el uso de las TIC en Colombia y promueve su acceso, uso y apropiación para el desarrollo social y educativo, incentivando la implementación de contenidos digitales y plataformas tecnológicas (Congreso de Colombia, 2009; Congreso de Colombia, 2019).

En concordancia, la Ley 2119 de 2021 fomenta el fortalecimiento de las competencias digitales en docentes y estudiantes, estableciendo que las TIC deben

integrarse de manera pedagógica en las prácticas educativas, con el fin de responder a los retos de la educación en la era digital (Congreso de Colombia, 2021).

Más recientemente, la Ley 2420 de 2024 reconoció la educación híbrida y digital como modalidades válidas en el sistema educativo colombiano, exigiendo que se garantice la calidad, la equidad y la pertinencia de los contenidos en entornos virtuales. Esta ley también impulsa el uso de metodologías activas e interactivas en el diseño curricular (Congreso de Colombia, 2024).

Por su parte, la Resolución 015177 de 2022 del Ministerio de Educación Nacional estableció las condiciones para la oferta de programas virtuales en educación básica y media, con lineamientos sobre el diseño de contenidos digitales, la evaluación formativa, la accesibilidad y el acompañamiento pedagógico (MEN, 2022).

Finalmente, el Decreto 1336 de 2020 definió directrices para el uso responsable y seguro de herramientas digitales en los ambientes educativos, garantizando la protección de los estudiantes y la calidad de los procesos de enseñanza virtual (Presidencia de la República, 2020).

Estas disposiciones constituyeron el marco legal que sustentó la creación e implementación de la unidad didáctica virtual desarrollada en esta investigación, asegurando su coherencia con las políticas nacionales de transformación digital e innovación pedagógica.

Tabla 3. Resumen del marco legal aplicable a la unidad didáctica virtual.

Norma	Año	Enfoque principal	Relación con la investigación
Ley 115	1994	Ley General de Educación	Promueve el uso de avances tecnológicos en el proceso educativo.
Ley 1341	2009	Uso y regulación de las TIC	Incentiva la apropiación de TIC en la educación.

Ley 1978	2019	Modernización sector TIC	Fortalece el acceso y uso educativo de las TIC.
Ley 2119	2021	Competencias digitales	Obliga a integrar las TIC pedagógicamente en la educación.
Ley 2420	2024	Educación híbrida y digital	Reconoce y regula las modalidades virtuales en educación.
Resolución 015177	2022	Oferta de programas virtuales	Define condiciones para el diseño de contenidos digitales y su evaluación.
Decreto 1336	2020	Seguridad digital educativa	Regula el uso responsable de herramientas digitales en entornos educativos.

Nota: Elaboración propia a partir de la revisión de la normativa educativa y tecnológica vigente en Colombia.

7. DISEÑO METODOLÓGICO.

7.1. RECURSOS

Para implementar esta tesis sobre la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos, se requirieron diversos recursos tecnológicos y educativos. En cuanto a los recursos tecnológicos, se destacó el uso de la aplicación Molecular Constructor, una herramienta gratuita disponible en la Play Store que permitió a los estudiantes construir modelos moleculares en 3D. Para utilizarla, los estudiantes necesitaron acceso a dispositivos electrónicos como tabletas o smartphones, así como una conexión a internet para descargar la aplicación y acceder a otros recursos digitales complementarios.

Dentro de los recursos educativos virtuales, se emplearon materiales digitales como fichas interactivas y guías en formato electrónico que abordaron la estructura, nomenclatura y propiedades de los hidrocarburos alifáticos, adaptadas a un enfoque práctico y contextualizado. Asimismo, se aplicaron encuestas y cuestionarios en línea para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes antes y después de la implementación de la metodología, con el propósito de medir el impacto del uso de herramientas digitales en el aprendizaje de la química. Además, mediante el uso de plataformas virtuales y la aplicación Molecular Constructor, los estudiantes pudieron construir y visualizar modelos moleculares en tres dimensiones, favoreciendo la comprensión de los conceptos de manera autónoma y dinámica en el entorno virtual.

El recurso humano fue fundamental para el éxito de la tesis. El docente cumplió el rol de facilitador, orientando y guiando a los estudiantes en el uso de la aplicación y en la comprensión de la teoría que respaldó la práctica. En caso de dificultades técnicas, contar con un asistente técnico resultó beneficioso para garantizar una dinámica de clase fluida, especialmente al manejar dispositivos móviles y

herramientas digitales. Estos recursos permitieron una integración efectiva de la tecnología en el aprendizaje de la química, apoyando el desarrollo de una comprensión profunda y significativa de los hidrocarburos alifáticos.

8. METODOLOGÍA

8.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La investigación se enmarcó en un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo) con diseño de tipo diseño–desarrollo y corte interpretativo–descriptivo, cuyo propósito fue la construcción e implementación de una unidad didáctica virtual orientada a la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos a partir de sustancias presentes en el contexto cotidiano de los estudiantes de grado undécimo. Este enfoque permitió analizar tanto los aspectos descriptivos e interpretativos relacionados con las percepciones, experiencias y construcciones de sentido de los participantes, como los aspectos cuantitativos derivados del análisis de los instrumentos aplicados (rúbricas, cuestionarios y coevaluaciones).

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque mixto combina la fortaleza del análisis cualitativo para comprender los fenómenos en su contexto natural con la del análisis cuantitativo para obtener datos medibles que complementan e interpretan los hallazgos. En este caso, el componente cualitativo permitió interpretar las experiencias de los estudiantes frente al uso de herramientas digitales y la contextualización del aprendizaje, mientras que el componente cuantitativo posibilitó medir el impacto de la propuesta a través de los resultados obtenidos en los instrumentos de evaluación.

El diseño de la unidad se desarrolló bajo el modelo instruccional ADDIE (Molenda, 2003), ampliamente utilizado para la planificación de propuestas educativas, especialmente en entornos virtuales. Este modelo comprende cinco fases que se articularon de la siguiente manera:

- **Análisis:** Se aplicó un diagnóstico inicial mediante Google Forms para identificar los saberes previos de los estudiantes, su acceso a herramientas

tecnológicas y sus conocimientos sobre sustancias químicas cotidianas que contienen hidrocarburos.

- **Diseño:** Se planificaron ocho sesiones con objetivos claros, actividades interactivas, recursos digitales y estrategias de evaluación integradas en un entorno virtual (Google Sites).
- **Desarrollo:** Se elaboraron guías teóricas, infografías, modelos moleculares y formularios digitales, asegurando principios de accesibilidad y navegabilidad. Para el modelado de compuestos se utilizó la aplicación Molecular Constructor, que permitió representar digitalmente estructuras de hidrocarburos alifáticos de forma precisa y didáctica.
- **Implementación:** La unidad fue aplicada a través de Google Sites, combinando actividades asincrónicas, trabajo colaborativo y el uso de herramientas digitales como Molecular Constructor para el modelado de moléculas y Canva para el diseño de infografías.
- **Evaluación:** Se emplearon rúbricas, coevaluaciones y cuestionarios para valorar tanto los productos elaborados como los procesos de aprendizaje, permitiendo realizar un análisis mixto que integró resultados descriptivos y cuantitativos.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Thomas, 2000) orientó la metodología de trabajo, planteando un reto principal: identificar hidrocarburos presentes en productos del hogar, representarlos digitalmente y socializar la información mediante infografías. Este enfoque fomentó el desarrollo de competencias científicas, digitales y comunicativas, además de una actitud crítica frente al papel de la química en la vida diaria.

Asimismo, se incorporaron principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (CAST, 2018) para garantizar que todos los estudiantes tuvieran la oportunidad de acceder y participar en las actividades. Esto incluyó el uso de múltiples formatos de presentación (guías escritas, modelos 3D en Molecular Constructor, videos), diversas formas de expresión (infografías, construcciones digitales, exposiciones) y estrategias para mantener la motivación (trabajo en equipo, retos y reflexiones colectivas).

8.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se adopta un diseño metodológico de investigación–acción educativa, dado que parte de una problemática identificada en el aula y propone una intervención pedagógica (la unidad didáctica) que fue planeada, aplicada, reflexionada y ajustada con base en su impacto. Este tipo de investigación resulta pertinente para los procesos de transformación educativa, ya que permite al docente–investigador analizar de manera crítica su práctica e introducir cambios significativos que respondan a las necesidades del contexto (Restrepo, 2014).

La combinación del enfoque mixto con la investigación–acción educativa permitió obtener una comprensión integral del proceso, articulando la reflexión cualitativa sobre las experiencias de los estudiantes con el análisis cuantitativo de los resultados obtenidos, fortaleciendo así la validez de los hallazgos y la aplicabilidad de la propuesta en escenarios reales de enseñanza de la química.

8.3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se realizó mediante un enfoque mixto, integrando procedimientos descriptivos cualitativos y cuantitativos, con el fin de obtener una visión completa del impacto pedagógico de la unidad didáctica virtual implementada.

Desde la perspectiva cualitativa, se llevó a cabo una descripción e interpretación de las experiencias y percepciones de los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica. Para ello, se analizaron las producciones académicas (infografías, modelos moleculares y reflexiones), los registros de observación y las coevaluaciones, identificando patrones, categorías y evidencias relacionadas con la comprensión conceptual y la apropiación de los contenidos. Este análisis permitió comprender cómo los estudiantes construyeron el conocimiento y de qué manera el uso de herramientas digitales y la contextualización influyeron en su aprendizaje.

Por su parte, desde el componente cuantitativo, se procesaron los datos obtenidos en los cuestionarios diagnósticos y de evaluación final, así como en las rúbricas de desempeño, para determinar los avances alcanzados en la comprensión y aplicación de la nomenclatura y estructura de los hidrocarburos alifáticos. Los resultados se organizaron en tablas y gráficos que facilitaron la comparación entre los momentos inicial y final, evidenciando el progreso de los estudiantes.

El análisis mixto permitió triangular la información, contrastando los resultados descriptivos con los datos numéricos, lo cual fortaleció la validez de los hallazgos. Esta integración metodológica posibilitó una comprensión más profunda de los efectos de la propuesta didáctica, al considerar tanto los aspectos cuantificables del aprendizaje como las experiencias significativas expresadas por los participantes.

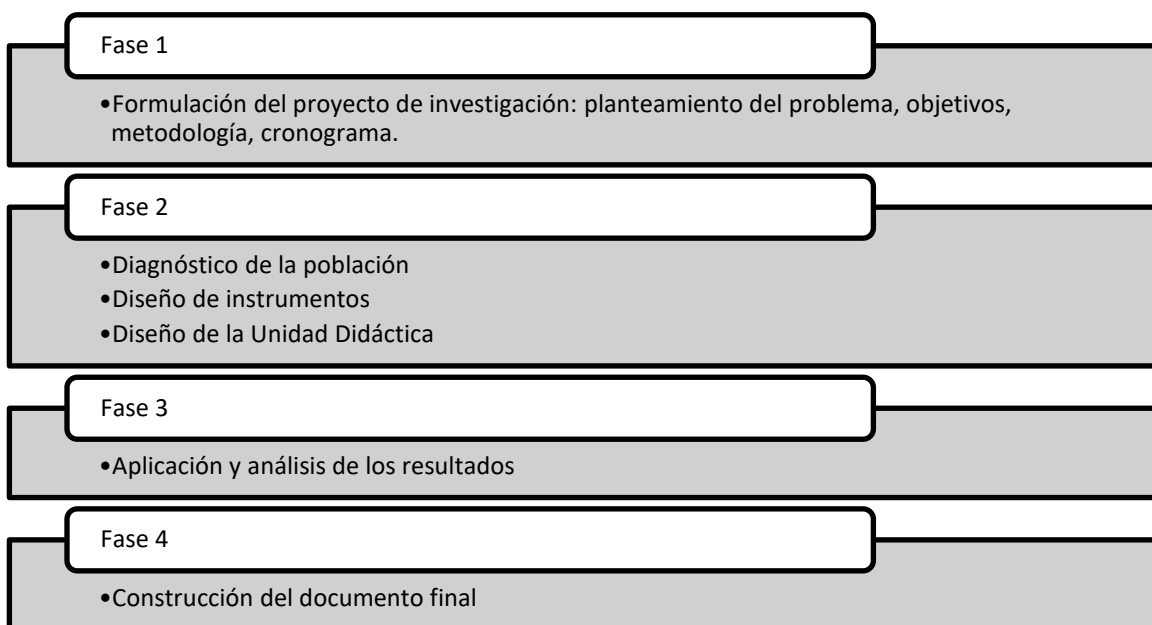
8.4. PARTICIPANTES

Los participantes de este estudio son estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Colegio Andino en Tunja (Boyacá), quienes forman parte de una muestra intencionada, dado que se seleccionan por ser el grupo directamente beneficiado del proyecto. El grupo está conformado por 21 estudiantes, entre los 15 y 17 años, con los cuales se trabajó durante un mes del calendario académico.

9. FASES METODOLÓGICAS.

La metodología se realizó mediante el desarrollo de las siguientes fases:

Ilustración 2. Fases metodológicas.



Fuente: Elaboración propia (2025).

9.1. FASE 1. FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

En esta fase se definió el problema de investigación a partir de observaciones previas en el aula de clase y dificultades reportadas por los estudiantes frente a la comprensión de los hidrocarburos alifáticos. Se establecieron los objetivos generales y específicos del estudio, se seleccionó el enfoque metodológico y se elaboró el cronograma de trabajo. Esta formulación se orientó desde los lineamientos propuestos por Sampieri, Collado y Lucio (2014), quienes recomiendan estructurar toda investigación educativa con una base teórica y metodológica clara que guíe la implementación.

9.2. FASE 2. DISEÑO DE INSTRUMENTOS.

Esta fase consistió en aplicar una encuesta diagnóstica a los 21 estudiantes para conocer su nivel de familiaridad con conceptos de química orgánica, su acceso a recursos tecnológicos y su experiencia con herramientas digitales. El instrumento fue validado previamente con apoyo de docentes del área y ajustado con base en observaciones piloto.

Adicionalmente, se diseñaron las rúbricas de evaluación, las guías de trabajo y los formularios digitales que acompañarían el desarrollo de la unidad didáctica, los cuales fueron organizados en una plataforma virtual diseñada en Google Sites.

9.3. FASE 3. APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA Y RECOLECCIÓN DE DATOS.

Durante esta fase se aplicó la unidad didáctica basada en ABP, la cual se dividió en cuatro semanas con dos sesiones semanales. Cada sesión contempló actividades como lectura de casos, construcción de moléculas en Molecular Constructor, diseño de infografías en Canva y desarrollo de productos finales por parte de los estudiantes.

La recolección de información se realizó mediante múltiples instrumentos: encuestas, rúbricas, productos digitales entregados por los estudiantes, cuestionarios en Google Forms y observaciones del docente durante el proceso. Estos datos fueron sistematizados y analizados cualitativamente, permitiendo evidenciar avances en la comprensión de los conceptos abordados.

9.4. FASE 4. ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN DEL TRABAJO FINAL.

Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos con base en las evidencias recolectadas durante el proceso. Se contrastaron los hallazgos con la literatura revisada en el marco teórico y se establecieron conclusiones sobre la pertinencia del uso de herramientas digitales y metodologías activas en la enseñanza de la química. A partir de ello, se redactó el informe final con todos los apartados exigidos por la maestría, incluyendo la sistematización de experiencias, el análisis de la unidad didáctica y la reflexión pedagógica del docente-investigador.

10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Este capítulo presenta el proceso de aplicación y análisis de los resultados obtenidos durante la implementación de la unidad didáctica virtual sobre los hidrocarburos alifáticos, diseñada para estudiantes de grado undécimo del Colegio Andino de Tunja. Los resultados aquí expuestos corresponden al desarrollo de las fases 2 y 3 de la metodología de investigación, que comprenden, respectivamente, el diagnóstico de la población y la validación de instrumentos, y la aplicación y evaluación de la propuesta didáctica, conforme al modelo instruccional ADDIE y al enfoque mixto adoptado en este estudio.

En este apartado se describen y analizan las acciones desarrolladas desde el diagnóstico inicial hasta la validación del material didáctico, abarcando la aplicación de instrumentos, la virtualización de los contenidos, la ejecución de la propuesta y la valoración de su impacto en el aprendizaje. Los resultados integran tanto el análisis descriptivo cualitativo, centrado en las experiencias y percepciones de los estudiantes, como el análisis cuantitativo, derivado del procesamiento de los datos obtenidos en cuestionarios, rúbricas y coevaluaciones.

En este sentido, el análisis de resultados se estructura en dos momentos: el primero, correspondiente a la fase 2, presenta los hallazgos derivados del diagnóstico de la población y del proceso de validación de los instrumentos de recolección de información; y el segundo, correspondiente a la fase 3, aborda la implementación de la unidad didáctica y la evaluación del aprendizaje. En conjunto, estos resultados permiten evidenciar los avances alcanzados en la comprensión conceptual de los hidrocarburos alifáticos y en el uso pedagógico de herramientas digitales como Molecular Constructor, fortaleciendo el desarrollo de competencias científicas y digitales en los participantes.

10.1. DIAGNÓSTICO DE LA POBLACIÓN – ENCUESTA VALIDADA

Para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre los hidrocarburos alifáticos y su relación con productos de uso cotidiano, se aplicó una encuesta diagnóstica de tipo mixto (preguntas cerradas y abiertas) a un grupo de estudiantes de grado undécimo. Este instrumento permitió reconocer tanto las concepciones iniciales relacionadas con la temática, como las actitudes hacia el uso de herramientas digitales en los procesos de aprendizaje de la química.

La encuesta fue sometida a un proceso de validación de contenido por parte de un docente magíster en Lingüística Aplicada a la Enseñanza del Lenguaje, quien evaluó la claridad, coherencia y pertinencia de los ítems, así como la adecuación del lenguaje empleado para el nivel académico de los estudiantes. Su revisión permitió mejorar la redacción y garantizar la comprensión lectora de cada pregunta.

Los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de los estudiantes presentaban un conocimiento básico sobre los hidrocarburos, pero con dificultades para diferenciar sus tipos, estructuras y aplicaciones cotidianas. Sin embargo, se evidenció una actitud positiva hacia el uso de recursos tecnológicos y el aprendizaje mediado por herramientas digitales, lo que permitió proyectar una buena aceptación de la unidad didáctica virtual.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los principales resultados de la encuesta diagnóstica aplicada:

Tabla 4. Principales resultados de la encuesta diagnóstica.

Aspecto evaluado	Resultado general (%)	Interpretación
Acceso a internet y dispositivos tecnológicos	100 %	Todos los estudiantes disponen de recursos digitales para el desarrollo virtual.

Dificultad para comprender la nomenclatura química	61.9 %	La mayoría presenta vacíos conceptuales sobre la clasificación de hidrocarburos.
Percepción del aprendizaje como memorístico	47.6 %	Casi la mitad de los estudiantes aprende sin relacionar con contextos reales.
Interés en aprender con recursos digitales	81 %	Alta motivación hacia metodologías mediadas por herramientas TIC.
Conocimiento previo sobre hidrocarburos alifáticos	33.3 %	Pocos estudiantes tienen bases sólidas en el tema objeto de estudio.

Nota: Elaboración propia (2025)

Los resultados evidencian que, aunque existe un nivel medio de comprensión conceptual, la mayoría de los estudiantes presentan vacíos teóricos en la identificación y clasificación de los hidrocarburos. No obstante, el alto nivel de disposición hacia el uso de herramientas digitales constituye una oportunidad pedagógica para fortalecer el aprendizaje mediante el uso de la aplicación Molecular Constructor.

El instrumento completo, junto con la versión validada y los ítems originales de la encuesta, se encuentra en el Anexo A del presente trabajo.

10.2. RESULTADOS DE LA FASE 2: DISEÑO DE INSTRUMENTOS

El diseño de los instrumentos constituyó una etapa fundamental (fase 2) en el desarrollo de la unidad didáctica virtual orientada a la enseñanza de los hidrocarburos alifáticos. Estos instrumentos fueron elaborados para responder a los objetivos de la investigación y facilitar la recolección de información sobre el proceso de aprendizaje, la apropiación de los contenidos y la percepción de los estudiantes frente al uso de herramientas digitales.

Cada uno de los instrumentos se diseñó bajo la modalidad virtual, en coherencia con la naturaleza de la unidad didáctica. Su desarrollo se realizó mediante plataformas y recursos digitales como Google Forms, Google Docs, Google Slides y Google Sheets, lo cual permitió garantizar la accesibilidad, la interacción y la sistematización de la información. Esta modalidad favoreció el trabajo autónomo, el aprendizaje activo y la participación colaborativa de los 21 estudiantes del grado undécimo que participaron en la investigación.

Los instrumentos fueron validados previamente por la directora de tesis y un docente magíster del área de Lengua Castellana, quien realizó observaciones relacionadas con la redacción, la claridad semántica y la adecuación del lenguaje a la población estudiantil. Dicha validación permitió fortalecer la pertinencia y fiabilidad del proceso de recolección de información.

A continuación, se presenta una descripción general de la estructura de la unidad didáctica y de los instrumentos empleados:

Tabla 5. Estructura de la Unidad didáctica

Sesión	Nombre de la sesión	Propósito principal	TIPO DE INSTRUMENTO	Técnica aplicada	Recursos tecnológicos	Tiempo (Minutos)
1	Encuesta diagnóstica	Identificar conocimientos previos sobre hidrocarburos y manejo de herramientas digitales.	Cuestionario estructurado en línea. Diario de Campo	Diagnóstico inicial	Computador, celulares o tabletas. Internet	120
2	Guía de estudio de hidrocarburos	Orientar el aprendizaje teórico sobre estructura, nomenclatura y clasificación de hidrocarburos.	Guía digital:	Revisión y comprensión conceptual	Computador, celulares o tabletas. Internet	120
3	Guía práctica de Molecular Constructor	Facilitar el uso de la aplicación para construir modelos 3D de moléculas.	Guía interactiva digital	Aprendizaje práctico y visual	Computador, celulares o tabletas. Internet. Aplicación Molecular constructor.	120
	Actividad "Molecular Constructor"	Aplicar el conocimiento teórico mediante la modelación digital.	Actividad en línea	Experimentación y modelado	Aplicación Google Sites	120
4	Registro de hidrocarburos en productos de uso cotidiano	Relacionar compuestos orgánicos con sustancias presentes en combustibles y productos de limpieza.	Formulario digital	Observación y análisis contextual	Computador, celulares o tabletas. Internet. Aplicación Molecular constructor. Aplicación Google Sites	120
5	Tabla comparativa	Sistematizar y comparar propiedades y usos de los hidrocarburos.	Hoja de cálculo digital. Infografía.	Organización y análisis de datos	Computador, celulares o tabletas. Internet. Aplicación Molecular constructor. Aplicación Google Sites	120
6	Cuestionario de cierre del proyecto	Evaluar percepciones, aprendizajes y valoración de la experiencia virtual.	Cuestionario estructurado en línea	Evaluación final	Computador, celulares o tabletas. Internet. Aplicación Molecular constructor. Aplicación Google Sites	120
7	Autoevaluación y coevaluación	Promover la reflexión individual y grupal sobre el proceso de aprendizaje.	Formularios digitales	Evaluación formativa	Computador, celulares o tabletas. Internet. Aplicación	120

					Molecular constructor. Aplicación Google Sites	
8	Cronograma de la unidad didáctica	Organizar y planificar las actividades desarrolladas durante la aplicación de clases de 4 horas a la semana	Documento digital	Planificación y seguimiento		120
Total del tiempo de aplicación de la unidad didáctica asumiendo dos clases semanales de dos horas cada una						960 minutos (16 horas o 1 mes)

Nota: Elaboración propia (2025)

10.3. RESULTADOS DE LA FASE 3: DISEÑO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

En este apartado se presentan los resultados derivados de la implementación de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor”. Se describen las características pedagógicas, digitales y estructurales de la propuesta, así como el desempeño de los estudiantes a lo largo de las diferentes sesiones. Para ello, se analizan los productos, las rúbricas, los cuestionarios y los instrumentos de autoevaluación y coevaluación aplicados, con el fin de evidenciar la evolución conceptual, procedimental y actitudinal de los participantes. Este análisis permite reconocer el impacto de la unidad didáctica en el aprendizaje significativo, el uso de herramientas TIC y la apropiación de los contenidos de química orgánica en contextos reales y cotidianos.

10.3.1. Generalidades de la unidad didáctica. Virtualización

La unidad didáctica se tituló “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” se desarrolló bajo un enfoque virtual y participativo, integrando herramientas digitales con metodologías activas que favorecieron el aprendizaje significativo de los estudiantes de grado undécimo. Este proceso se diseñó atendiendo a las orientaciones institucionales del modelo pedagógico ADDIE (Análisis, Diseño, Implementación y Evaluación), el cual permitió estructurar cada sesión de manera coherente con las necesidades y condiciones iniciales del grupo, reconociendo sus saberes previos y estilos de aprendizaje.

La propuesta fue diseñada y alojada en la plataforma Google Sites, donde se integraron los recursos didácticos elaborados —guías interactivas, infografías, modelos moleculares y formularios de evaluación—, los cuales conforman el producto final de esta investigación.

El acceso a la unidad didáctica virtual puede realizarse mediante el siguiente enlace:

<https://sites.google.com/view/unidadprofesorsergiojimenez/presentación>

Nota: Unidad didáctica virtual creada por el autor como producto del proyecto de investigación “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor”, 2025.

De igual manera, la propuesta se fundamentó en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), promoviendo la indagación, la construcción de conocimiento y la aplicación de los contenidos de química orgánica a situaciones cotidianas. Esta metodología permitió que los estudiantes asumieran un rol activo en su proceso de aprendizaje, fortaleciendo la autonomía, la creatividad y el trabajo colaborativo mediante el uso de la herramienta digital Molecular Constructor.

En el contexto de la educación mediada por TIC, la unidad se estructuró y digitalizó en formato virtual utilizando plataformas de apoyo institucional, integrando materiales interactivos, guías prácticas y actividades diseñadas para promover la comprensión conceptual y la aplicación práctica de los hidrocarburos alifáticos. Este diseño responde a los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (Decreto 1075 de 2015) y a las directrices del Plan Nacional TIC (MinTIC, 2018–2022), que fomentan la innovación educativa a través de la incorporación pedagógica de tecnologías digitales en el aula.

La propuesta se organizó en ocho sesiones articuladas bajo la estructura del modelo ADIE, en las cuales se abordaron las fases de análisis, diseño, implementación y evaluación. Cada sesión incluye:

- Una actividad central orientada al desarrollo de competencias científicas y la contextualización del contenido.
- Un instrumento de recolección de información (como guías de trabajo, cuestionarios o registros de observación) destinado a valorar el avance de los estudiantes.
- Una evaluación formativa, que permite retroalimentar los aprendizajes y ajustar el proceso pedagógico según las evidencias obtenidas.

A continuación, se presenta la descripción detallada de la virtualización de la unidad didáctica sesión por sesión, en la que se explican las actividades desarrolladas, los instrumentos aplicados y los resultados parciales observados durante la implementación.

10.3.2. SESIÓN 1. Introducción y diagnóstico.

La primera sesión de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” correspondió a la fase de Análisis del modelo instruccional ADDIE, cuyo propósito es identificar las condiciones iniciales de los estudiantes, considerando sus conocimientos previos, habilidades tecnológicas y contexto de aprendizaje (Molenda, 2003). Este diagnóstico inicial fue esencial para garantizar que las estrategias y recursos digitales seleccionados respondieran efectivamente a las necesidades reales del grupo y facilitaran la planificación de experiencias de aprendizaje significativas.

Desde la perspectiva del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta fase permitió establecer un punto de partida común entre los estudiantes y generar un vínculo entre los contenidos de química orgánica y su cotidianidad, fortaleciendo la motivación, la participación y la apropiación del aprendizaje (Bell, 2010). La virtualidad, implementada a través de la plataforma Google Sites, permitió un entorno flexible e interactivo donde los participantes pudieron explorar los propósitos de la unidad y familiarizarse con los recursos tecnológicos que acompañarían su proceso formativo.

- Actividades desarrolladas

1. Presentación de la unidad didáctica virtual:

Se realizó la introducción general en Google Sites, explicando los objetivos de aprendizaje, la metodología ABP, y las fases del modelo ADDIE, destacando la importancia del trabajo autónomo y la investigación guiada.

Ilustración 3. Página inicial de la unidad didáctica virtual en Google Sites.

**EXPLORANDO LOS HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS DESDE LO
COTIDIANO CON MOLECULAR CONSTRUCTOR**



OBJETIVO

Desarrollar en los estudiantes la capacidad para identificar, representar y aplicar la estructura y la nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos, mediante el uso de herramientas digitales como *Molecular Constructor*, una aplicación de modelado molecular en 3D. Este proceso se llevará a cabo a partir del análisis y la representación de sustancias de uso cotidiano, lo que permitirá contextualizar el aprendizaje. La estrategia se complementa con el trabajo colaborativo y la elaboración de un producto final con relación directa a su entorno.



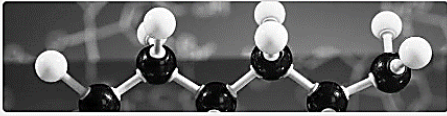
Fuente: Elaboración propia (2025).

2. Aplicación del cuestionario diagnóstico en Google Forms:

Este instrumento fue diseñado para recopilar información sobre:

- Conocimientos previos en química orgánica.
- Acceso y manejo de herramientas TIC.
- Ejemplos de sustancias cotidianas que podrían contener hidrocarburos.

Ilustración 4. Página inicial de la encuesta diagnóstica.



DIAGNÓSTICO INICIAL – PROYECTO SOBRE HIDROCARBUROS Y SUSTANCIAS DEL ENTORNO

Seleccione la opción que mejor represente tu respuesta. No hay respuestas buenas o malas, lo importante es que respondas con sinceridad. Esta información será usada únicamente con fines académicos y será tratada de forma confidencial.

¿Tienes acceso regular a internet en tu casa?

Sí

No

¿Tienes acceso a internet en la institución educativa?

Sí

No

Fuente: Elaboración propia (2025).

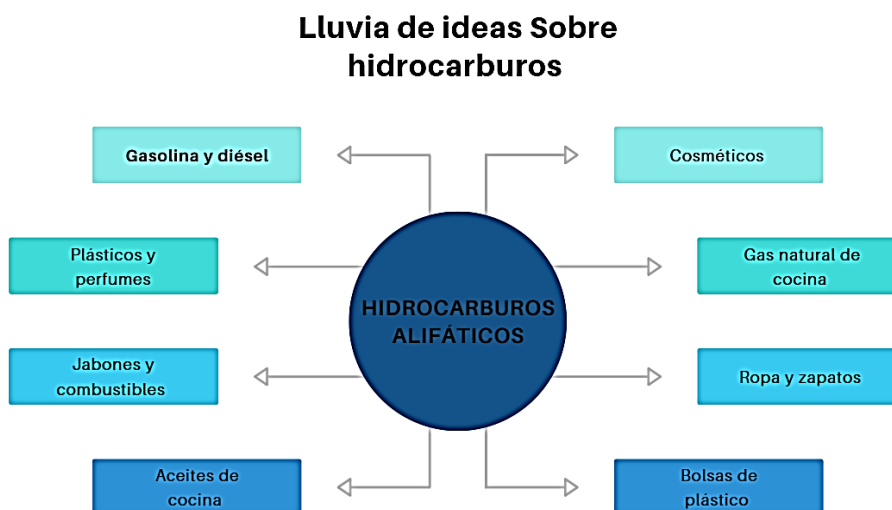
3. Lluvia de ideas virtual guiada:

Los estudiantes participaron en una actividad colaborativa en línea alrededor de la pregunta orientadora:

“¿Qué sustancias de tu entorno crees que contienen hidrocarburos?”

Esta dinámica promovió la reflexión y el reconocimiento de la presencia de los hidrocarburos en productos de uso diario.

Ilustración 5. Lluvia de ideas sobre las sustancias que contienen hidrocarburos.



Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Instrumentos de recolección de información**

Nombre del instrumento: Cuestionario diagnóstico de conocimientos previos y condiciones tecnológicas.

Formato y aplicación: Google Forms, aplicado de manera virtual con participación en tiempo real.

Estructura del cuestionario:

- Sección 1 – Datos generales: nombre, edad y curso.
- Sección 2 – Acceso tecnológico: preguntas cerradas sobre disponibilidad de internet y dispositivos.
- Sección 3 – Conocimientos previos: ítems de selección múltiple sobre estructura molecular y clasificación de hidrocarburos.
- Sección 4 – Contexto cotidiano: pregunta abierta sobre ejemplos de sustancias que contengan hidrocarburos.

Este instrumento se encuentra disponible en el Anexo A, donde se presenta su estructura completa y los resultados generales obtenidos durante la aplicación.

- **Evaluación formativa**

Durante la sesión, las respuestas del cuestionario fueron analizadas en tiempo real, permitiendo identificar los aciertos y errores conceptuales más frecuentes. La retroalimentación inmediata facilitó la corrección de ideas erróneas y orientó la planificación de las siguientes sesiones. Este proceso de diagnóstico formativo constituyó la base para el diseño progresivo de los contenidos y el fortalecimiento del pensamiento científico en torno a los hidrocarburos alifáticos.

10.3.3. SESIÓN 2. Conceptualización inicial de los hidrocarburos

La segunda sesión de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” se enmarcó en la fase de Diseño del modelo instruccional ADDIE, en la cual se planificaron las estrategias pedagógicas, los recursos digitales y las actividades de aprendizaje orientadas a la comprensión conceptual de los hidrocarburos alifáticos. De acuerdo con McMurry (2014), el dominio de la clasificación, estructura y propiedades de los hidrocarburos constituye un punto de partida esencial para el estudio sistemático de la química orgánica.

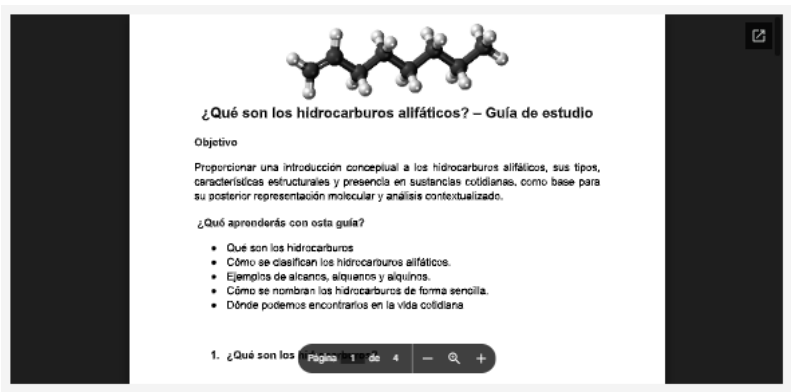
Desde el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta fase permitió establecer los fundamentos teóricos necesarios para que los estudiantes pudieran posteriormente desarrollar actividades aplicadas, como la identificación de hidrocarburos en sustancias de uso cotidiano y la construcción de modelos moleculares digitales (Bell, 2010). La virtualización del proceso mediante Google Sites favoreció la presentación visual y contextualizada de los contenidos, potenciando la comprensión mediante recursos gráficos y comparativos.

- **Actividades desarrolladas**

1. Socialización de la guía teórica digital sobre hidrocarburos alifáticos:

Los estudiantes exploraron la guía interactiva diseñada en Google Sites, la cual incluyó explicaciones conceptuales, imágenes ilustrativas y ejemplos cotidianos que vincularon el contenido químico con el entorno cercano de los participantes.

Ilustración 6. Guía teórica: Introducción a los hidrocarburos.



Fuente: Elaboración propia (2025).

2. Análisis grupal de una tabla comparativa:

En esta actividad, los estudiantes identificaron semejanzas y diferencias estructurales entre alcanos, alquenos y alquinos, fortaleciendo su comprensión sobre el tipo de enlace y su influencia en las propiedades químicas.

Ilustración 7. Tabla comparativa sobre las características de los hidrocarburos.

TABLA COMPARATIVA : TABLA			
Característica	Alcanos	Alquenos	Alquinos
Tipo de enlace			
Fórmula general			
Ejemplo de fórmula molecular			
Ejemplo de nombre			
Estado físico a temperatura ambiente			
Aplicación cotidiana			

Fuente: Elaboración propia (2025).

3. Reto exploratorio en equipos:

Bajo la consigna “¿Qué sustancias de tu hogar podrían contener hidrocarburos?”, los grupos de trabajo elaboraron listados de productos del entorno doméstico que presumiblemente contienen compuestos orgánicos. Posteriormente, compartieron sus resultados en un foro virtual, lo que propició la construcción colectiva del conocimiento y la reflexión sobre la presencia de los hidrocarburos en la vida diaria.

- Instrumentos de recolección de información

Nombre del instrumento: Rúbrica de participación.

Formato y aplicación: Instrumento digital y físico utilizado por el docente para registrar la participación individual y grupal durante el análisis de la tabla comparativa y la ejecución del reto exploratorio.

Criterios de valoración:

- Comprensión de los conceptos básicos.
- Aporte de ideas durante la discusión.
- Relación entre conceptos teóricos y ejemplos cotidianos.
- Trabajo colaborativo dentro del grupo.

Este instrumento se encuentra disponible en el Anexo B, donde se detalla su estructura y los indicadores de desempeño empleados durante la sesión.

- Evaluación formativa

Durante la sesión se desarrolló un proceso continuo de retroalimentación, especialmente durante el análisis de la tabla comparativa y la socialización de los retos. El docente orientó la discusión aclarando dudas frecuentes, como las diferencias entre los enlaces simples, dobles y triples, y su relación con la reactividad de los compuestos. Esta evaluación formativa permitió fortalecer los conceptos iniciales y garantizar la apropiación progresiva del contenido para las siguientes etapas de la unidad.

10.3.4. SESIÓN 3. Aplicación con Molecular Constructor.

La tercera sesión se enmarcó en la fase de Desarrollo del modelo instruccional ADDIE, en la cual se implementaron los recursos digitales previamente diseñados para fortalecer la comprensión de los contenidos. Esta sesión se desarrolló bajo modalidad virtual, manteniendo la estructura metodológica de la unidad didáctica, que combina el uso de herramientas tecnológicas con el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

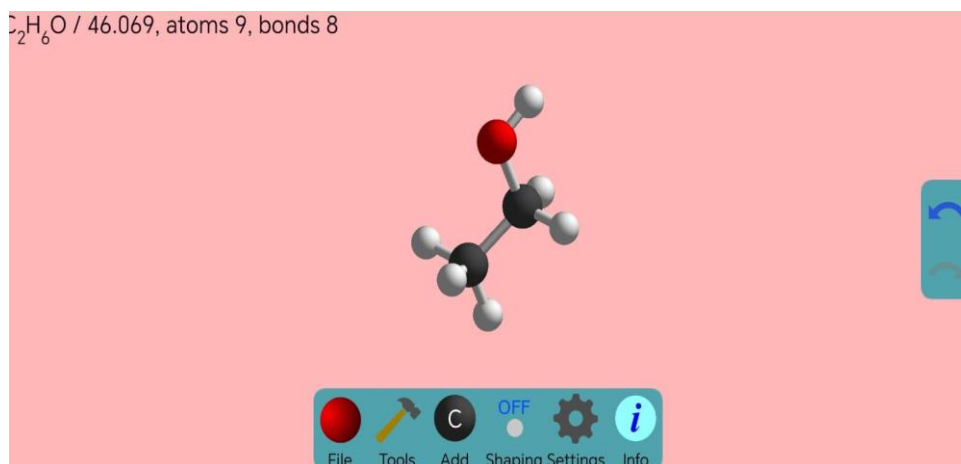
Según Gutiérrez et al. (2009), el uso de entornos digitales interactivos permite representar tridimensionalmente las estructuras químicas, facilitando la comprensión de los enlaces y la geometría molecular. En esta línea, se propuso el uso de la aplicación gratuita Molecular Constructor, con el propósito de que los estudiantes pudieran visualizar y construir modelos moleculares, aplicando los conceptos de hidrocarburos alifáticos aprendidos en la sesión anterior (McMurry, 2014).

Desde el ABP, la sesión permitió que los estudiantes desarrollaran habilidades de análisis, exploración y trabajo colaborativo, al enfrentarse a un reto experimental mediado por tecnología: construir moléculas reales de su entorno cotidiano.

- Actividades desarrolladas

1. Instalación y exploración guiada de la aplicación Molecular Constructor desde dispositivos móviles, con acompañamiento del docente a través del aula virtual.


Ilustración 8. Captura de pantalla de la interfaz de Molecular Constructor.



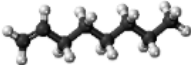
Fuente: Captura de pantalla (2025)

2. Guía práctica interactiva, con instrucciones paso a paso para construir moléculas simples, disponible en formato digital.

Ilustración 9. Taller práctico manejo de Molecular Constructor.

 **Taller práctico - ¡Manos a la molécula!**

Analiza la siguiente guía de trabajo para molecular constructor, desarróllala y sube las evidencias (Capturas de pantalla de cada molécula) a la presentación que se encuentra en la parte inferior, tengo en cuenta el ejemplo mencionado.



Guía práctica: Explorando Molecular Constructor

Sección 3 – Unidad didáctica de hidrocarburos

¿Qué es Molecular Constructor?

Es una aplicación gratuita disponible en la Play Store que permite construir modelos moleculares en 3D. Con esta herramienta podrás visualizar estructuras de hidrocarburos, observar sus enlaces y manipular las moléculas desde distintos ángulos.

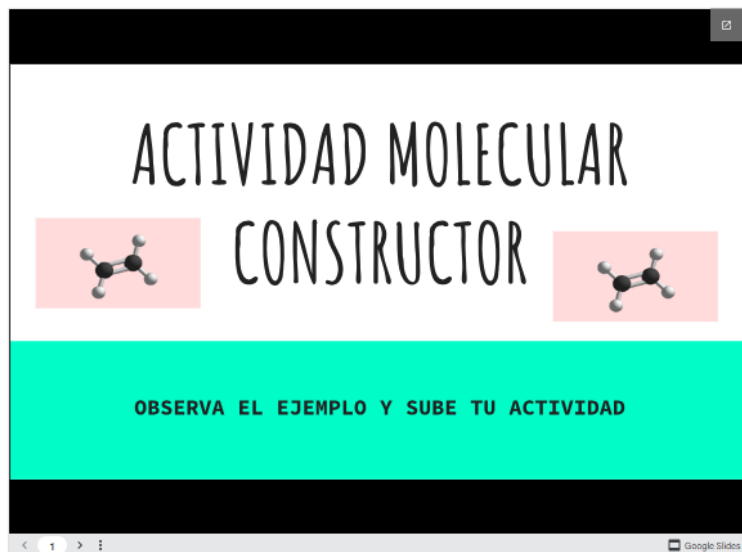
Pasos para usar la app

1. Instalación
 - o Descarga la app desde la Play Store:
 - o [https://play.google.com/store/apps/details?id=org.openscience.chempaint]
2. Pantalla principal
 - o Verás una tabla periódica y un espacio de trabajo en blanco.
 - o Selecciona el átomo de carbono (C) para comenzar a construir.
3. Agregar átomos
 - o Haz clic en el botón de "Agregar" para añadir átomos.
 - o Para el enlace, haz clic en el botón de "Agregar" para añadir enlaces.
4. Cambiar el tipo de enlace

Fuente: Elaboración propia (2025)

3. Construcción grupal y socialización de modelos moleculares (metano, etano, propano), analizando la forma, enlaces y ángulos característicos.

Ilustración 10. Actividad de Molecular Constructor.



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre: Rúbrica de modelado molecular.

Formato y aplicación: instrumento digital aplicado mediante formularios en línea, utilizado por el docente para evaluar el proceso de construcción y socialización de los modelos moleculares.

Criterios de la rúbrica:

- Correcta representación estructural de la molécula.
- Identificación precisa del tipo de enlace.
- Trabajo colaborativo y comunicación efectiva en grupo.
- Claridad y coherencia en la presentación del modelo.

- **Evaluación formativa**

Durante el desarrollo virtual, se realizó retroalimentación sincrónica y continua, guiando a los estudiantes en la correcta interpretación de los enlaces y la geometría

molecular. Las intervenciones del docente permitieron fortalecer la comprensión de los conceptos de estructura y enlace, así como la relación entre la representación digital y las propiedades reales de las moléculas.

10.3.5. SESIÓN 4. Reconocimiento de sustancias cotidianas.

La cuarta sesión se enmarcó en la fase de Desarrollo del modelo instruccional ADDIE, en la cual los estudiantes aplicaron los conceptos teóricos y las habilidades adquiridas en el uso de herramientas digitales para identificar y representar hidrocarburos presentes en productos cotidianos. Esta sesión se desarrolló bajo modalidad virtual, manteniendo la orientación práctica y contextual del proceso formativo.

De acuerdo con McMurry (2014), el aprendizaje de la química orgánica se potencia cuando el estudiante logra establecer conexiones entre los compuestos estudiados y las sustancias que manipula en su entorno diario. En coherencia, esta sesión permitió trasladar el conocimiento teórico a la práctica, favoreciendo la comprensión de la utilidad y presencia de los hidrocarburos en la vida cotidiana.

Desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la actividad fomentó la investigación autónoma y el trabajo colaborativo, ya que cada grupo seleccionó un producto doméstico, investigó los compuestos que lo conforman e identificó el tipo de hidrocarburo implicado. Posteriormente, los estudiantes representaron digitalmente las moléculas empleando la aplicación Molecular Constructor, integrando saberes científicos y tecnológicos en un contexto significativo (Bell, 2010).

- **Actividades desarrolladas**

1. Selección de productos del entorno doméstico (detergentes, combustibles, desinfectantes, cosméticos, entre otros) para analizar su posible contenido de hidrocarburos.
2. Investigación digital y bibliográfica, donde los grupos consultaron etiquetas y fuentes confiables para identificar los tipos de hidrocarburos presentes.
3. Construcción digital de las moléculas representativas mediante Molecular Constructor, acompañada de una socialización virtual de resultados con apoyo de capturas de pantalla y explicaciones orales.

Ilustración 11. Captura y entregas de modelos moleculares.

The image shows a digital interface for a chemistry activity. On the left, there is a vertical sidebar with five numbered steps (1-5) and a vertical scale from 1 to 14. The main content area is titled "CAPTURA: PROPANO" and features a ball-and-stick model of a propane molecule (C₃H₈) with the text "C₃H₈ (44.097, átomo 11, bonos 10)". Below the model is a toolbar with icons for selection, rotation, and zoom. To the right of the model are three text boxes containing information about propane:

- ¿QUÉ PRODUCTO CONTIENE ESTE COMPUESTO?
PIPETA DE GAS
- ¿QUÉ TIPO DE HIDROCARBURO ES?
ES UN ALCANO (HIDROCARBURO SATURADO)
- ¿PARA QUÉ SE USA?
SE UTILIZA COMO COMBUSTIBLE EN COCINAS, CALENTADORES, ESTUFAS Y TAMBIÉN COMO FUENTE DE ENERGÍA INDUSTRIAL

At the bottom of the main content area, the authors' names are listed: VALERIA DIAZ, LAURA ESCOBAR Y TATIANA ALARCÓN.

Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre: Registro de actividades y rúbrica de modelado aplicado.

Formato y aplicación: ficha de registro digital completada por los grupos en línea, donde documentaron el producto seleccionado, el tipo de hidrocarburo identificado

y la molécula construida. El docente aplicó una rúbrica digital para valorar la calidad del trabajo desarrollado.

Criterios de la rúbrica:

- Pertinencia del producto elegido.
- Correcta identificación del hidrocarburo presente.
- Construcción precisa y coherente de la molécula en la aplicación.
- Claridad en la exposición y socialización grupal.

- **Evaluación formativa**

Durante la sesión virtual, el docente brindó acompañamiento permanente en las salas colaborativas, resolviendo dudas sobre la naturaleza química de los compuestos y orientando la construcción de los modelos digitales. La retroalimentación inmediata permitió fortalecer la relación entre los conocimientos científicos y los contextos reales, consolidando un aprendizaje significativo, aplicado y tecnológicamente mediado.

10.3.6. SESIÓN 5. Infografía educativa.

La quinta sesión se desarrolló en la fase de Desarrollo del modelo instruccional ADDIE, enfocándose en la síntesis, comunicación y divulgación del conocimiento mediante la elaboración de un producto digital. Esta sesión, realizada bajo modalidad virtual, tuvo como propósito consolidar los aprendizajes alcanzados en torno a los hidrocarburos y transformarlos en un material educativo visual y significativo.

De acuerdo con Prensky (2011), el uso de herramientas tecnológicas creativas, como las infografías digitales, favorece la apropiación del conocimiento, promueve

la alfabetización digital y estimula la motivación estudiantil al permitir expresar la comprensión conceptual de manera estética e innovadora.

Desde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta actividad representó un producto intermedio del proyecto, en el que los estudiantes organizaron, sintetizaron y comunicaron los contenidos sobre los hidrocarburos, aplicando la información obtenida en las sesiones previas para diseñar una infografía educativa accesible y compartible. Este proceso promovió la autonomía, la creatividad y la aplicación de habilidades comunicativas y tecnológicas (Bell, 2010).

- **Actividades desarrolladas.**

1. Diseño de la infografía digital en Canva, con orientación docente sobre estructura visual, jerarquía de la información, uso del color, tipografía y pertinencia de los ejemplos seleccionados.
2. Integración de conceptos clave relacionados con el hidrocarburo elegido: nombre, estructura molecular, clasificación, usos cotidianos y posibles riesgos para la salud o el ambiente.
3. Entrega del producto final en formato digital y subida a la plataforma Google Sites de la unidad didáctica, con el fin de socializarlo en la siguiente sesión.

Ilustración 12. Ejemplos de infografías elaboradas por los estudiantes.



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre: Rúbrica de evaluación de infografías educativas.

Formato y aplicación: instrumento digital aplicado a los productos finales entregados por cada grupo, a través de un formulario o documento compartido en Google Classroom o Google Sites.

Criterios de la rúbrica:

- Claridad y exactitud en la información científica presentada.
- Creatividad y coherencia en la organización visual.
- Integración de los conceptos aprendidos en las sesiones previas.

- **Evaluación formativa**

Durante el proceso de diseño, el docente brindó acompañamiento sincrónico y asincrónico, orientando sobre la selección de información, la coherencia visual y la citación de fuentes. La retroalimentación formativa permitió a los estudiantes mejorar sus productos antes de la entrega final, fortaleciendo tanto la comprensión conceptual como las competencias comunicativas y digitales.

10.3.7. SESIÓN 6. Integración conceptual.

La sexta sesión se desarrolló en la fase de Implementación del modelo instruccional ADDIE, al centrarse en la puesta en práctica y consolidación de los aprendizajes adquiridos en las sesiones previas. Esta sesión, desarrollada en modalidad virtual, tuvo como propósito integrar los saberes construidos mediante la exposición, análisis y discusión colectiva de los productos digitales elaborados por los estudiantes.

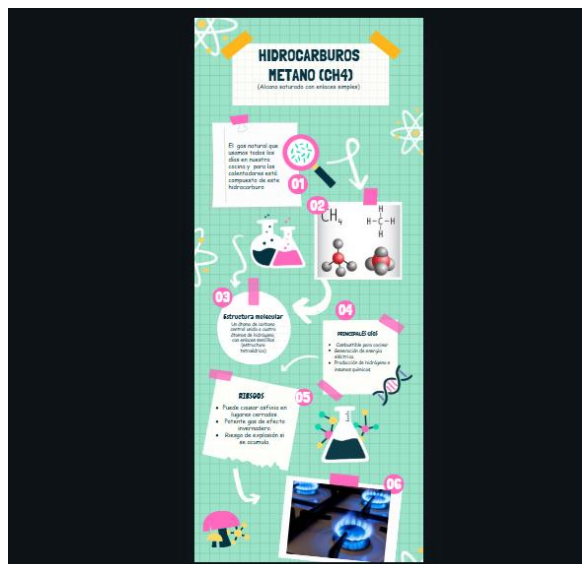
De acuerdo con Díaz-Barriga (2006), los procesos de interacción, socialización y discusión guiada son esenciales para fortalecer el aprendizaje significativo, ya que permiten contrastar ideas, resolver dudas y fomentar el pensamiento crítico.

Desde el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta fase representó un momento de integración conceptual, en el que los estudiantes socializaron sus infografías educativas —producto intermedio del proyecto—, compartieron hallazgos y reflexionaron sobre el papel de los hidrocarburos en su vida cotidiana. Este ejercicio promovió la argumentación científica, la comunicación efectiva y la evaluación colaborativa dentro de un entorno digital participativo (Bell, 2010).

- **Actividades desarrolladas**

1. Exposición de infografías por equipos mediante herramientas digitales (Canva, Google Slides o Google Meet), destacando los principales hallazgos sobre los hidrocarburos analizados.
2. Rueda de preguntas y debate virtual, donde los demás estudiantes realizaron aportes, preguntas y observaciones críticas sobre las presentaciones de sus compañeros.
3. Registro de retroalimentación docente, consignando observaciones generales y sugerencias de mejora para fortalecer la comunicación científica y la argumentación conceptual.

Ilustración 13. Socialización virtual de infografías en la plataforma Google Sites.



Fuente: Elaboración propia (2025)

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre: Rúbrica de exposición e integración conceptual.

Formato y aplicación: instrumento digital aplicado por el docente durante la socialización de cada grupo, a través de observación directa en modalidad virtual.

Criterios de la rúbrica:

- Claridad y dominio conceptual del tema.
- Coherencia entre la teoría y los ejemplos cotidianos presentados.
- Uso pertinente y técnico del recurso digital (infografía).
- Capacidad de argumentar y responder preguntas del público.

- **Evaluación formativa**

La evaluación se desarrolló en tiempo real, combinando la retroalimentación oral inmediata durante las exposiciones con comentarios escritos en la rúbrica de seguimiento. Esta dinámica permitió identificar los avances individuales y grupales,

reforzar los conceptos menos comprendidos y fortalecer las competencias comunicativas y científicas dentro del entorno virtual.

10.3.8. SESIÓN 7. Socialización del proyecto final.

La séptima sesión correspondió a la fase de Implementación del modelo instruccional ADDIE, consolidando los aprendizajes alcanzados en las etapas previas y dando cierre al proceso de construcción colaborativa. En esta instancia, los estudiantes presentaron el producto final del proyecto, integrando los conocimientos teóricos, las habilidades tecnológicas y los resultados obtenidos durante el desarrollo de la unidad didáctica virtual.

De acuerdo con Wiggins y McTighe (2005), la socialización de proyectos representa un componente esencial del aprendizaje significativo, ya que fomenta la reflexión crítica, la metacognición y la coevaluación entre pares, fortaleciendo la autonomía y la responsabilidad académica de los estudiantes.

Desde el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta sesión se configuró como el momento culminante del proceso formativo, en el que los estudiantes expusieron su portafolio grupal digital, reflexionaron sobre su propio aprendizaje y valoraron la contribución de sus compañeros. Este cierre permitió evidenciar el desarrollo de competencias científicas, comunicativas y digitales, en coherencia con el propósito central de la propuesta: explorar los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor.

- **Actividades desarrolladas**

1. Socialización del portafolio grupal, integrado por la investigación sobre sustancias cotidianas, los modelos moleculares elaborados en Molecular Constructor y las infografías diseñadas en Canva.

2. Autoevaluación individual, en la que cada estudiante reflexionó sobre su aporte personal al trabajo en equipo, la apropiación conceptual y el uso de herramientas digitales.

Ilustración 14. Formulario digital de autoevaluación en Google Forms.

Autoevaluación

AUTOEVALUACIÓN
Valora tu participación mediante el desarrollo del proyecto. (Unidad didáctica)

sergioj@unioz.9807@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Nombre completo
Tu respuesta

Nombre de equipo de trabajo
Tu respuesta

Selecciona tu nivel de acuerdo con cada afirmación: (Siempre - Casi siempre - A veces - Nunca)

Siempre Casi Siempre A Veces Nunca

Participé
activamente en...

Fuente: Elaboración propia (2025).

3. Coevaluación entre pares, mediante un formulario digital que permitió valorar la participación, responsabilidad y comunicación dentro del grupo de trabajo.

Ilustración 15. Captura de pantalla del formulario de coevaluación.

Coevaluación

COEVALUACIÓN

Evalúa el desempeño de tu grupo de trabajo.

sergiojimenez.9807@gmail.com [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

Tu nombre completo

Tu respuesta

Nombre del equipo

Tu respuesta

Excelente Bueno Regular Deficiente

Participó activamente en el equipo.

Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre:

- Rúbrica de evaluación del proyecto final.
- Formulario de autoevaluación.
- Formulario de coevaluación.

Formato y aplicación:

Los instrumentos se implementaron de forma digital a través de Google Forms y rúbricas compartidas en el aula virtual de la unidad didáctica.

Criterios de la rúbrica del proyecto final:

- Integración entre teoría y práctica.

- Calidad científica y estética de los modelos moleculares y la infografía.
- Coherencia, organización y presentación del portafolio grupal.
- Pertinencia de los ejemplos cotidianos seleccionados

- **Evaluación formativa**

La evaluación se desarrolló en un ambiente virtual colaborativo, promoviendo la reflexión y el diálogo entre los estudiantes. La retroalimentación colectiva se realizó durante la socialización de los portafolios, combinando comentarios de los compañeros y observaciones del docente. Este proceso favoreció la autorregulación del aprendizaje, la identificación de logros y la comprensión de los avances alcanzados a lo largo de la unidad didáctica.

10.3.9. SESIÓN 8. Evaluación y cierre.

La octava sesión correspondió a la fase de Evaluación dentro del modelo instruccional ADDIE, orientada a analizar la efectividad de la unidad didáctica y el grado de apropiación de los aprendizajes por parte de los estudiantes. De acuerdo con Tyler (2011), la evaluación debe concebirse como un proceso integral que articule la valoración de los logros cognitivos con la observación del desarrollo de habilidades y actitudes.

En coherencia con el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta sesión no se limitó a una medición cuantitativa del conocimiento, sino que promovió espacios de reflexión sobre el proceso vivido, permitiendo a los estudiantes reconocer sus avances, dificultades y la aplicabilidad de los contenidos en contextos cotidianos.

- **Actividades desarrolladas**

1. Aplicación del cuestionario final a través de Google Forms, compuesto por preguntas de opción múltiple y abiertas, diseñadas para valorar los conocimientos adquiridos sobre los hidrocarburos alifáticos, su nomenclatura, propiedades y aplicaciones en la vida diaria.

Ilustración 16. Captura de pantalla del cuestionario final.



The image shows a screenshot of a Google Form. At the top, there is a header image of a ball-and-stick molecular model of a hydrocarbon chain. Below the image, the title of the form is displayed in bold, uppercase letters: "CUESTIONARIO DE CIERRE DEL PROYECTO DIDÁCTICO: HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y MODELADO MOLECULAR". Underneath the title, the user's email address "sergiojimenez.9807@gmail.com" is visible, along with a "Cambiar de cuenta" link and a share icon. Below this, there is a "No compartido" status indicator. The form contains a text input field labeled "Nombre completo" and another labeled "Tu respuesta".

Fuente: Elaboración propia (2025)

2. Análisis gráfico de resultados, presentado de manera inmediata mediante los porcentajes de aciertos y desaciertos, lo que facilitó una reflexión colectiva sobre los logros alcanzados.
3. Reflexión y cierre participativo, en la cual los estudiantes expresaron aprendizajes significativos, experiencias personales y sugerencias para mejorar el desarrollo de futuras unidades. Este espacio fortaleció la metacognición y la valoración del trabajo colaborativo.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Nombre: Cuestionario final de cierre y guía de reflexión escrita.

Formato y aplicación: Ambos instrumentos se implementaron de forma digital a través de Google Forms y documentos colaborativos en el aula virtual.

- **Evaluación formativa**

Aunque esta sesión tuvo un propósito sumativo, también se realizó una retroalimentación inmediata sobre los resultados obtenidos, identificando los conceptos que requerían refuerzo. Esta estrategia permitió consolidar el aprendizaje significativo y fomentar una cultura de mejora continua en el proceso educativo.

La implementación de esta unidad didáctica sobre los hidrocarburos alifáticos, mediada por herramientas digitales y el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos, evidenció un avance notable en la comprensión conceptual y en la apropiación de la química desde un contexto cotidiano. El uso de recursos como Molecular Constructor, los formularios interactivos y los portafolios colaborativos permitió dinamizar las clases y fortalecer la autonomía estudiantil. Asimismo, el modelo ADDIE posibilitó una planificación estructurada, desde el análisis hasta la evaluación, garantizando coherencia entre los objetivos, las estrategias y los resultados. En conjunto, la experiencia promovió un aprendizaje significativo, reflexivo y contextualizado, reafirmando el valor de integrar la tecnología, la experimentación y la cotidianidad en la enseñanza de la química.

10.3.10. Validación de la unidad didáctica

Para garantizar la pertinencia, coherencia y validez técnica de la unidad didáctica virtual desarrollada, se realizó un proceso de validación externa a cargo del ingeniero de sistemas Juan Fernando Jiménez, especialista en diseño e implementación de entornos virtuales de aprendizaje. La revisión se efectuó con base en los criterios de la metodología TIC y los lineamientos de la metodología ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Durante la validación, el profesional analizó la estructura pedagógica, la navegabilidad, la usabilidad, la coherencia entre objetivos, contenidos, actividades y evaluación, así como la integración de recursos digitales e interactividad. Como resultado de este proceso, el ingeniero concluyó que la unidad didáctica cumple con los parámetros técnicos y pedagógicos exigidos para un entorno virtual de aprendizaje, siendo válida y funcional para su implementación en contextos educativos mediados por TIC.

10.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA AMPLIACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Esta sección presenta el análisis de los resultados obtenidos durante la implementación de la unidad didáctica virtual sobre hidrocarburos alifáticos, desarrollada con 21 estudiantes de grado once. El análisis se realizó con base en la información recolectada mediante rúbricas, cuestionarios, guías de reflexión y registros de observación aplicados en cada sesión del proceso formativo.

Los resultados se organizan sesión por sesión, con el propósito de evidenciar la evolución progresiva del aprendizaje, la apropiación conceptual, la aplicación de los saberes en contextos cotidianos y el desarrollo de habilidades digitales a través del uso de la aplicación Molecular Constructor. Asimismo, se incorporan análisis cuantitativos expresados en porcentajes y gráficas de desempeño, junto con análisis cualitativos que describen los avances, dificultades y logros observados en los estudiantes.

En conjunto, este apartado busca demostrar cómo la implementación de la unidad didáctica contribuyó al fortalecimiento del aprendizaje significativo, al incremento de la motivación hacia la química orgánica y a la integración efectiva de las TIC como recurso pedagógico innovador en el aula virtual.

SESIÓN 1. Diagnóstico inicial sobre conocimientos previos de los hidrocarburos alifáticos.

La primera sesión tuvo como propósito identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de los hidrocarburos alifáticos y su relación con sustancias cotidianas. Esta sesión permitió establecer una línea base para valorar el avance conceptual que se alcanzaría con la implementación de la unidad didáctica. Para ello, se aplicó un cuestionario diagnóstico con preguntas abiertas y de selección múltiple, diseñado para explorar ideas iniciales, concepciones erróneas y nivel de familiaridad con los temas de química orgánica.

- **Instrumento aplicado**

Cuestionario diagnóstico de conocimientos previos sobre hidrocarburos alifáticos (10 preguntas).

Los criterios de valoración se organizaron en cuatro niveles de desempeño:

Tabla 6. Criterios de valoración.

Nivel	Descripción	Rango de desempeño
Alto	Demuestra conocimientos sólidos sobre los hidrocarburos y su clasificación.	81–100%
Medio alto	Reconoce algunos conceptos básicos y ejemplos cotidianos.	61–80%
Medio bajo	Presenta nociones generales con errores conceptuales frecuentes.	41–60%
Bajo	Evidencia desconocimiento o confusión sobre los temas propuestos.	0–40%

Nota: Elaboración propia (2025).

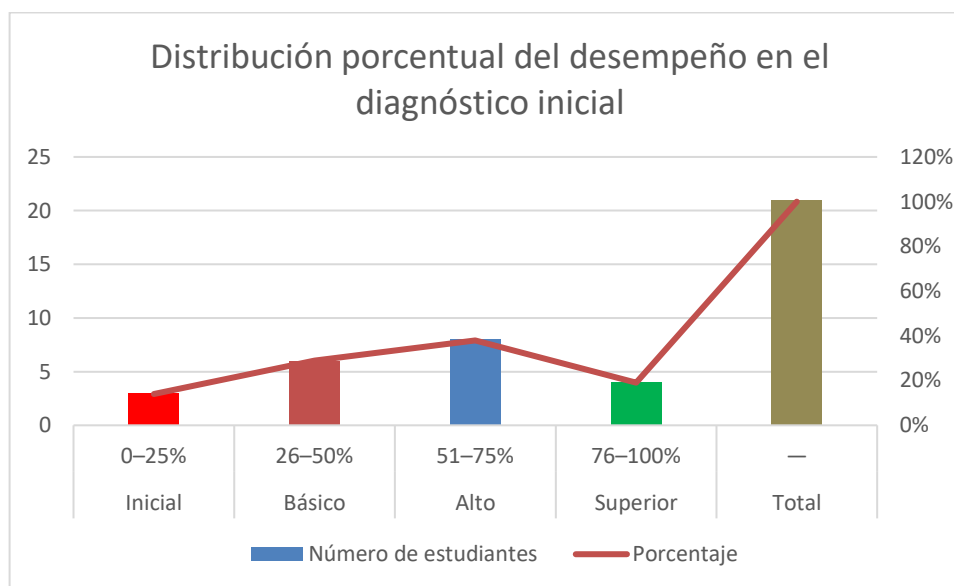
- **Resultados cuantitativos.**

Tabla 7. Resultados de la encuesta diagnóstico.

Nivel de desempeño	Rango porcentual	Número de estudiantes	Porcentaje
Inicial	0–25%	3	14%
Básico	26–50%	6	29%
Alto	51–75%	8	38%
Superior	76–100%	4	19%
Total	—	21	100%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 1. Distribución porcentual del desempeño en el diagnóstico inicial.



Nota: La gráfica muestra la distribución porcentual de los estudiantes según su nivel de desempeño en el cuestionario diagnóstico inicial. Se evidencia que la mayoría se ubica en los niveles alto y básico, lo que indica la existencia de bases conceptuales previas, aunque con oportunidades de fortalecimiento en la comprensión de los hidrocarburos alifáticos.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados evidencian que solo el 14% de los estudiantes manifestó un dominio sólido de los conceptos relacionados con los hidrocarburos alifáticos, mientras que un 33% presentó un nivel medio bajo, lo que indica la presencia de ideas previas poco estructuradas. Un 24% mostró un nivel bajo, evidenciando escasa familiaridad

con la temática. En conjunto, el 57% de los estudiantes se ubicó en niveles medios o bajos, reflejando la necesidad de implementar estrategias didácticas que promuevan la comprensión y aplicación de los conceptos en contextos cotidianos.

- **Análisis cualitativo**

A partir de las respuestas abiertas del cuestionario, se identificaron concepciones erróneas comunes, como confundir los hidrocarburos con los combustibles líquidos en general o desconocer su estructura química básica. Sin embargo, varios estudiantes mostraron interés al relacionar los hidrocarburos con sustancias presentes en su entorno, como la gasolina, el gas natural y los aceites. Estos hallazgos sirvieron como punto de partida para diseñar las siguientes sesiones, orientadas a conectar la teoría con la práctica mediante actividades experimentales y el uso de la aplicación Molecular Constructor.

SESIÓN 2. Exploración conceptual sobre los hidrocarburos alifáticos.

La segunda sesión tuvo como propósito promover la comprensión inicial de los conceptos fundamentales sobre los hidrocarburos alifáticos mediante la discusión guiada y el trabajo colaborativo. Esta actividad permitió que los estudiantes contrastaran sus ideas previas con las nociones científicas, fortaleciendo la relación entre la teoría y los ejemplos del entorno cotidiano. Además, se propició la participación activa y la construcción colectiva del conocimiento, consolidando la base conceptual para las sesiones experimentales posteriores.

Resultados cuantitativos

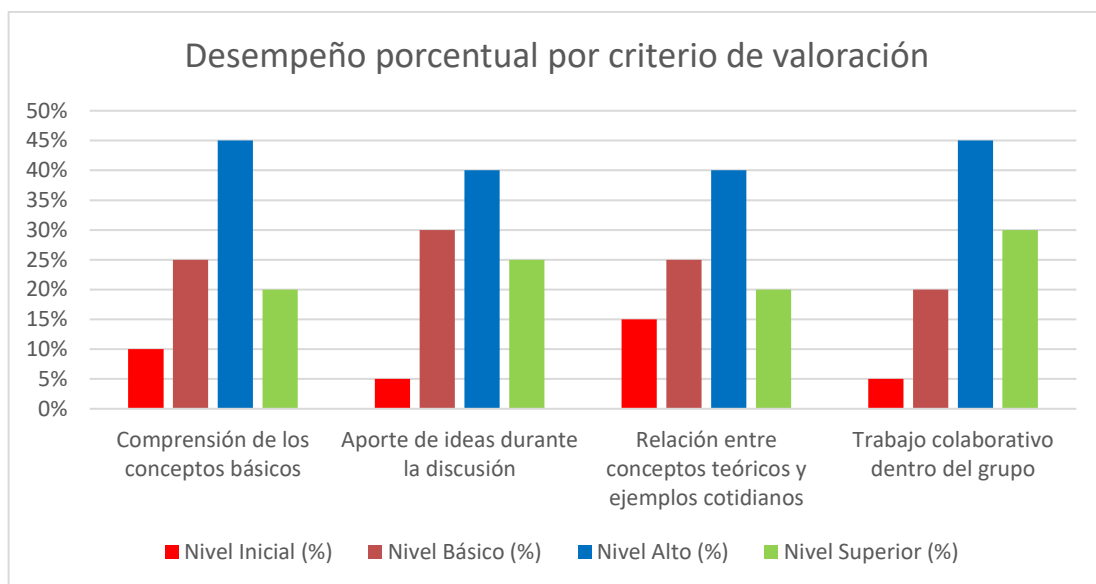
Tabla 8. Resultados de la rúbrica de la sesión 2.

Criterios de valoración	Nivel Inicial (%)	Nivel Básico (%)	Nivel Alto (%)	Nivel Superior (%)
Comprensión de los conceptos básicos	10%	25%	45%	20%
Aporte de ideas durante la discusión	5%	30%	40%	25%
Relación entre conceptos teóricos y ejemplos cotidianos	15%	25%	40%	20%

Trabajo colaborativo dentro del grupo	5%	20%	45%	30%
---------------------------------------	----	-----	-----	-----

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 2. Desempeño porcentual por criterio de valoración en la sesión 2.



Nota: La gráfica muestra los porcentajes de desempeño alcanzados por los estudiantes en los cuatro criterios de valoración establecidos para la sesión 2. Se observa que la mayoría se ubicó en los niveles alto y superior, especialmente en los aspectos de comprensión conceptual y trabajo colaborativo, evidenciando un avance significativo respecto al diagnóstico inicial.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados reflejan un progreso notable frente al diagnóstico inicial. En promedio, el 43% de los estudiantes alcanzó un nivel alto, y un 24% logró un nivel superior en los diferentes criterios evaluados. El desempeño más destacado se evidenció en el trabajo colaborativo, donde el 75% del grupo se ubicó entre los niveles alto y superior, lo que sugiere un fortalecimiento de las habilidades de comunicación y cooperación. Por otro lado, el criterio con menor desempeño fue la relación entre teoría y ejemplos cotidianos, donde el 40% de los estudiantes

permaneció en niveles inicial y básico, indicando la necesidad de continuar reforzando la aplicación contextual del conocimiento.

- **Análisis cualitativo**

Durante la actividad, se evidenció una alta participación y disposición al trabajo en equipo. Los estudiantes demostraron interés en vincular los conceptos teóricos de los hidrocarburos con elementos de su entorno, como el gas natural, la gasolina y los solventes. Sin embargo, algunos grupos presentaron dificultades para establecer relaciones químicas precisas entre la estructura molecular y el uso cotidiano de estas sustancias. En general, la sesión favoreció la construcción colectiva del conocimiento y fortaleció la comprensión conceptual, consolidando las bases para el uso posterior de la aplicación Molecular Constructor.

SESIÓN 2. Modelado molecular con la aplicación Molecular Constructor.

La tercera sesión se centró en la fase de diseño e implementación de la unidad didáctica virtual, orientada al desarrollo de habilidades digitales y comprensión estructural de los hidrocarburos alifáticos. A través del uso de la aplicación Molecular Constructor, los estudiantes representaron de manera virtual diferentes compuestos orgánicos, reconociendo sus enlaces y estructuras tridimensionales. Esta sesión fortaleció el aprendizaje activo y la visualización de los conceptos teóricos, permitiendo una conexión entre la representación simbólica y la comprensión espacial de las moléculas.

- **Resultados cuantitativos.**

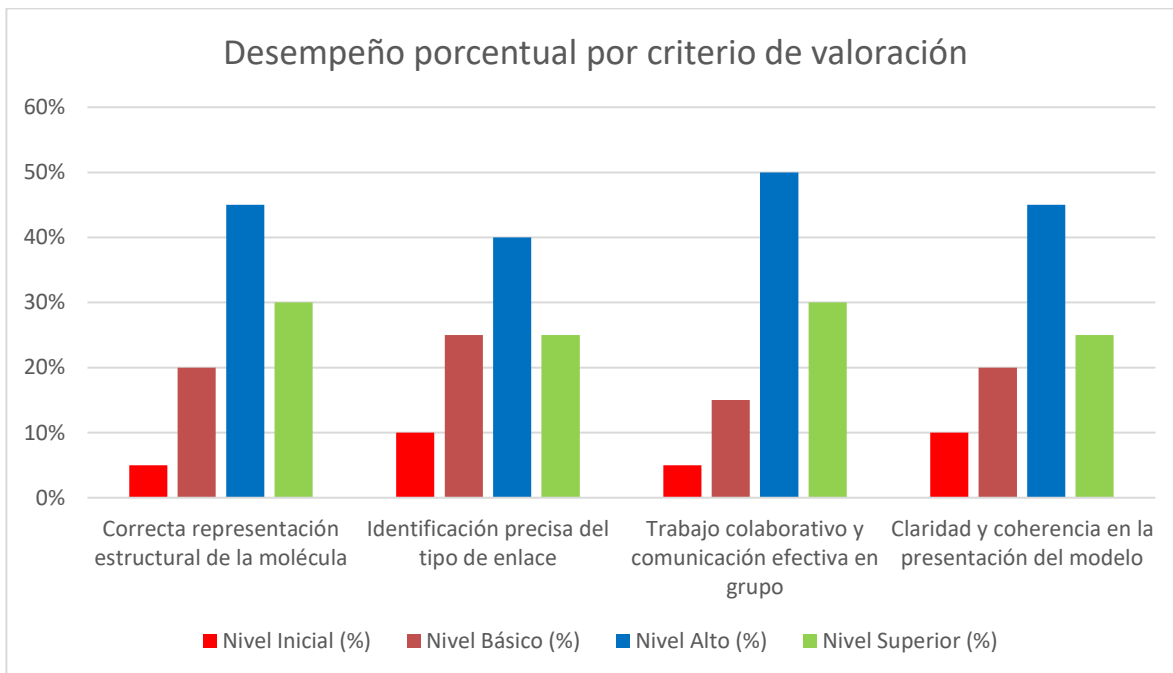
Tabla 9. Resultados de la rúbrica de la sesión 3.

Criterios de valoración	Nivel Inicial (%)	Nivel Básico (%)	Nivel Alto (%)	Nivel Superior (%)
Correcta representación estructural de la molécula	5%	20%	45%	30%
Identificación precisa del tipo de enlace	10%	25%	40%	25%

Trabajo colaborativo y comunicación efectiva en grupo	5%	15%	50%	30%
Claridad y coherencia en la presentación del modelo	10%	20%	45%	25%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 3. Desempeño porcentual por criterio de valoración en la sesión 3.



Nota: La gráfica evidencia un desempeño mayoritario en los niveles alto y superior en todos los criterios evaluados. Destaca el trabajo colaborativo y la representación estructural de las moléculas como los aspectos con mejores resultados, reflejando la apropiación de los contenidos y la eficacia del uso de la herramienta digital.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados reflejan un desempeño sobresaliente en la actividad de modelado molecular. En promedio, el 44% de los estudiantes alcanzó un nivel alto, mientras que el 27% logró un nivel superior. El criterio con mayor dominio fue el trabajo colaborativo y la comunicación efectiva, con un 80% de los estudiantes ubicados en los niveles alto y superior.

Por su parte, el criterio con menor desempeño fue la identificación precisa del tipo de enlace, donde un 35% de los estudiantes permaneció en los niveles inicial y

básico, lo cual sugiere la necesidad de continuar reforzando la comprensión de las propiedades químicas y la clasificación de los enlaces. En conjunto, los resultados cuantitativos muestran una apropiación sólida del manejo de la aplicación y una comprensión creciente de la estructura molecular.

- **Análisis cualitativo**

Durante la sesión, se observó un alto nivel de motivación por parte de los estudiantes frente al uso de la herramienta digital Molecular Constructor. Los grupos trabajaron de manera autónoma y colaborativa, mostrando interés en explorar las propiedades de diferentes moléculas de uso cotidiano como el etanol, el butano y el propano.

Las interacciones sincrónicas permitieron la retroalimentación inmediata del docente, fortaleciendo la precisión en la construcción y nomenclatura de las moléculas. En general, la sesión evidenció una integración efectiva de las TIC en el proceso de enseñanza, potenciando el aprendizaje significativo y el pensamiento visual en química orgánica.

SESIÓN 4. Modelado aplicado: identificación de hidrocarburos en productos cotidianos.

En esta sesión, los estudiantes aplicaron los conocimientos adquiridos sobre los hidrocarburos alifáticos mediante la construcción de moléculas presentes en productos de uso cotidiano. Utilizaron la aplicación Molecular Constructor para modelar la estructura del compuesto identificado en el producto elegido (por ejemplo, alcoholes en gel antibacterial o alcanos en aceites cosméticos).

El propósito fue reconocer la presencia de los hidrocarburos en contextos reales, fortalecer la relación entre teoría y práctica, y fomentar la autonomía y el trabajo colaborativo durante la socialización de los resultados.

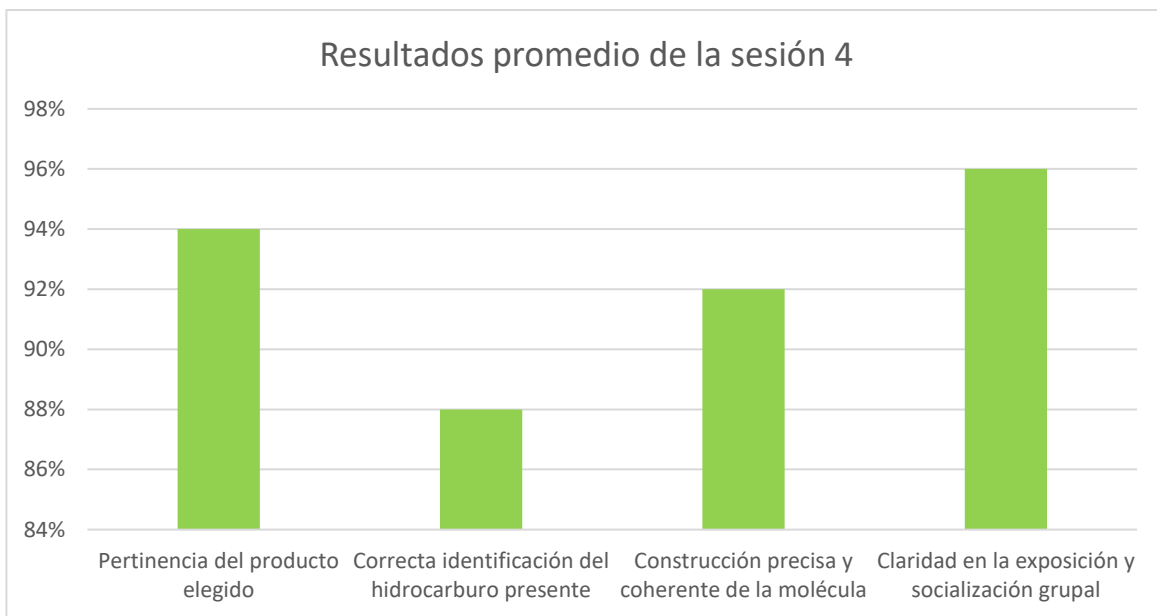
- **Resultados cuantitativos**

Tabla 10. Resultados promedio de la rúbrica aplicada en la sesión 4.

Criterio de evaluación	Promedio	Porcentaje (%)
Pertinencia del producto elegido	4.7	94%
Correcta identificación del hidrocarburo presente	4.4	88%
Construcción precisa y coherente de la molécula	4.6	92%
Claridad en la exposición y socialización grupal	4.8	96%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 4. Resultados promedio de la sesión 4: modelado aplicado de hidrocarburos en productos cotidianos.



Nota: En la gráfica se observan los resultados promedio de la sesión 4. El criterio con mayor puntaje fue claridad en la exposición y socialización grupal (4.8), seguido de pertinencia del producto elegido (4.7), lo que refleja una apropiación conceptual sólida y habilidades comunicativas desarrolladas. Los demás criterios, identificación

del hidrocarburo (4.4) y construcción del modelo molecular (4.6), evidencian un buen dominio del uso de la aplicación Molecular Constructor y la relación entre teoría y práctica.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados muestran un promedio general de 4.6, lo que indica un nivel de desempeño alto en la mayoría de los grupos. Los estudiantes lograron integrar conceptos teóricos con la práctica digital, fortaleciendo su comprensión sobre la estructura y función de los hidrocarburos. La variación entre criterios fue mínima, lo que evidencia una participación equilibrada y efectiva.

- **Análisis cualitativo**

Durante la sesión, los grupos demostraron autonomía y creatividad al elegir productos cotidianos y justificar su relación con los hidrocarburos. El uso del modelado digital facilitó la visualización tridimensional de las moléculas, permitiendo comprender la conexión entre la estructura química y las propiedades físicas de las sustancias. Además, la socialización final potenció la comunicación científica y el aprendizaje colaborativo, destacándose el interés por aplicar los conocimientos a situaciones reales del entorno.

SESIÓN 5. Infografía educativa.

En esta sesión, los estudiantes consolidaron sus aprendizajes mediante la creación de infografías digitales sobre los hidrocarburos alifáticos y su relación con sustancias de uso cotidiano. El propósito fue evaluar tanto la comprensión conceptual como la capacidad para comunicar la información científica de forma visual y atractiva.

La actividad permitió evidenciar la apropiación del conocimiento y el desarrollo de competencias comunicativas, digitales y creativas, integrando los aprendizajes obtenidos en las sesiones anteriores.

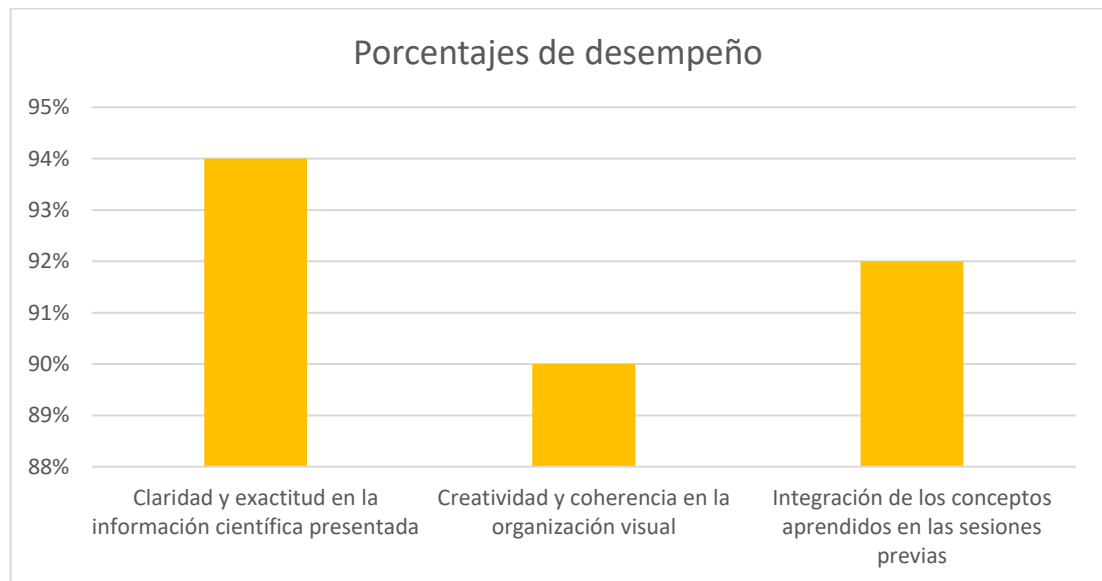
- **Resultados cuantitativos.**

Tabla 11. Porcentajes de desempeño en la elaboración de infografías educativas.

Criterio de valoración	Promedio (1–5)	Porcentaje de logro (%)
Claridad y exactitud en la información científica presentada	4.7	94%
Creatividad y coherencia en la organización visual	4.5	90%
Integración de los conceptos aprendidos en las sesiones previas	4.6	92%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 5. Porcentajes de desempeño en la elaboración de infografías educativas.



Nota: La Gráfica 5 representa el porcentaje de logro alcanzado por los estudiantes en cada uno de los tres criterios evaluados. Se observa un rendimiento equilibrado entre los aspectos conceptuales y visuales, destacando la claridad y exactitud de la información científica (94%) como el criterio con mejor desempeño.

Los valores se mantienen por encima del 90% en todos los casos, lo cual evidencia un dominio sólido de los contenidos y una correcta integración de los aprendizajes previos en la construcción de las infografías.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados evidencian un alto nivel de desempeño general. El 94% de los estudiantes logró presentar información científica clara y exacta, mientras que el 90% demostró creatividad y coherencia visual. La integración de los conceptos trabajados previamente alcanzó un 92%, reflejando una adecuada articulación entre teoría y práctica.

El promedio global fue del 92%, lo que indica que la mayoría de los estudiantes desarrolló productos visuales de excelente calidad.

- **Análisis cualitativo**

Desde una perspectiva cualitativa, se observó que los estudiantes asumieron la elaboración de la infografía como un espacio de expresión creativa y síntesis del conocimiento. La mayoría logró vincular ejemplos cotidianos de los hidrocarburos, fortaleciendo el aprendizaje significativo. Algunos grupos destacaron por el uso innovador de recursos visuales y la claridad conceptual en sus explicaciones.

Como aspecto a mejorar, se sugiere reforzar la gestión del tiempo y la revisión ortográfica antes de la entrega final.

SESIÓN 6. Integración conceptual.

La sexta sesión tuvo como propósito integrar los conceptos fundamentales de los hidrocarburos alifáticos mediante la exposición grupal de los trabajos realizados. Los estudiantes presentaron sus productos digitales (infografías e investigaciones) ante sus compañeros, relacionando los contenidos teóricos con aplicaciones y ejemplos de la vida cotidiana.

Esta sesión permitió evaluar el nivel de apropiación conceptual, la capacidad comunicativa y la articulación entre teoría, práctica y uso de recursos digitales.

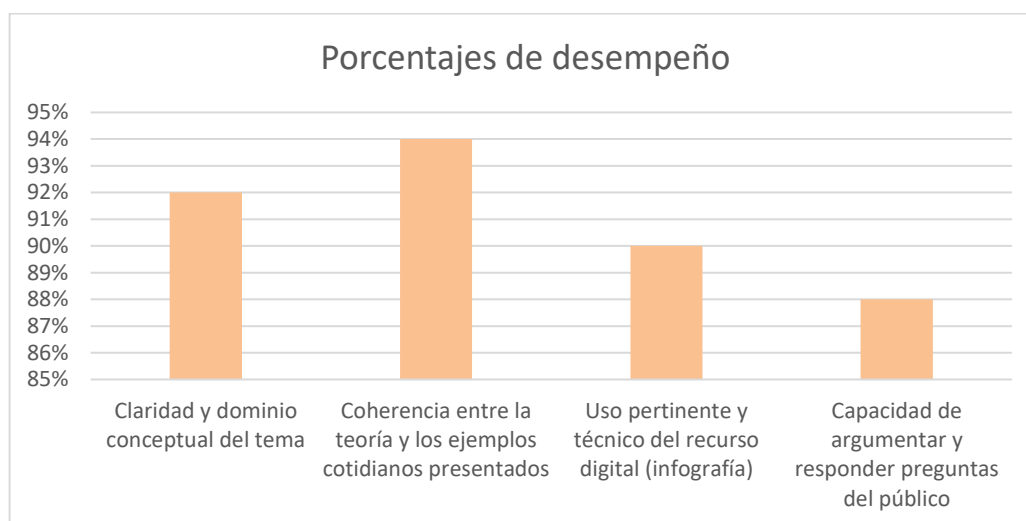
- **Resultado cuantitativo.**

Tabla 12. Resultados promedio por criterio.

Criterio de valoración	Promedio (1–5)	Porcentaje de logro (%)
Claridad y dominio conceptual del tema	4.6	92%
Coherencia entre la teoría y los ejemplos cotidianos presentados	4.7	94%
Uso pertinente y técnico del recurso digital (infografía)	4.5	90%
Capacidad de argumentar y responder preguntas del público	4.4	88%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 6. Porcentajes de desempeño en la exposición e integración conceptual.



Nota: La Gráfica 6 muestra el desempeño de los estudiantes en los cuatro criterios evaluados durante la exposición. Se evidencia un desempeño alto y homogéneo, con valores que oscilan entre el 88% y el 94%.

El criterio con mayor porcentaje fue la coherencia entre teoría y ejemplos cotidianos (94%), lo cual refleja la comprensión significativa del contenido y su relación con la realidad. En contraste, la capacidad de argumentar y responder preguntas (88%)

presentó el valor más bajo, lo que sugiere la necesidad de fortalecer las habilidades comunicativas orales.

- **Análisis cuantitativo**

El promedio general de desempeño fue del 91%, lo que indica un nivel de logro alto en la exposición de los contenidos. La mayoría de los grupos demostró dominio conceptual, uso adecuado de recursos digitales y una integración efectiva entre teoría y práctica. Los porcentajes reflejan la solidez del aprendizaje logrado y la apropiación del conocimiento científico mediante estrategias activas.

- **Análisis cualitativo**

Desde el punto de vista cualitativo, los estudiantes evidenciaron seguridad al explicar los temas y motivación por compartir sus aprendizajes. Las exposiciones mostraron un avance notable en la argumentación científica y en la capacidad para relacionar la química con su entorno.

Sin embargo, algunos grupos presentaron dificultades leves al responder preguntas espontáneas del público, lo que señala la importancia de continuar promoviendo el debate y la expresión oral en contextos académicos.

En general, la sesión consolidó la comprensión conceptual y fortaleció la integración entre contenido, aplicación y comunicación científica.

SESIÓN 7. Evaluación del proyecto final: Autoevaluación y Coevaluación.

La séptima sesión correspondió al momento de cierre evaluativo del proyecto, centrado en la reflexión individual y grupal sobre el proceso de aprendizaje. En esta sesión, los estudiantes aplicaron dos instrumentos: una autoevaluación, orientada al reconocimiento de su propio desempeño, y una coevaluación, destinada a valorar el trabajo de sus compañeros dentro del grupo.

Ambos instrumentos permitieron fortalecer la metacognición, promover la autorregulación del aprendizaje y consolidar la responsabilidad compartida en el desarrollo del proyecto. Los resultados obtenidos evidencian una percepción positiva del proceso, un alto grado de compromiso y una apropiación significativa de los contenidos y las competencias digitales.

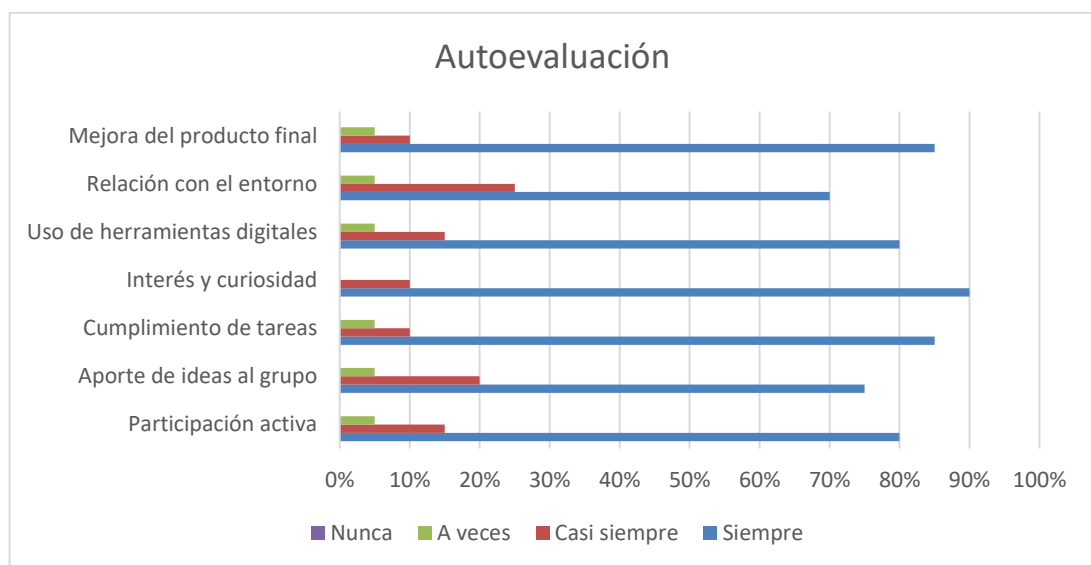
- **Resultados cuantitativos.**

Tabla 13. Resultados de la autoevaluación.

Criterio	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Participación activa	80%	15%	5%	0%
Aporte de ideas al grupo	75%	20%	5%	0%
Cumplimiento de tareas	85%	10%	5%	0%
Interés y curiosidad	90%	10%	0%	0%
Uso de herramientas digitales	80%	15%	5%	0%
Relación con el entorno	70%	25%	5%	0%
Mejora del producto final	85%	10%	5%	0%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 7. Resultados de la autoevaluación.



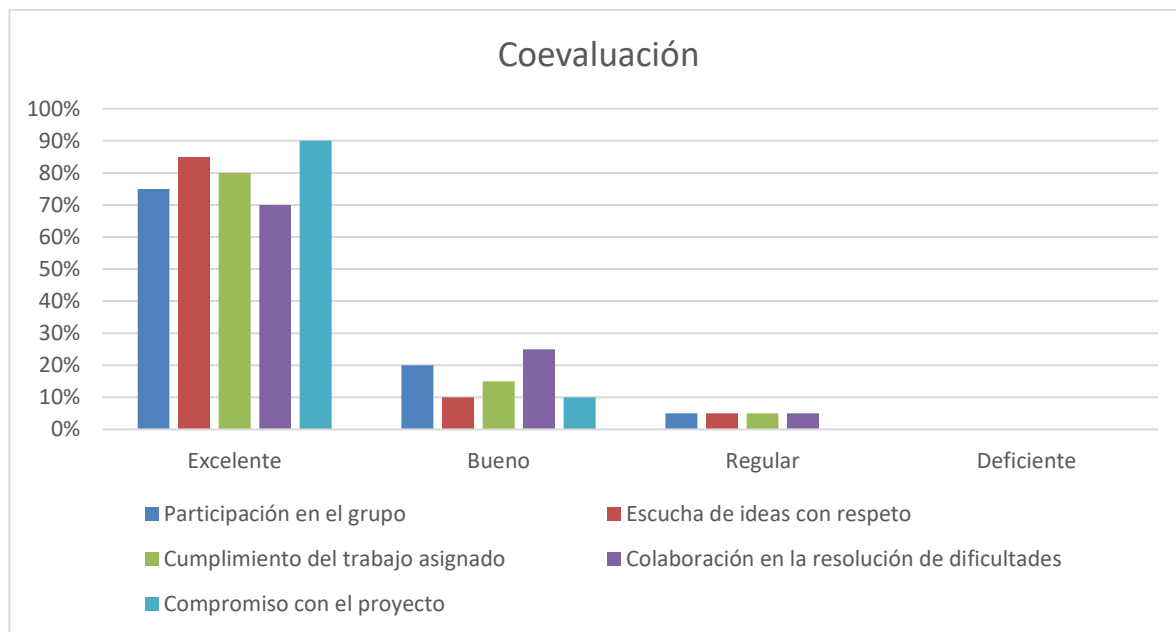
Nota: La gráfica 7 muestra que la mayoría de los estudiantes se ubicó en las categorías “*Siempre*” y “*Casi siempre*”, destacándose la motivación e interés por el tema (90%) y el cumplimiento de tareas (85%) como los indicadores más altos. Esto evidencia una actitud positiva y un alto nivel de compromiso individual a lo largo de la unidad didáctica.

Tabla 14. Resultados de la coevaluación.

Criterio	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
Participación en el grupo	75%	20%	5%	0%
Escucha de ideas con respeto	85%	10%	5%	0%
Cumplimiento del trabajo asignado	80%	15%	5%	0%
Colaboración en la resolución de dificultades	70%	25%	5%	0%
Compromiso con el proyecto	90%	10%	0%	0%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 8. Resultados de la coevaluación.



Nota: La gráfica 8 evidencia una valoración muy favorable entre los compañeros, con predominio de las categorías “*Excelente*” y “*Bueno*”. El criterio mejor valorado

fue el compromiso con el proyecto (90%), seguido de la escucha respetuosa y el cumplimiento del trabajo. Esto refleja una dinámica grupal positiva, basada en el respeto y la colaboración.

- **Análisis general de la sesión**

Los resultados de esta sesión confirman que la integración de procesos de autoevaluación y coevaluación fortaleció la autorregulación del aprendizaje y promovió la responsabilidad compartida. Los estudiantes demostraron conciencia sobre su desempeño, valorando el trabajo individual y colectivo como parte esencial del aprendizaje significativo.

En términos globales, tanto la autoevaluación como la coevaluación evidencian un ambiente de cooperación, respeto y compromiso académico, elementos clave en el desarrollo exitoso de la unidad didáctica virtual.

SESIÓN 8. Evaluación y cierre.

La octava sesión correspondió a la fase de Evaluación dentro del modelo instruccional ADDIE, y tuvo como propósito valorar el impacto general de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor”. En esta sesión, los estudiantes reflexionaron sobre los aprendizajes adquiridos, las habilidades desarrolladas y la utilidad de la propuesta en su vida académica y cotidiana.

El análisis de los resultados se basó en el cuestionario final aplicado a los 21 estudiantes de grado once, mediante un formulario en Google Forms, que integró preguntas abiertas y cerradas, permitiendo un análisis mixto (cuantitativo y cualitativo).

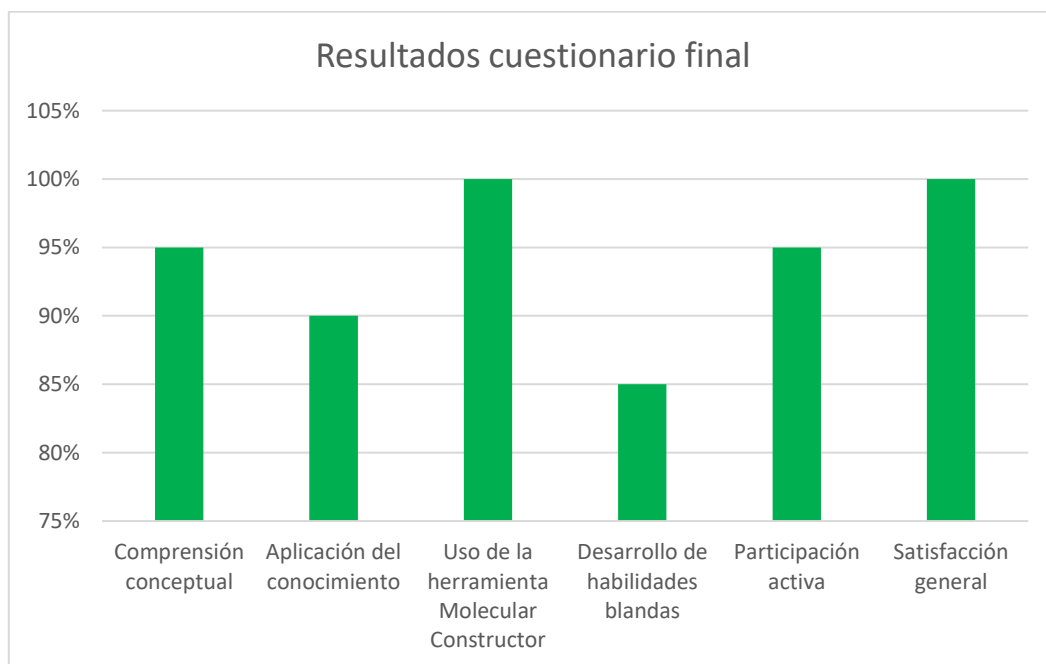
- **Resultados cuantitativos**

Tabla 15. Resultados generales del cuestionario final.

Categoría de análisis	Indicador	% de estudiantes
Comprensión conceptual	Afirman haber comprendido los tipos y estructuras de los hidrocarburos.	95%
Aplicación del conocimiento	Lograron identificar hidrocarburos en sustancias cotidianas.	90%
Uso de la herramienta Molecular Constructor	Consideraron útil o muy útil la aplicación para aprender.	100%
Desarrollo de habilidades blandas	Comunicación, colaboración y resolución de problemas.	85%
Participación activa	Se sintieron parte del grupo durante todo el proyecto.	95%
Satisfacción general	Valoraron positivamente la experiencia didáctica.	100%

Nota: Elaboración propia (2025).

Gráfica 9. Resultados del cuestionario final de cierre del proyecto didáctico.



Nota: El gráfico muestra los porcentajes obtenidos en las principales categorías evaluadas mediante el cuestionario final. Se observa un alto nivel de satisfacción y

comprensión conceptual (superior al 90%), lo que evidencia la efectividad pedagógica de la unidad didáctica. El 100% de los estudiantes manifestó que la herramienta *Molecular Constructor* fue útil para su aprendizaje, mientras que el 85% destacó el desarrollo de habilidades colaborativas. En conjunto, los resultados reflejan una experiencia formativa exitosa y significativa.

- **Análisis cuantitativo**

Los resultados obtenidos en el cuestionario final reflejan una apropiación sólida de los contenidos abordados. Más del 90% de los estudiantes alcanzó niveles altos de desempeño en las categorías de comprensión conceptual, aplicación práctica y participación activa. Este comportamiento cuantitativo indica que la unidad didáctica virtual fue efectiva tanto en el fortalecimiento de competencias científicas como en el desarrollo de habilidades transversales relacionadas con la comunicación y el trabajo colaborativo.

- **Análisis cualitativo**

A partir de las respuestas abiertas, los estudiantes expresaron que el uso del *Molecular Constructor* les permitió “visualizar mejor las moléculas y entender los enlaces químicos”, además de destacar que la metodología basada en proyectos “hizo más interesante aprender química”. Varios manifestaron que la relación con ejemplos cotidianos —como combustibles, jabones o aceites— les ayudó a comprender la utilidad de los hidrocarburos en la vida diaria.

De manera general, los comentarios reflejan motivación, sentido de pertenencia y una visión más cercana de la química como ciencia aplicable a su entorno.

En conclusión, el análisis de resultados evidenció un proceso de aprendizaje progresivo, activo y significativo en los 21 estudiantes participantes. A lo largo de las ocho sesiones, se observó un fortalecimiento conceptual en torno a los hidrocarburos alifáticos, una mejora en la capacidad de aplicar los conocimientos a situaciones cotidianas y un aumento en la motivación hacia el aprendizaje de la

química. La incorporación de las TIC, especialmente mediante la aplicación Molecular Constructor, facilitó la comprensión visual y estructural de las moléculas, potenciando las habilidades digitales y colaborativas de los estudiantes.

Los resultados cuantitativos respaldan la eficacia de la unidad didáctica virtual, mientras que los hallazgos cualitativos destacan su valor pedagógico y su pertinencia dentro de un enfoque basado en proyectos. En conjunto, la experiencia demuestra que es posible integrar las tecnologías digitales y el contexto cotidiano como ejes dinamizadores del aprendizaje científico en la educación media.

10.5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LAS SESIONES 1 Y 7:

La comparación de los resultados entre la Sesión 1 y la Sesión 7 evidencia un progreso notable en la comprensión conceptual, el dominio del lenguaje químico y el uso de herramientas digitales. Mientras que al inicio los estudiantes mostraban conocimientos fragmentados sobre los hidrocarburos alifáticos y dificultades para representar estructuras moleculares, en la fase final demostraron un manejo sólido del modelado, mayor capacidad argumentativa y mayor seguridad al integrar teoría y práctica. De esta manera, la unidad didáctica permitió un avance progresivo hacia aprendizajes más significativos y una apropiación conceptual más profunda.

Los resultados obtenidos responden de manera clara a los objetivos específicos de la investigación y a la pregunta central planteada. La unidad didáctica virtual favoreció la comprensión de los hidrocarburos alifáticos mediante actividades contextualizadas y el uso de tecnologías de modelado molecular, fortaleciendo tanto el aprendizaje conceptual como la motivación y la participación estudiantil. A su vez, la autoevaluación y la coevaluación revelaron un crecimiento en habilidades metacognitivas, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, lo que confirma que la metodología implementada no solo facilitó el aprendizaje, sino que promovió un proceso reflexivo continuado a lo largo del proyecto.

Finalmente, este estudio aporta elementos valiosos al campo de la didáctica de la química y a la innovación educativa, al demostrar que es posible integrar TIC y actividades contextualizadas para suplir limitaciones de infraestructura, como la ausencia de laboratorio. La propuesta fortalece la comunidad científica escolar al promover la apropiación social del conocimiento y al ofrecer un modelo replicable para otras instituciones. Además, muestra cómo el uso de herramientas digitales como Molecular Constructor constituye un recurso pedagógico eficaz y pertinente para la enseñanza de contenidos abstractos, generando aportes significativos para futuras investigaciones y experiencias didácticas en la enseñanza de la química.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

11.1. CONCLUSIONES

El diseño e implementación de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” permitió evidenciar avances significativos en la comprensión y aplicación de los conceptos relacionados con la estructura y nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos en los estudiantes de grado undécimo del Colegio Andino de Tunja tal como se observa en la comparación de los resultados de las sesiones 1 y 7. El uso de herramientas digitales, la contextualización de los contenidos con ejemplos cotidianos y la aplicación de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos favorecieron un aprendizaje más significativo, participativo y vinculado con la realidad de los estudiantes.

El uso de la aplicación digital Molecular Constructor facilitó la visualización y manipulación de las moléculas, permitiendo que los estudiantes comprendieran con mayor claridad la estructura tridimensional, los tipos de enlace y la geometría de los hidrocarburos alifáticos. Esta herramienta fortaleció la comprensión de los conceptos abstractos y contribuyó al desarrollo de habilidades científicas y digitales.

Las actividades de conceptualización inicial (Sesión 2) y las primeras interacciones con la herramienta digital (Sesión 3) mostraron desempeños altos: un 76 % de los estudiantes evidenció comprensión adecuada de los tipos de hidrocarburos, y un 81 % construyó correctamente modelos moleculares simples. Este progreso temprano permitió cimentar aprendizajes significativos, confirmando que la integración de las TIC favorece la visualización y comprensión de estructuras abstractas. La sesión de reconocimiento de sustancias cotidianas (Sesión 4) reforzó el vínculo entre teoría y contexto: un 86 % identificó correctamente hidrocarburos en productos reales, evidenciando logro del objetivo de aprendizaje contextualizado.

La evaluación de los productos elaborados por los estudiantes, como modelos moleculares, infografías y cuestionarios, evidenció avances en la aplicación de las reglas de nomenclatura, en la interpretación de estructuras moleculares y en el uso del lenguaje químico. De igual manera, se fortalecieron competencias transversales como la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico a través del trabajo colaborativo y del uso pedagógico de las TIC.

A nivel comunicativo y competencial, la sesión de infografías (Sesión 5) y la integración conceptual (Sesión 6) mostraron avances importantes en organización de la información, argumentación y divulgación científica. En estas sesiones, más del 80 % de los estudiantes cumplió los criterios de claridad conceptual, coherencia visual y dominio del tema. Esto revela que el proyecto no solo fortaleció el aprendizaje químico, sino también competencias transversales como comunicación, análisis crítico y alfabetización digital.

La experiencia de aprendizaje mediada por herramientas digitales demostró que el uso de las TIC y de actividades contextualizadas puede suplir la ausencia de laboratorios físicos, permitiendo un aprendizaje práctico, interactivo y significativo. Esta propuesta contribuye a la innovación pedagógica en la enseñanza de la química orgánica y puede ser replicada en otros contextos educativos con características similares.

Finalmente, el cuestionario de cierre confirmó el impacto global de la unidad didáctica, con un promedio de respuestas correctas del 84 %, lo que demuestra la apropiación conceptual alcanzada. La comparación entre la Sesión 1 y la Sesión 7 permite afirmar que la propuesta transformó las dificultades iniciales en logros significativos, cumpliendo los objetivos del proyecto y respondiendo de manera directa a la pregunta de investigación. En conjunto, los datos evidencian que el uso articulado de las TIC, los aprendizajes contextualizados y el enfoque ABP

constituyen una estrategia altamente efectiva para la enseñanza de contenidos complejos de química en contextos escolares.

11.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda que el docente se cerciore previamente que todos los estudiantes cuenten con conectividad, debido a que en el momento de la aplicación algunos estudiantes no contaban con plan de datos.

Se recomienda revisar las actividades para que sus tiempos se ajusten a los de la aplicación, pues se excedieron los plazos establecidos y se desarticularon con el calendarios y actividades institucionales.

Se recomienda continuar fortaleciendo el uso pedagógico de las tecnologías digitales en la enseñanza de la química, aprovechando herramientas como Molecular Constructor y otras aplicaciones interactivas que faciliten la visualización de estructuras moleculares y promuevan el aprendizaje activo.

Se recomienda replicar esta propuesta en diferentes instituciones educativas y niveles escolares, con el propósito de comparar resultados y fortalecer la validez pedagógica del modelo de enseñanza utilizado.

Finalmente, se recomienda a las instituciones educativas apoyar la implementación de proyectos innovadores basados en el uso de las TIC y en metodologías activas, garantizando el acceso a recursos tecnológicos y la formación docente continua para su adecuado aprovechamiento.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Rojas, N. (2023). Diseño de una herramienta pedagógica para la enseñanza de la nomenclatura y propiedades de los hidrocarburos que contribuya al desarrollo del pensamiento creativo [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- AIP Conference Proceedings. (2021). Development of online teaching materials with augmented reality for hydrocarbon topics. AIP Publishing.
- Algumedo Romaña, C. A. (2020). Elaboración de jabones artesanales con aceite usado como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales a través de aprendizaje basado en proyectos [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana].
- Altamirano, A. (2020). El uso de la tecnología educativa como herramienta para el perfeccionamiento pedagógico. Educación Química.
- Ausubel, D. P. (2000). The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Springer.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Bloom, B. S. (1976). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. McKay.

- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 369–398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Casola, F. (2021). Herramientas TAC para la optimización de la enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación en Ciencias*.
- CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines Version 2.2. <https://udlguidelines.cast.org>
- Chang, R., & Goldsby, K. (2016). *Química* (12.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Dalgarno, B., Bishop, A., Adlong, W., & Bedgood, D. (2023). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. Bilkent University Repository.
- Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research*, 6(2), 80–88.
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill Interamericana.
- Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Morata.
- Esteban Muñoz, J. A., Riveros Toro, C. M., & Rodríguez Hernández, B. F. (2021). Propuesta de enseñanza con enfoque CTS para la enseñanza de compuestos carbonílicos abordando una situación didáctica contextualizada y el uso de TPL con estudiantes de educación media del Colegio Cultura Popular IED [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].

- Gutiérrez, R., López, M., Arellano, J., Pérez, M., & González, L. (2009). Química orgánica: Aprende haciendo. Pearson Educación.
- Hernández, F. (2006). Transposición didáctica y aprendizaje significativo: El diseño de unidades didácticas en el aula. Paidós.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Journal of Chemical Education. (2022). Digital learning platforms for teaching hydrocarbons: Effects on student engagement and conceptual mastery.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). Cómo planificar la investigación-acción. Laertes.
- Lewin, K. (1948). Resolución de conflictos sociales. Morata.
- López, R., & Ramírez, C. (2021). La herramienta interactiva Liveworksheet como recurso didáctico en química. Revista de Tecnología Educativa.
- López, R., & Ramírez, C. (2021). Implementación de estrategias didácticas basadas en TIC para fortalecer el aprendizaje de la química en educación media [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].
- Martínez, J., & Gómez, L. (2020). Principais dificultades apontadas no ensino-aprendizaje de química. Revista de Enseñanza de las Ciencias.

- Martínez, J., & Gómez, L. (2020). Estrategias de contextualización para la enseñanza de la química orgánica con estudiantes de educación básica y media [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- McMurry, J. (2014). Química orgánica (7.^a ed.). Cengage Learning.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Lineamientos curriculares: Ciencias naturales y educación ambiental. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales: Guía 7. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). Competencias TIC para el desarrollo profesional docente. MEN.
- Molenda, M. (2003). In Search of the elusive ADDIE Model. *Performance Improvement*, 42(5), 34–36. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508>
- Perkins, D. N. (1992). *Smart schools: From training memories to educating minds*. The Free Press.
- Pérez, L., & Rojas, C. (2018). Elaboración de jabones artesanales como estrategia pedagógica para la enseñanza de las reacciones químicas a partir de sustancias cotidianas [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].
- Petrucci, R., Herring, F., Madura, J., & Bissonnette, C. (2017). Química general (11.^a ed.). Pearson Educación.

- Piaget, J. (1983). La psicología de la inteligencia. Paidós.
- Prensky, M. (2011). Enseñar a nativos digitales: Una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento. Ediciones SM.
- Restrepo, B. (2014). La investigación-acción en el aula. Magisterio.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). Metodología de la investigación: Rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Science Education Review. (2020). Interactive 3D molecular models as a tool for improving understanding of organic structures.
- Stringer, E. T. (2011). La investigación-acción participativa en educación. Pearson Educación.
- Teplukhin, A. (s. f.). Molecular Constructor [Aplicación de software]. <https://molconstr.com>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Buck Institute for Education.
- Tyler, R. W. (2011). Principios básicos del currículo y la enseñanza. Paidós.
- Unidad didáctica virtual creada por el autor. (2025). Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor [Sitio web]. <https://sites.google.com/view/unidadprofesorsergiojimenez/presentación>

- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). ASCD.

13. ANEXOS

En esta sección se presentan los instrumentos, documentos y recursos complementarios utilizados durante la implementación y validación de la unidad didáctica virtual “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor”.

Los anexos incluyen las rúbricas de evaluación, cuestionarios diagnósticos y finales, formatos de autoevaluación y coevaluación, así como la carta de validación técnica de la unidad didáctica. Estos instrumentos respaldan los procesos de recolección y análisis de la información presentados en el cuerpo del documento.

A. ANEXO: Encuesta diagnóstica de conocimientos previos.

ENCUESTA

Instrumento aplicado al inicio de la investigación para identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre hidrocarburos alifáticos y su nivel de acceso a herramientas tecnológicas.

- Formato: Google Forms
- Población: 21 estudiantes de grado once
- Contenido: Preguntas de selección múltiple y abiertas sobre conceptos básicos, uso de TIC y ejemplos de sustancias cotidianas.

DIAGNÓSTICO INICIAL – PROYECTO SOBRE HIDROCARBUROS Y SUSTANCIAS DEL ENTORNO

Seleccione la opción que mejor represente tu respuesta. No hay respuestas buenas o malas, lo importante es que respondas con sinceridad. Esta información será usada únicamente con fines académicos y será tratada de forma confidencial.

1. ¿Tienes acceso regular a internet en tu casa?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

2. ¿Tienes acceso a internet en la institución educativa?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

3. ¿Cuál es tu principal medio de conexión a internet?

Marca solo un óvalo.

- Celular con datos
- WiFi en casa
- WiFi en otros lugares
- No tengo acceso regular

4. ¿Con qué dispositivos cuentas para estudiar? (puedes marcar más de uno)

Selecciona todos los que correspondan.

- Teléfono inteligente
- Tablet
- Computador portátil
- Computador de escritorio
- Ninguno

5. ¿Tu teléfono móvil tiene un plan de datos activo regularmente?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

6. ¿Con qué frecuencia usas internet para actividades académicas?

Marca solo un óvalo.

- Todos los días
- 2 a 3 veces al día
- Casi nunca

7. ¿Te sientes cómodo/a utilizando herramientas tecnológicas para aprender química?

Marca solo un óvalo.

- Si
- A veces
- No

CONOCIMIENTOS PREVIOS EN QUÍMICA ORGÁNICA

8. ¿Sabes qué son los hidrocarburos?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

He escuchado el término, pero no se bien que son

9. ¿Te han explicado alguna vez qué es un hidrocarburo alifático?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

10. ¿Qué tan fácil te parece aprender química orgánica?

Marca solo un óvalo.

- Facil
- Regular
- Dificil

11. ¿Has usado alguna vez una aplicación para construir o visualizar moléculas?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

12. ¿Te gustaría aprender química mediante el uso de herramientas digitales y proyectos prácticos? Marca solo un óvalo.

- Si
- No
- No estoy seguro/a

B. ANEXO: Guía de estudio: Introducción a los hidrocarburos alifáticos.

Material digital elaborado para la segunda sesión de la unidad didáctica, que incluye conceptos básicos, clasificación y propiedades de los hidrocarburos, con ejemplos cotidianos y esquemas visuales.

- Formato: Página web alojada en Google Sites.

¿Qué son los hidrocarburos alifáticos? – Guía de estudio

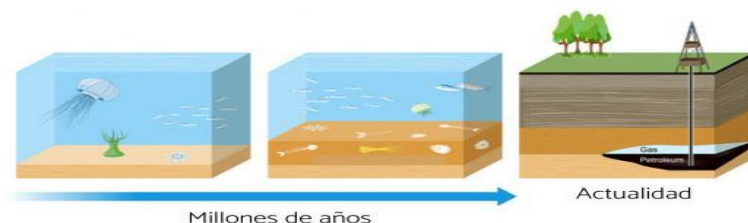
Objetivo

Proporcionar una introducción conceptual a los hidrocarburos alifáticos, sus tipos, características estructurales y presencia en sustancias cotidianas, como base para su posterior representación molecular y análisis contextualizado.

¿Qué aprenderás con esta guía?

- Qué son los hidrocarburos
- Cómo se clasifican los hidrocarburos alifáticos.
- Ejemplos de alcanos, alquenos y alquinos.
- Cómo se nombran los hidrocarburos de forma sencilla.
- Dónde podemos encontrarlos en la vida cotidiana

1. ¿Qué son los hidrocarburos?



Nota: Imagen tomada de la web.

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados exclusivamente por átomos de carbono (C) e hidrógeno (H). Constituyen la base de muchas sustancias

derivadas del petróleo y el gas natural. Su estructura puede variar desde formas simples como el metano (CH_4), hasta compuestos complejos con cadenas ramificadas o enlaces múltiples (Brown et al., 2014).

Desde la química orgánica, los hidrocarburos representan una de las familias fundamentales para el estudio de los compuestos del carbono, debido a su abundancia, variedad estructural y aplicaciones prácticas (McMurry, 2012).

2. Clasificación de los hidrocarburos alifáticos

Los hidrocarburos alifáticos, como los alcanos, alquenos y alquinos, son clasificados en función del tipo de enlace entre sus átomos de carbono. Los alcanos contienen únicamente enlaces simples, los alquenos poseen al menos un enlace doble, y los alquinos incluyen al menos un enlace triple en su estructura molecular. Estos distintos tipos de enlaces influyen en las propiedades físicas y químicas de cada familia de hidrocarburos, determinando su reactividad y su uso en aplicaciones cotidianas, como combustibles y solventes (McMurry, 2008; Gutiérrez et al., 2009).

A continuación, se presenta una tabla que resume las características de cada tipo de hidrocarburo alifático, incluyendo el grupo funcional, el nombre de la familia química, un ejemplo representativo y observaciones adicionales:

Grupo funcional	Nombre del grupo funcional y de la familia química a la que pertenece	Ejemplo	Observaciones
Hidrocarburos			
R-H	alcanos	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$	Una cadena de carbonos e hidrógenos con enlaces simples.
R-CH=CH-R	alquenos	$\text{CH}_2\text{=CH}_2$	Una cadena de carbonos e hidrógenos con al menos un enlace doble.
$\text{R-C}\equiv\text{C-R}$	alquinos	$\text{H-C}\equiv\text{C-H}$	Una cadena de carbonos e hidrógenos con al menos un enlace triple.

Nota: Figura adaptada de "Química orgánica: Aprende haciendo" (p. 43), por A. Gutiérrez, J. López, M. Arellano, C. Pérez, y R. González, 2009, Pearson Educación.

Nomenclatura básica

Para nombrar los hidrocarburos, se utiliza un prefijo que indica el número de átomos de carbono en la cadena y un sufijo que señala el tipo de enlace predominante:

Nº de carbonos	Prefijo	Ejemplo de alcano	Fórmula molecular
1	Met-	Metano	CH ₄
2	Et-	Etano	C ₂ H ₆
3	Prop-	Propano	C ₃ H ₈
4	But-	Butano	C ₄ H ₁₀
5	Pent-	Pentano	C ₅ H ₁₂

Nota: elaboración propia.

En función del tipo de enlace, los sufijos serán:

- “-ano” para alcanos
- “-eno” para alquenos
- “-ino” para alquinos

(Gutiérrez et al., 2009)

4. Hidrocarburos en la vida cotidiana

Los hidrocarburos tienen diversas aplicaciones y están presentes en múltiples productos del entorno:

- El **gas de cocina** (GLP) contiene propano y butano.
- La **gasolina y el diésel** están compuestos por mezclas de hidrocarburos de 5 a 12 carbonos.
- **Disolventes**, como los usados en pinturas, contienen compuestos alifáticos volátiles.
- Muchos **plásticos** se derivan de alquenos como el eteno (polietileno).

Estos compuestos, si bien útiles, también pueden ser contaminantes si no se gestionan adecuadamente (Brown et al., 2014; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

5. Pregunta orientadora:

¿Qué ventajas y riesgos tiene el uso frecuente de productos con hidrocarburos en nuestro entorno?

Bibliografía.

1. Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2014). *Química: La ciencia central* (12.^a ed.). Pearson Educación.
2. Gutiérrez, M., López, N., Arellano, M., Pérez, J., & González, L. (2009). *Química orgánica: Aprende haciendo*. Pearson Educación.
3. McMurry, J. (2012). *Química orgánica* (7.^a ed.). Cengage Learning.
4. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía para el manejo de hidrocarburos en el entorno urbano*. Bogotá: MADS

Elaboró: Sergio Jiménez Docente de Química y Biología.

C. ANEXO: Guía práctica del uso de la aplicación Molecular Constructor.

Documento que orienta a los estudiantes en la instalación, exploración y construcción de modelos moleculares tridimensionales utilizando la aplicación gratuita Molecular Constructor.

- Formato: Guía digital en PDF y recurso virtual en Google Sites.

Guía práctica: Explorando Molecular Constructor

Sesión 3 – Unidad didáctica de hidrocarburos

¿Qué es Molecular Constructor?

Es una aplicación gratuita disponible en la Play Store que permite construir modelos moleculares en 3D. Con esta herramienta podrás visualizar estructuras de hidrocarburos, observar sus enlaces y manipular las moléculas desde distintos ángulos.

Pasos para usar la app

1. Instalación

- Descarga la app desde la Play Store:
- [\[https://play.google.com/store/apps/details?id=org.openscience.jchempaint\]](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.openscience.jchempaint)

2. Pantalla principal

- Verás una tabla periódica y un espacio de trabajo en blanco.
- Selecciona el **átomo de carbono (C)** para comenzar a construir.

3. Agregar átomos

- Haz clic sobre el espacio de trabajo para añadir átomos.
- Para enlazarlos, selecciona uno y arrástralo hacia otro.

4. Cambiar el tipo de enlace

- Una vez conectado un átomo, haz clic sobre el enlace para cambiarlo:
 - 1 toque: enlace simple (–)
 - 2 toques: doble (=)

- 3 toques: triple (\equiv)
5. **Agregar hidrógenos**
 - Elige el átomo de hidrógeno (H) y colócalo en los lugares libres según la valencia del carbono.
 6. **Mover la molécula en 3D**
 - Usa dos dedos para rotar o acercar la estructura.
 7. **Guardar la molécula (opcional)**
 - Toma una captura de pantalla desde el celular o usa la opción de exportar si está habilitada.

Ejercicios prácticos de construcción

Construye las siguientes moléculas en parejas. Toma una captura de cada una y nómbralas correctamente. (Recuerda subir la captura a la presentación en Power Point que está ubicada en la parte inferior, ten en cuenta el ejemplo mencionado)

Compuesto	Tipo de hidrocarburo	Fórmula molecular
Metano	Alcano (enlace simple)	CH ₄
Etano	Alcano	C ₂ H ₆
Eteno	Alqueno (doble enlace)	C ₂ H ₄
Etino	Alquino (triple enlace)	C ₂ H ₂

Nota: Elaboración propia.

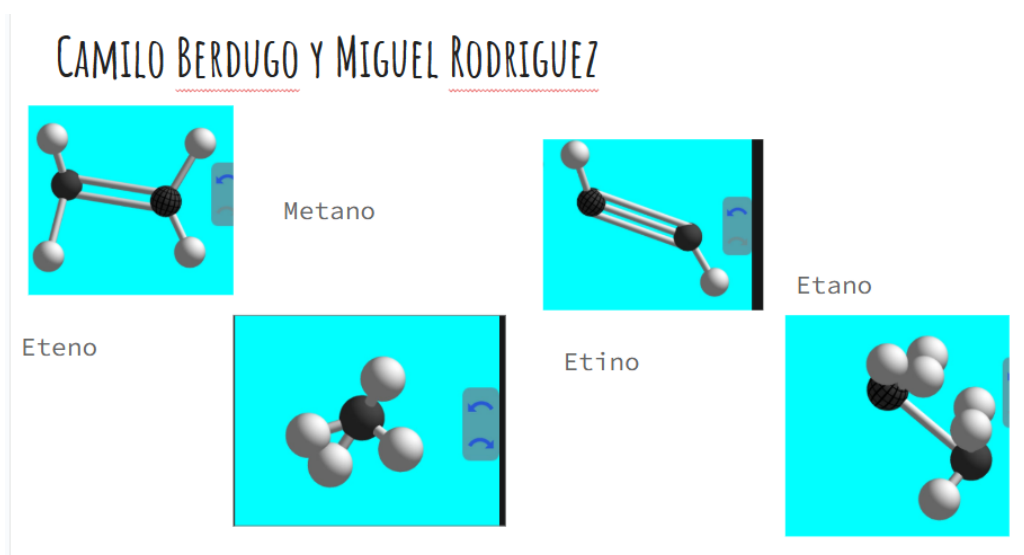
Registro de actividad

1. ¿Qué fue lo más fácil al usar la app?
2. ¿Qué dificultades tuvieron y cómo las resolvieron?
3. ¿Qué observaron sobre la forma de los enlaces?
4. ¿En qué les ayudó este ejercicio a entender los hidrocarburos?

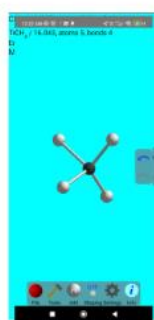
Elaboró: Sergio Jiménez Docente de Química y Biología.

D. ANEXO: Registro de modelado molecular.

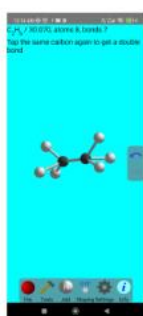
Plantilla digital utilizada por los estudiantes para documentar los compuestos seleccionados, el tipo de hidrocarburo identificado y la representación construida con Molecular Constructor.



SAMUEL LOZANO MORA Y SEBASTIÁN CONTRERAS



METANO



ETANO



ETENO



ETINO

E. ANEXO: Tabla comparativa: Alcanos, alquenos y alquinos

Actividad desarrollada en la sesión 2 para analizar las semejanzas y diferencias entre los tipos de hidrocarburos.

Característica	Alcanos	Alquenos	Alquinos
Tipo de enlace	Simple	Doble	Triple
Fórmula general	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
Ejemplo de fórmula molecular	C_3H_8	C_3H_6	C_3H_4
Ejemplo de nombre	Butano	Buteno	Butino
Estado físico a temperatura ambiente	$C < 4 =$ gaseoso, $5 < C < 17 =$ líquido, $C > 17 =$ sólido	Gases o líquidos	Gases o líquidos
Aplicación cotidiana	Combustibles (gas natural)	Producción de plásticos	Soldaduras

Tabla comparativa:

Característica	Alcanos	Alquenos	Alquinos
Tipo de enlace	Solo enlaces sencillos (C-C)	Al menos un doble enlace (C=C)	Al menos un triple enlace (C≡C)
Fórmula general	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}
Ejemplo de fórmula molecular	C_4H_{10}	C_2H_4	C_2H_2
Ejemplo de nombre	Butano	Eteno (etileno)	Etino (acetileno)
Estado físico a temperatura ambiente	Hasta 4 son gases; del 5 al 17 líquidos; de cadena larga, sólidos	Gases o líquidos	Gases o líquidos
Aplicación cotidiana	Gas doméstico, combustible (gasolina)	Producción de plásticos (polietileno)	Soldadura con oxiacetileno

F. ANEXO: Rúbricas de evaluación por sesión

Compilado de los instrumentos de evaluación utilizados en cada fase de la unidad didáctica:

Tabla 16 A. Rúbrica de participación – Sesión 2 (Conceptualización inicial de los hidrocarburos).

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Comprensión de los conceptos básicos	Demuestra dominio total de los conceptos teóricos y los aplica correctamente.	Maneja adecuadamente los conceptos con pocas imprecisiones.	Muestra comprensión parcial de los conceptos.	Presenta vacíos conceptuales evidentes.	No demuestra comprensión de los conceptos.
Aporte de ideas durante la discusión	Participa activamente con aportes pertinentes y bien argumentados.	Aporta ideas relevantes de manera constante.	Interviene ocasionalmente con aportes adecuados.	Participa con aportes limitados o poco claros.	No participa o sus aportes son incorrectos.
Relación entre conceptos teóricos y ejemplos cotidianos	Relaciona con precisión los conceptos con ejemplos reales del entorno.	Realiza relaciones adecuadas entre teoría y práctica.	Establece relaciones básicas entre los conceptos y la vida cotidiana.	Sus relaciones son poco claras o incompletas.	No logra relacionar los conceptos con ejemplos.
Trabajo colaborativo dentro del grupo	Colabora eficazmente, respeta roles y contribuye al logro grupal.	Coopera con su grupo y cumple con su rol asignado.	Participa con apoyo parcial al grupo.	Se muestra pasivo o con baja participación grupal.	No coopera o genera conflictos dentro del grupo.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 17 A. Rúbrica de modelado molecular – Sesión 3 (Aplicación con Molecular Constructor)

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Representación estructural de la molécula	Construye la molécula con precisión total, respetando enlaces y geometría.	Presenta la estructura correcta con mínimos errores.	Representa parcialmente la estructura.	Comete errores notables en los enlaces o geometría.	No logra representar correctamente la molécula.
Identificación del tipo de enlace	Identifica y explica correctamente todos los enlaces presentes.	Identifica la mayoría de los enlaces con precisión.	Reconoce algunos enlaces correctamente.	Tiene dificultades para reconocer los tipos de enlace.	No identifica los enlaces correctamente.
Trabajo colaborativo y comunicación	Mantiene excelente comunicación con su grupo, promoviendo el trabajo conjunto.	Participa activamente con buena comunicación grupal.	Colabora de forma aceptable.	Participa de manera limitada.	No coopera o genera conflictos.
Claridad y coherencia en la presentación	Expone el modelo con claridad, usando lenguaje técnico adecuado.	Presenta con buena claridad y uso de términos científicos.	Comunica ideas generales con algunos errores.	Su exposición es poco clara o confusa.	No logra explicar adecuadamente su trabajo.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 18 A. Rúbrica de modelado aplicado – Sesión 4 (Reconocimiento de sustancias cotidianas).

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Pertinencia del producto elegido	Selecciona un producto cotidiano con hidrocarburos de manera precisa y contextualizada.	El producto seleccionado o es adecuado y relevante.	Selecciona un producto común, pero con poca relación con el tema.	El producto elegido tiene escasa pertinencia.	No selecciona un producto adecuado.
Identificación del hidrocarburo presente	Identifica correctamente el tipo de hidrocarburo en el producto.	Identifica el hidrocarburo con pequeños errores.	Realiza identificación parcial del compuesto.	Presenta errores importantes en la identificación.	No logra identificar el hidrocarburo.
Construcción de la molécula en la aplicación	Representa correctamente la molécula en <i>Molecular Constructor</i> .	Realiza una construcción adecuada con detalles menores por mejorar.	La estructura tiene errores leves.	La construcción es incompleta o confusa.	No logra construir la molécula.
Claridad en la exposición grupal	Explica con dominio y coherencia el proceso realizado.	Comunica las ideas con claridad y seguridad.	Explica con algunas imprecisiones.	Su exposición es poco organizada.	No logra comunicar el proceso adecuadamente.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 19 A. Rúbrica de evaluación de infografías – Sesión 5 (Infografía educativa).

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Claridad y exactitud de la información científica	La información es totalmente veraz, precisa y comprensible.	Presenta información correcta con leves errores.	Contiene información parcialmente correcta.	La información presenta confusión o errores notables.	La información es incorrecta o incompleta.
Creatividad y organización visual	La infografía presenta excelente diseño visual, equilibrio y atractivo.	Diseño adecuado con buena coherencia visual.	Diseño simple pero comprensible.	Presenta organización confusa o poco estética.	Diseño desorganizado o ilegible.
Integración de los conceptos aprendidos	Integra con claridad los conceptos de las sesiones previas.	Relaciona la mayoría de los conceptos con coherencia.	Integra algunos conceptos básicos.	Muestra escasa conexión con los aprendizajes previos.	No integra conceptos aprendidos.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 20 A. Rúbrica de exposición e integración conceptual – Sesión 6

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Claridad y dominio conceptual	Expone con precisión, dominio total del tema y vocabulario científico.	Explica con claridad, mostrando comprensión sólida.	Maneja parcialmente e los conceptos.	Presenta errores frecuentes o inseguridad.	No demuestra comprensión del tema.
Coherencia entre teoría y práctica	Relaciona adecuadamente e conceptos con ejemplos reales.	Realiza relaciones pertinentes en la mayoría de los casos.	Presenta conexiones básicas.	Relaciona de manera superficial o confusa.	No relaciona teoría con práctica.
Uso del recurso digital (infografía)	Utiliza el recurso digital de forma técnica y pertinente.	Usa adecuadamente e el recurso con leves fallas.	Utiliza el recurso de manera básica.	Uso limitado o con dificultades técnicas.	No utiliza correctamente e el recurso digital.
Capacidad de argumentar y responder preguntas	Responde con argumentos sólidos y ejemplos claros.	Contesta correctamente la mayoría de las preguntas.	Responde parcialmente e o con vacilaciones.	Presenta dificultades para argumentar.	No logra responder con fundamentos.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 21 A. Rúbrica de evaluación del proyecto final – Sesión 7.

Criterio de evaluación	Excelente (5)	Sobresaliente (4)	Aceptable (3)	Básico (2)	Insuficiente (1)
Integración entre teoría y práctica	Integra con claridad los conceptos y las actividades del proyecto.	Realiza integración adecuada con leves errores.	Integra parcialmente la información.	La relación teoría-práctica es débil.	No logra integrar teoría y práctica.
Calidad de los modelos e infografía	Los modelos e infografía presentan precisión científica y diseño estético.	Cumplen con buena calidad y coherencia.	Presentan calidad aceptable con fallas menores.	Calidad baja o incompleta.	No cumplen con los criterios establecidos.
Organización del portafolio grupal	El portafolio está completamente estructurado, coherente y bien presentado.	Presenta buena organización con pocos errores.	Estructura general aceptable.	Desorganizado o con partes omitidas.	No entrega portafolio o lo presenta incompleto.
Pertinencia de los ejemplos cotidianos	Ejemplos seleccionados son apropiados y contextualizados.	Ejemplos adecuados y comprensibles.	Ejemplos generales con poca relación.	Ejemplos poco pertinentes.	Ejemplos incorrectos o sin relación.

Fuente: Elaboración propia (2025).

G. ANEXO: Instrumentos de autoevaluación y coevaluación

Formularios digitales aplicados durante la sesión 7 para valorar la participación individual y el trabajo colaborativo en el proyecto.

Instrumentos incluidos:

- Autoevaluación individual
- Coevaluación grupal

AUTOEVALUACIÓN

Tabla 22 A. Rúbrica de Autoevaluación del Proyecto Didáctico.

Criterio de valoración	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Participé activamente en todas las sesiones del proyecto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aporté ideas útiles al equipo durante las actividades.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cumplí con las tareas asignadas a tiempo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mostré interés y curiosidad por el tema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilicé correctamente las herramientas digitales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relacioné los conceptos aprendidos con mi entorno.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me esforcé por mejorar la calidad del producto final.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia (2025).

COEVALUCIÓN

Tabla 23 A. Rúbrica de Coevaluación del Proyecto Didáctico.

Criterio de valoración	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
Participó activamente en el equipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escuchó las ideas de los demás con respeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cumplió con su parte del trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ayudó a resolver dificultades o dudas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mostró compromiso con el proyecto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia (2025).

H. ANEXO: Cuestionario final de cierre del proyecto}

Instrumento aplicado en la sesión 8 para valorar los aprendizajes logrados sobre los hidrocarburos alifáticos y la apropiación del uso del modelado molecular.

- Formato: Google Forms.
- Tipo de preguntas: selección múltiple y abiertas.

CUESTIONARIO DE CIERRE DEL PROYECTO DIDÁCTICO: HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y MODELADO MOLECULAR

1. Nombre completo
2. ¿Qué conceptos nuevos aprendiste sobre los hidrocarburos alifáticos?
3. ¿Cuál fue la actividad que más te ayudó a comprender el tema?
4. Menciona un ejemplo de cómo identificaste un hidrocarburo en una sustancia cotidiana.
5. ¿Cómo calificarías el uso de la aplicación *Molecular Constructor* en tu aprendizaje?

Marca solo un óvalo.

- Muy útil
- Útil
- Poco útil
- No fue útil
-

6. ¿Qué dificultades tuviste al usar *Molecular Constructor*, si tuviste alguna?
7. ¿Qué habilidades desarrollaste al trabajar en equipo durante el proyecto? Marca todas las que apliquen.

Selecciona todos los que correspondan.

- Comunicación
- Colaboración
- Organización
- Toma de decisiones
- Resolución de problemas
- Otro:

8. ¿Te sentiste parte activa del grupo durante el desarrollo del proyecto? 1= Nada / 5=

Mucho

- 1 2 3 4 5
9. ¿Qué parte del proyecto te pareció más útil para tu vida cotidiana o académica?
 10. ¿Qué mejorarías de esta experiencia didáctica?
 11. En una palabra, ¿cómo resumirías tu experiencia en esta unidad?

J. ANEXO: Cronograma de aplicación de la unidad didáctica

Tabla que presenta las fechas, fases y sesiones en que se implementó la unidad didáctica “Explorando los hidrocarburos alifáticos desde lo cotidiano con Molecular Constructor” con los 21 estudiantes de grado once.

Tabla 24 A. Cronograma de desarrollo de la unidad didáctica.

K. SEMANA	SESIÓN	ACTIVIDAD	INSTRUMENTOS
1	1	Presentación de la unidad. Aplicación de la encuesta diagnóstica. Socialización del propósito del proyecto. Exploración previa de conocimientos de hidrocarburos.	Encuesta diagnóstica (Google Forms). Diario de campo docente.
1	2	Revisión de conceptos básicos de hidrocarburos alifáticos. Actividad de introducción con ejemplos cotidianos.	Cuaderno de notas. Registro fotográfico.
2	3	Guía teórica: estructura, nomenclatura y clasificación de hidrocarburos. Trabajo en parejas. Lectura comprensiva y creación de resumen gráfico.	Guía diligenciada. Actividad de repaso en quiz corto.

2	4	Actividad práctica: diseño de moléculas con Molecular Constructor. Comparación con estructuras reales de productos domésticos.	Capturas de pantalla de las moléculas. Rúbrica de actividad práctica.
3	5	Actividad integradora: elaboración de una infografía en Canva sobre las sustancias construidas. Desarrollo de guía de trabajo.	Infografía. Guía de trabajo. Rúbrica de infografía.
3	6	Socialización de infografías. Realimentación colectiva. Autoevaluación individual.	Rúbrica de autoevaluación. Rúbrica de coevaluación.
4	7	Desarrollo del proyecto final: aplicación de los conceptos aprendidos en una problemática contextual (ej. uso de combustibles o productos de limpieza).	Desarrollo del proyecto. Registro escrito y visual del proceso.
4	8	Presentación del proyecto final. Evaluación por parte del	Rúbrica de proyecto final. Cuestionario de cierre. Diario de campo docente.

		docente y reflexión grupal. Aplicación del cuestionario de cierre (Google Forms).	
--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia (2025).