



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Máster Universitario en Didáctica de la Física y la Química
en Educación Secundaria y Bachillerato

**Diseño de una estrategia didáctica para la
enseñanza de las Leyes de los Gases a
través de un Biodigestor Artesanal para
grado décimo en el área de química.**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Erika Bravo Fierro
Tipo de trabajo:	Propuesta didáctica para la enseñanza formal
Director/a:	Amparo Ferrero Sanchis
Fecha:	11 de Septiembre, 2025

Resumen

El presente trabajo desarrolla una propuesta didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la enseñanza de las leyes de los gases con estudiantes del grado décimo. Esta, se encuentra articulada con la construcción de un biodigestor artesanal alimentado con residuos sólidos orgánicos, a través del cual, los estudiantes explorarán los conceptos de presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia, aplicando las leyes de los gases (Boyle, Charles y ley general de los gases ideales). La propuesta busca responder a las dificultades y necesidades conceptuales presentes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de estos contenidos, promoviendo un aprendizaje significativo mediante el uso de metodologías activas que permiten la experimentación, la investigación y la resolución de problemas del contexto que favorecen el desarrollo de habilidades científicas, comunicativas y sociales. El diseño de la secuencia didáctica incorpora estrategias evaluativas diagnósticas, formativas y sumativas, que se logran a través de diferentes instrumentos de evaluación como rúbricas de calificación, autoevaluación y coevaluación. Los resultados esperados con esta propuesta son el fortalecimiento de la alfabetización científica, la potencialización del sentido crítico y el desarrollo de las habilidades sociales, comunicativas y científicas, así como el fomento de la conciencia ambiental y la protección del medio ambiente.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, leyes de los gases, biodigestor artesanal, química, educación secundaria.

Abstract

This didactic proposal is based on the Project-Based Learning (PBL) theory for the teaching of gas laws with tenth-grade students. This proposal is also articulated around the construction of a homemade biodigester fueled with organic solid waste, in which students explore the concepts of pressure, volume, temperature, and amount of substance by applying the gas laws (Boyle's Law, Charles's Law, and the general ideal gas law). Moreover, it seeks to address the conceptual difficulties and needs in the teaching–learning process of these topics by promoting meaningful learning through active methodologies that enable experimentation, inquiry, and the resolution of context-based problems, which fosters the development of scientific, communicative, and social skills. The design of the didactic sequence incorporates diagnostic, formative, and summative evaluation strategies, that are implemented through various assessment tools such as grading rubrics, self-assessment, and peer assessment. The expected outcomes of this proposal include the strengthening of scientific literacy, the improvement of critical thinking, and the development of social, communicative, and scientific skills, as well as the promotion of environmental awareness and the protection of the environment.

Keywords: project-based learning, gas laws, homemade biodigester, chemistry, secondary education.

Índice de contenidos

1.	Introducción	1
1.1.	Justificación y planteamiento del problema	1
1.2.	Objetivos del TFE.....	3
1.2.1.	Objetivo general	3
1.2.2.	Objetivos específicos	3
2.	Marco teórico.....	5
2.1.	El aprendizaje de las leyes de los gases en el aula de física y química	5
2.1.1.	Las dificultades en la enseñanza de la química	5
2.1.2.	Dificultades de aprendizaje de las leyes de los gases	5
2.2.	El aprendizaje basado en proyectos (ABP)	7
2.2.1.	Características del ABP	8
2.2.2.	Ventajas y desventajas del ABP.....	11
2.3.	El uso de biodigestores para la enseñanza de la Química.....	13
2.3.1.	¿En qué consiste un biodigestor?.....	13
2.3.2.	El biodigestor como un recurso didáctico en la enseñanza de la Química	14
3.	Propuesta didáctica.....	17
3.1.	Presentación de la propuesta	17
3.2.	Contextualización de la propuesta	17
3.2.1.	Contextualización legal.....	17
3.2.2.	Contextualización del centro educativo	18
3.2.3.	Contextualización del aula.....	19
3.3.	Elementos curriculares: objetivos didácticos, contenidos y competencias	20

3.3.1.	Objetivos.....	20
3.3.2.	Competencias y derechos básicos de aprendizaje (DBA) de Ciencias Naturales	20
3.4.	Cronograma y secuenciación de actividades.....	22
3.4.1.	Metodología	22
3.4.2.	Cronograma	22
3.4.3.	Secuenciación de actividades	23
3.5.	Evaluación	35
3.5.1.	Evaluación del Aprendizaje y la enseñanza	35
3.5.2.	Instrumentos de Evaluación	36
3.5.3.	Criterios de Evaluación	38
4.	Reflexión sobre la propuesta	39
5.	Conclusiones.....	42
	Referencias bibliográficas.....	44
Anexo A.	Evaluación diagnóstica	53
Anexo B.	Guía de laboratorio sobre gases	57
Anexo C.	Rúbrica de evaluación del laboratorio sesión 1 – actividad 2.....	59
Anexo D.	Diana de autoevaluación para estudiantes.....	61
Anexo E.	Simulador “gases intro”	62
Anexo F.	Instrucciones uso del simulador.....	63
Anexo G.	Test sobre energías renovables.....	64
Anexo H.	Rúbrica de evaluación de la simulación	67
Anexo I.	Diana de autoevaluación estudiantes	70
Anexo J.	Rutina de pensamiento apoyar, afirmar, cuestionar	72

Anexo K.	Rúbrica de evaluación de infografía	73
Anexo L.	Ficha de observación directa del trabajo en grupo	76
Anexo M.	Estudio de caso	78
Anexo N.	Juego de preguntas en Kahoot	80
Anexo O.	Rúbrica del prototipo del biodigestor y el estudio de caso.....	82
Anexo P.	Biodigestor Artesanal	84
Anexo Q.	Formatos de recolección de información de los biodigestores	85
Anexo R.	Guía de laboratorio virtual simuladores educaplus	86
Anexo S.	Rúbrica de evaluación de informes de laboratorio	87
Anexo T.	Rúbrica de Evaluación del producto final	90
Anexo U.	Rúbrica de presentación oral del proyecto	92
Anexo V.	Autoevaluación.....	95
Anexo W.	Matriz DOFA	96

Índice de figuras

Figura 1. <i>Informe nacional de resultados para Colombia</i>	2
Figura 2. <i>Metáfora del Ecuador</i>	8
Figura 3. <i>Pilares del Aprendizaje Basado en Proyectos</i>	9
Figura 4. <i>Pasos para la implantación en el aula del Aprendizaje Basado en Proyectos</i>	11
Figura 5. <i>Reacciones de la producción de biogás</i>	14
Figura 6. <i>Ubicación de la IE Joaquín García Borrero</i>	19
Figura 7. <i>Secuenciación de Actividades Modelo OMEGA</i>	34

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Competencias y contenidos de Leyes de los gases</i>	21
Tabla 2. <i>Cronograma de Actividades</i>	23
Tabla 3. <i>Desarrollo Sesión 1</i>	24
Tabla 4. <i>Desarrollo Sesión 2</i>	25
Tabla 5. <i>Desarrollo Sesión 3</i>	26
Tabla 6. <i>Desarrollo Sesión 4 – parte 1</i>	27
Tabla 7. <i>Desarrollo Sesión 4 – parte 2</i>	28
Tabla 8. <i>Desarrollo de la sesión 5</i>	29
Tabla 9. <i>Desarrollo de las Sesión 6</i>	30
Tabla 10. <i>Desarrollo de las Sesiones 7 y 8</i>	31
Tabla 11. <i>Desarrollo de la Sesión 9</i>	32
Tabla 12. <i>Desarrollo de la Sesión 10</i>	33
Tabla 13. <i>Instrumentos de Evaluación</i>	37
Tabla 14. <i>Matriz DOFA</i>	41

1. Introducción

La enseñanza - aprendizaje de las leyes de los gases representa un desafío constante para los docentes de ciencias naturales, debido al alto nivel de abstracción de estos conceptos y la dificultad de los estudiantes para relacionarlos con situaciones del mundo real (Intriago, Zavala, Morán y Guerrero, 2025). En este sentido, la aplicación de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ofrece una oportunidad significativa para mejorar la comprensión de estos fenómenos.

El presente trabajo propone diseñar una estrategia didáctica en la cual se integra el uso de biodigestores artesanales como una herramienta pedagógica para la enseñanza de las leyes de los gases, a través de los cuales, los estudiantes podrán observar, analizar y experimentar los principios fisicoquímicos que rigen el comportamiento de los gases, facilitando su comprensión desde una perspectiva aplicada.

La presentación de esta unidad didáctica se realiza para obtener el título de Máster en didáctica de la física y la química de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).

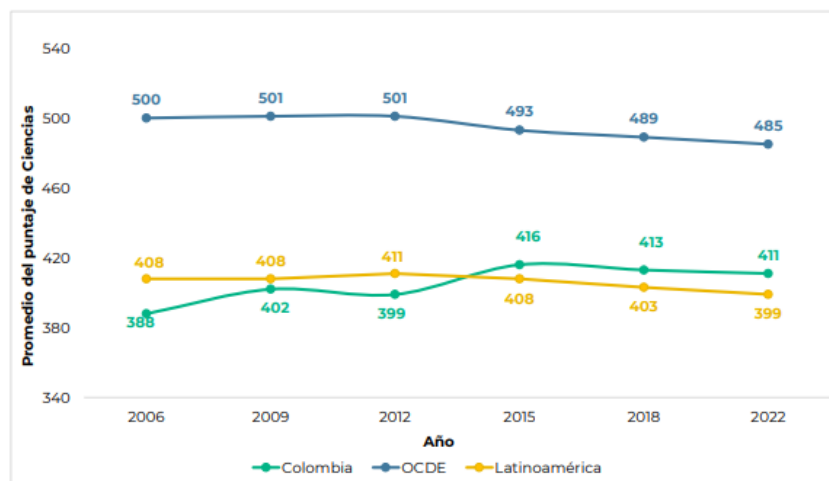
1.1. Justificación y planteamiento del problema

Con los cambios sociales, tecnológicos, culturales y educativos que se han presentado a lo largo de la historia, se ha evidenciado la necesidad de adaptar los procesos de enseñanza aprendizaje a los intereses de las nuevas generaciones de estudiantes, reemplazando así la metodología tradicional por metodologías activas que involucren directamente al estudiante en el proceso haciéndolo protagonista de este tal como lo mencionan Nieto y Mera (2025). En las áreas de química y física, el desafío es aún mayor, pues su nivel de abstracción exige la implementación de metodologías activas que además de involucrar a los estudiantes, les permitan potenciar la comprensión de los conceptos asociándolos con su contexto y cotidianidad, pues estas disciplinas han acompañado las transformaciones económicas e industriales a lo largo de la historia como lo menciona López (2025) en su libro química y futuro.

En Colombia, según los resultados de las pruebas PISA 2022 publicados por la OCDE, se presentan serias dificultades en la comprensión de las ciencias naturales, tal como se observa

en la imagen 1, en la que se evalúan los resultados de las prueba PISA desde el 2006 hasta el 2022 en Latinoamérica y Colombia, estableciendo una comparación con el promedio estipulado por la OCDE, dejando en evidencia que, si bien el puntaje en ciencias naturales en el país ha aumentado desde el 2006, para el año 2022, se sitió 74 puntos por debajo del promedio de la OCDE, y disminuyó respecto al año 2015.

Figura 1. Informe nacional de resultados para Colombia



Fuente: ICFES, 2022.

Otro punto importante se menciona en un artículo publicado por Casas y Giraldo (2023) en el espectador, donde se menciona que, dentro de los análisis realizados de la prueba, se ha observado una amplia diferencia en los resultados de las instituciones privadas y oficiales en las tres competencias que evalúa la prueba, evidenciando los puntajes promedio más bajos en las instituciones de orden público de las zonas rurales del país, lo que demuestra la necesidad de implementar las metodologías activas en estas zonas. Esta información se contrasta a su vez, con el análisis realizado por el Ministerio de Educación Nacional (MinEducación) en el 2024, de los resultados obtenidos en las pruebas SABER 11 realizadas por el ICFES en el 2024, las cuales reportan que las instituciones educativas ubicadas en las zonas rurales tuvieron 235 puntos en el puntaje global, mientras que las urbanas tuvieron 265 puntos, en una escala de 100 a 500.

Diversos estudios han demostrado que la metodología ABP permite desarrollar y mejorar la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias

naturales (Barron et al., 1998). En el caso específico de la química y la física, el uso de herramientas didácticas que permitan evidenciar los conceptos submicroscópicos a partir de la experimentación del contexto se asocia con un mayor desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas (Blumenfeld et al., 1991).

A pesar de la importancia de las leyes de los gases en el currículo de ciencias, su enseñanza sigue estando centrada en explicaciones teóricas y ejercicios matemáticos, que, si bien los estudiantes pueden realizar, no encuentran la forma de asociarlos con el contexto e impiden la comprensión de los conceptos clave. Investigaciones previas han evidenciado que los estudiantes presentan dificultades para relacionar la teoría con aplicaciones prácticas, lo que limita su capacidad para transferir estos conocimientos a situaciones del mundo real (Nakhleh, 1992).

Dado este contexto, surge la necesidad de diseñar una estrategia didáctica innovadora que permita a los estudiantes experimentar directamente con los principios propios de las ciencias naturales que rigen el comportamiento de los gases. A partir de esto, una serie de actividades didácticas basadas en la metodología aprendizaje basado en proyectos, haciendo uso de un biodigestor artesanal se presenta como un recurso idóneo para la enseñanza de las leyes de los gases, ya que permite visualizar cómo factores como la temperatura, la presión y el volumen afectan la producción y almacenamiento de biogás, a la vez que se potencian habilidades comunicativas, investigativas, cooperativas y colaborativas.

1.2. Objetivos del TFE

1.2.1. Objetivo general

- Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza de las leyes de los gases aplicando la metodología de aprendizaje basado en proyectos para el grado décimo en la asignatura de química.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las bases teóricas de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en el aula de física y química.

- Conocer experiencias similares en las que se relacione el uso de los biodigestores en el aula de ciencias naturales.
- Elaborar una propuesta didáctica basada en la metodología ABP para la enseñanza de las leyes de los gases a través del uso de biodigestores.
- Diseñar una estrategia de evaluación del alumnado apropiada para la metodología de aprendizaje basado en proyectos.

2. Marco teórico

2.1. El aprendizaje de las leyes de los gases en el aula de física y química

2.1.1. Las dificultades en la enseñanza de la química

Desde el punto de vista de Ortegon y Delgado (2021), se ha demostrado que la comprensión de las áreas científicas como la química, representa un desafío en todos los niveles de la educación, lo cual influye directamente en el rendimiento académico y en el desarrollo y potencialización de las habilidades científicas esenciales para la comprensión del mundo, ya que, no se relacionan los contenidos del área con el contexto y la vida cotidiana. De igual manera, según Galleguillos et al. (2019), a la falta de comprensión de los contenidos, se le debe sumar la falta de motivación por la asignatura.

Por otro lado, el nivel de abstracción de los contenidos y la articulación de la teoría con los procesos matemáticos provocan confusión en la percepción de los conceptos y la comprensión del mundo microscópico que componen las ciencias, generando una dualidad entre la forma de enseñar y aprender la asignatura (Chonillo et al. 2024).

En el mismo sentido, la vivencia de la química en el mundo actual conlleva al cambio directo en la concepción del mundo a través de la asignatura, pues al ser un área en la que se analizan y evalúan la evolución y los cambios de la materia, la forma en que reaccionan algunas sustancias entre sí, el comportamiento de esta cuando se descompone y las leyes por las que se rigen, se requiere una amplia comprensión de los conceptos y términos (Carrillo, 2022).

En consecuencia, los estudiantes conciben y vivencian la enseñanza de la química como aburrida, expositiva, agotadora, descompensadas en la relación tiempo/dificultad, disociadas entre teoría y práctica y sobre exigente (Ríos, Benito, Germain y Justianovich, 2017).

2.1.2. Dificultades de aprendizaje de las leyes de los gases

Según Martínez y Amado (2016), a lo largo de la historia, los gases han sido un componente determinante en el desarrollo y evolución de la química, pues su estudio ha permitido desarrollar gran cantidad de conocimientos entre leyes, teorías, modelos, etc.

Con base en lo anterior, estudiar la epistemología de los gases y sus leyes es un factor importante en los procesos de enseñanza - aprendizaje de estos conceptos ya que permite relacionar los cambios generados a lo largo de la historia entre la concepción de estos y los modelos utilizados para su descripción y comportamiento (Koksal, 2018), sin embargo, hoy en día no se le da la importancia necesaria y en muchos casos no se toma en cuenta en el desarrollo de la temática.

Otra de las dificultades evidentes en el estudio de las leyes de los gases, según Gordon (2021), es la confusión entre el concepto de gas y las características de este, generando en los estudiantes relaciones distorsionadas que imposibilitan la realización de esquemas mentales que expliquen correctamente la temática y permitan mejorar su comprensión. En el mismo sentido, Sahin y Çepni (2012) mencionan que la comprensión del concepto y el comportamiento de la presión en los gases genera dificultad en el aprendizaje de las leyes de los gases, demostrando que hay vacíos al momento de relacionar este concepto con otros factores que afectan el estado gaseoso como la temperatura y el volumen (Ruiz, Meneses y Montenegro, 2015).

Por otro lado, para Lawrenz, Lin y Cheng (2000, citado en Koksal, 2018) las concepciones erróneas tanto en profesores como estudiantes no permiten realizar interpretaciones teóricas correctas que puedan relacionarse posteriormente con los procesos matemáticos propios de la temática, los cuales son, en ocasiones erróneos, lo que dificulta el proceso de modelización del concepto ya que, si bien en la química este proceso es más complejo, si los estudiantes no conocen ni comprenden las teorías y el lenguaje que las acompaña no sabrán aplicarla (Ils y Hernández, 2023).

Dentro de las dificultades en los procesos de enseñanza - aprendizaje de las leyes de los gases, se puede incluir según Martínez, Sweeder, Vandenplas y Herrington (2021) la falta de asertividad en el planteamiento de preguntas, situaciones problema, estudios de casos, ejercicios matemáticos, trabajos demostrativos o experimentales, simulaciones y lecturas para llegar a la comprensión de la temática, pues en ocasiones el nivel de dificultad empleado sobrepasa los niveles cognitivos de los estudiantes o se encuentran mal formulados dificultando su desarrollo.

Una estrategia que se ha implementado en los últimos años es el uso de simulaciones, las cuales permiten percibir los fenómenos dentro del mundo macroscópico, sin embargo, según Martínez, Sweeder, Vandenplas y Herrington (2021) cuando el estudiante se enfrenta de manera individual (sin apoyo guiado del docente) a estas herramientas, se genera confusión y pueden experimentar pérdida en la motivación de las actividades planteadas y les cuesta enfocarse en las tareas asignadas. Esto se debe a que, según la teoría de la carga cognitiva propuesta por Sweller (1988), la guía del docente en el uso de diferentes herramientas es crucial para apoyar el aprendizaje, puesto que, la memoria puede manejar una cantidad limitada de información interrelacionada, por lo tanto, las instrucciones permiten mantener la atención de los estudiantes en los aspectos más importantes de la actividad (Paas, Renkl y Sweller, 2003).

2.2. El aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Según UNICEF (2020) “El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología activa y globalizada que se desarrolló inicialmente hacia finales del siglo XIX y que fue evolucionando y tomando cada vez más relevancia en las aulas del Siglo XX y XXI” p.9.

Para Simms (2016), el ABP es un enfoque pedagógico que permite aumentar la motivación en los estudiantes y potenciar sus habilidades académicas, investigativas y comunicativas.

Para Zamora et al (2025) a partir de este enfoque, se superan las dificultades educativas del presente siglo, ya que promueve la resolución de problemas, el sentido crítico de los estudiantes y el trabajo colaborativo, el cual, según Andrade y Brookhart (2023) mejora las habilidades socioemocionales de los seres humanos. En el mismo sentido, esta metodología fomenta la participación activa y mejora el compromiso con las situaciones y vivencias relacionadas con el mundo real y el contexto en el que se desarrolla el alumno (Thomas, 2000).

Según lo anterior y lo mencionado por Wambui (2024) el ABP ha demostrado ser una estrategia innovadora y eficaz en los procesos de enseñanza – aprendizaje ya que, les da herramientas a los estudiantes para enfrentar desafíos de su contexto. Sin embargo, al ponerlo en práctica se presentan dificultades respecto a la capacitación de los docentes y la disponibilidad de recursos para su implementación.

El aprendizaje basado en proyectos requiere un cambio de roles del docente y el estudiante en el cual, el estudiante se vuelve el centro del proceso de aprendizaje y el docente es el guía y/o facilitador del mismo, para ello Grau (2010) propone un esquema utilizando la metáfora del ecualizador, en el cual determina la participación del estudiante y el docente en las diferentes fases o pasos de la metodología, esto se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Metáfora del Ecualizador.



Fuente: Grau (2010).

Este ecualizador puede ser modificado según las necesidades del grupo de aplicación, de la asignatura, intereses del docente o necesidades del contexto, ajustando cada nivel a lo que se desea trabajar, de igual manera se pueden adicionar, eliminar o cambiar parámetros.

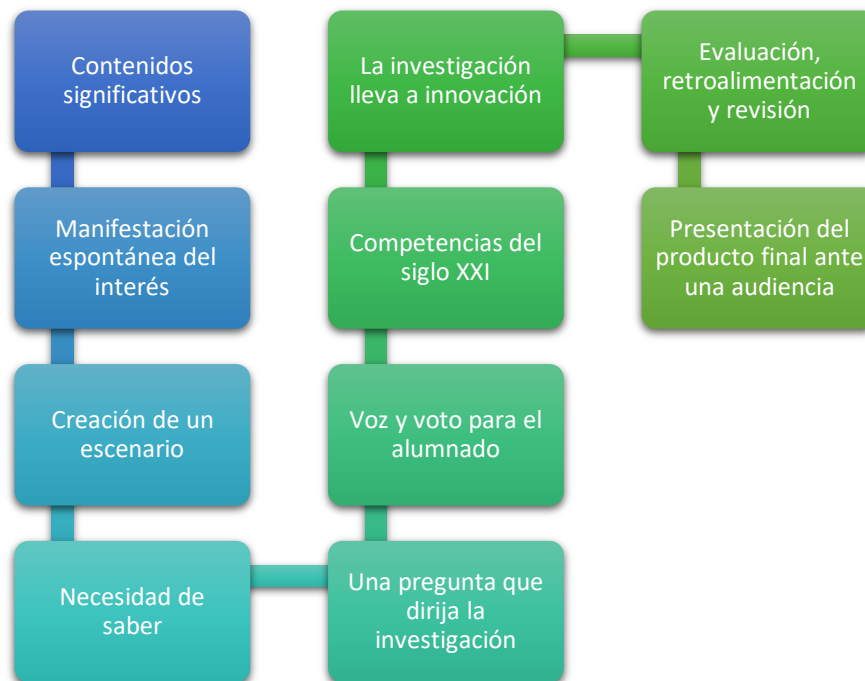
2.2.1. Características del ABP

El aprendizaje basado en proyectos propone el desarrollo de proyectos estudiados o investigados a profundidad por parte de los estudiantes, para esto según Aritio et al (2021), se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales, el primero es que los proyectos propuestos deben ser percibidos por los estudiantes como algo importante y personal que aportará a su cotidianidad, el segundo aspecto es el propósito educativo que se le dé al proyecto y debe cumplir con los contenidos de aprendizaje de la asignatura.

Por otro lado, según recopilaciones realizadas por diferentes autores como Vergara (2016), Trujillo (2015), y Larmer y Mergendoller (2012) se puede determinar que el ABP debe cumplir con los pilares recopilados en la figura 3 ya que, según Tan (2016) este enfoque cambia el aula

tradicional a un proceso de enseñanza - aprendizaje centrado en el estudiante, que integra el mundo real al proceso, por lo tanto, debe diferenciarse de manera notable de la escuela tradicional.

Figura 3. *Pilares del Aprendizaje Basado en Proyectos.*



Fuente: Elaboración propia a partir de Vergara (2016), Trujillo (2015) y Lamer y Mergendoller (2012).

2.2.1.1. Fases del ABP

En vista de la necesidad de una adecuada implementación del ABP, autores como Aritio et al. (2021), proponen tres fases principales para desarrollar el enfoque mencionado, éstas se dividen básicamente en:

- ✓ *Presentación y Diseño:* Esta fase es el punto de partida del proyecto, en ella se determinan el contexto del proyecto para definir los recursos disponibles y útiles para el desarrollo del mismo, se definen los contenidos y aprendizajes objetivo, las fortalezas y dificultades propias del proyecto, las asignaturas con que se quieren transversalizar y las habilidades que se pretende desarrollar en los estudiantes (García y Pérez, 2018; Vergara, 2016).

Por otro lado, en esta fase, según Infante, Guillamon y Bellalta (2018) el docente debe ser multidisciplinar y su perfil debe estar dirigido a la gestión de proyectos ya que su función en este enfoque está centrada en promover las competencias de los estudiantes que fortalezcan el trabajo en grupo.

En el mismo sentido, García y Pérez (2018) consideran que el docente debe realizar una reflexión inicial que dote de herramientas motivadoras y estimulantes a los estudiantes para lograr una participación activa y el trabajo autónomo. Por último, es importante plantearse las preguntas ¿Qué sabemos? ¿Qué queremos saber? ¿Qué problemas detectamos? Para así, plantear la pregunta a central del proyecto que incentive la investigación y el trabajo en equipo (Aritio et al, 2021)

- ✓ *Investigación – Acción:* Según Aritio et al (2021), esta es la fase donde se desarrolla la mayor parte del proyecto, aquí los estudiantes implementan diferentes estrategias de investigación y utilizan sus habilidades investigativas, académicas, creativas y sociales para obtener las respuestas necesarias para responder la pregunta inicial. De esta manera se logra obtener la información de diferentes fuentes bibliográficas o humanas para cuantificar, comparar, realizar conclusiones, diseñar diferentes esquemas mentales y proponer alternativas de respuesta a la investigación potenciando las habilidades y competencias lingüísticas de los estudiantes y finalmente crear el producto final.
- ✓ *Evaluación:* Si bien la evaluación del proyecto cobra especial importancia al final de todo el proceso, Aritio et al (2021), recomiendan y resaltan la importancia de evaluar continuamente de la implementación del proyecto.

Por su lado, Vergara (2016), plantea que a la hora de evaluar es importante centrarse en los resultados de aprendizaje, haciendo de este proceso evaluativo un momento de reflexión orientación a nuevos retos, para comprobar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes durante y al finalizar el proyecto, y realizar un análisis con los estudiantes sobre el impacto del proyecto en sus vidas, para ellos propone tres preguntas, ¿qué hemos hecho? ¿qué hemos aprendido? ¿qué se me ha dado bien?.

Para finalizar, Aula planeta propone una serie de 10 pasos o etapas que deben desarrollarse para cumplir organizadamente con las tres fases anteriores los cuales se

muestran en la figura 4, allí se detallan las acciones que deben cumplirse en cada uno para lograr que el proceso de enseñanza – aprendizaje aplicando el ABP sea significativo para los estudiantes.

Figura 4. Pasos para la implantación en el aula del Aprendizaje Basado en Proyectos.



Fuente: Aula planeta, 2015.

2.2.2. Ventajas y desventajas del ABP

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología activa que permite a los estudiantes llevar un proceso de enseñanza aprendizaje significativo, en ese sentido, autores como Zepeda et al. (2023) a través de su estudio determinaron que los estudiantes involucrados en proyectos de ABP mostraron una mejoría del 45% en la resolución de problemas en comparación con aquellos que realizaron un proceso de enseñanza – aprendizaje tradicional.

Por su lado, Fullan y Quinn (2023), mencionan que el ABP permite que los estudiantes establezcan relaciones profundas con los contenidos académicos y promueve el razonamiento crítico, de igual manera, Fisher et al. (2023) resaltan que esta metodología aumenta la motivación y promueve la autonomía en los estudiantes, sin embargo, McTighe y Wiggins (2023) hacen énfasis especial en la importancia del diseño de los proyectos, de manera que

haya coherencia entre los objetivos de aprendizaje y los resultados esperados, para que este enfoque se apto y positivo para el proceso del estudiante.

Para Bernal et al. (2024), el uso de metodologías activas como el ABP impulsadas con herramientas tecnológicas y estrategias interdisciplinarias, desarrollan el aprendizaje significativo, ya que vincula el currículo con experiencias del mundo real y del contexto, permitiendo una mejor comprensión conceptual, y potenciando habilidades socioemocionales fundamentales para la interacción humana.

Según De Mora et al. (2023), el ABP potencia la autonomía de los estudiantes, es una metodología motivadora ya que, en la mayoría de casos nace de las inquietudes del estudiante, se aprende a partir del debate y justificación de las ideas de los estudiantes, potencia las habilidades sociales y comunicativas, así como se relacionan diferentes áreas del conocimiento para hacer que el aprendizaje sea significativo.

De la misma manera, para Reverte, Gallego, Molina y Satorre (2007) el ABP tiene como ventaja la diversidad en los perfiles de los participantes de cada equipo, dicha diversidad permite que el trabajo realizado por los equipos sea enriquecedor y progresivo tanto para los integrantes como para el docente. De igual manera, el ABP exige una meticulosa planificación y un enfoque inclusivo de manera que todos los estudiantes encuentren un beneficio en la metodología aplicada sin importar su condición física, cognitiva, socioeconómica, etc.

Por su parte, De Mora et al. (2023), resaltan como desventajas del ABP el tiempo de dedicación que requiere para su planificación e implementación, el desarrollo de trabajo y estrategias motivadoras adicionales para generar interés en los estudiantes, la falta de recursos económicos para las alternativas que no cubre la institución, la falta de capacitación docente en la metodología, los tiempos y horarios de las instituciones, entre otras.

Para Mejías (2019), una de las dificultades que presenta esta metodología es que no permite evaluar el aprendizaje individual, pues se centra en el trabajo colaborativo, de igual manera, se dificulta el trabajo para un solo docente pues, trabaja varias temáticas y contenidos de manera que, se le exige al docente ser holístico y estar preparado técnicamente para orientar a los estudiantes.

2.3. El uso de biodigestores para la enseñanza de la Química

2.3.1. ¿En qué consiste un biodigestor?

2.3.1.1. Productos de los biodigestores

Según Victorio (2024), los biodigestores se utilizan principalmente para la producción de biogás. De estos se pueden obtener subproductos como abono orgánico rico en nitrógeno, fósforo y potasio; digestato, un material sólido que suele usarse como mejorador y acondicionador del suelo; un líquido transparente que recibe el nombre de biol y, tras un tratamiento adecuado, se puede reutilizar en los cultivos o desecharse en fuentes de agua sin consecuencias dañinas (Soltelo, Sogari y Coronel, 2024).

2.3.1.2. Biogás

Durante el proceso de producción de biogás en un biodigestor, se producen gases como el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2) en cantidades considerables y otros gases como el sulfuro de hidrógeno (H_2S) responsable del olor característico del producto, nitrógeno (N_2), entre otros, en menores cantidades (Victorio, 2024). Por su lado, el metano, como principal componente del biogás, es el que permite el proceso de combustión de manera eficiente, de manera que pueda ser utilizado directamente (Hidalgo, Vásquez, Espinosa y Morales, 2019).

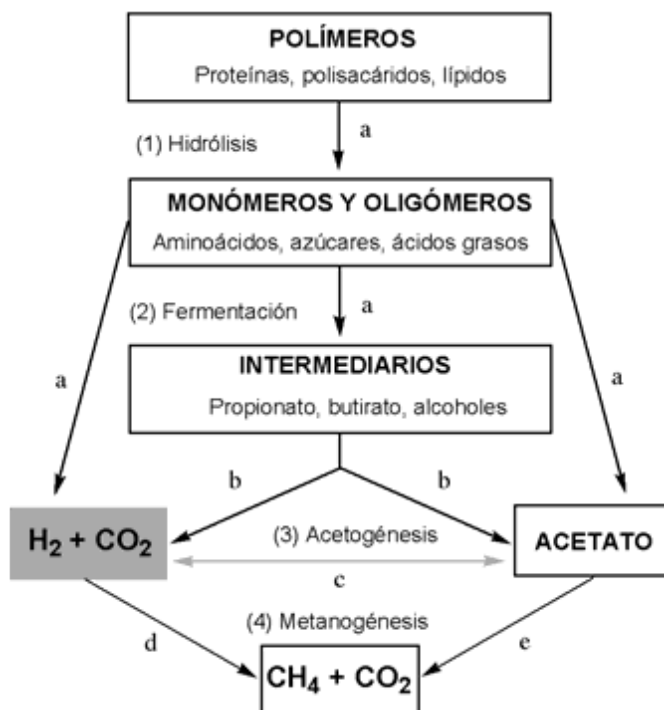
2.3.1.3. Reacciones del Biodigestor

Teniendo en cuenta lo mencionado por Arellano, Fortuny, Gamisans, Gonzalez, Hernandez, Lafuente, Monroy, Mora, Revah y Sierra (2017) el biogás es el resultado del proceso de digestión anaerobia, en el cual se descomponen diferentes materias orgánicas como estiércol, lodos residuales, alimentos, entre otros en ausencia de oxígeno a través de microorganismos, presentando mayor eficiencia cuando el contenido de materia seca es superior al 30%.

Dicho proceso según Contreras (2025), se desarrolla en cuatro fases metabólicas, hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, en las cuales se descomponen inicialmente las moléculas de gran tamaño como proteínas, carbohidratos y lípidos en moléculas más pequeñas a través de la hidrólisis donde se utilizan enzimas extracelulares, seguidamente estas moléculas pequeñas se transforman en ácidos grasos volátiles, alcoholes, hidrógeno y CO_2 a través de la acidogénesis, después, en la acetogénesis, los productos anteriores son

convertidos en CO₂, ácido acético e hidrógeno, finalmente, en la metanogénesis se produce el metano por la acción de bacterias metanogénicas (Atelge, M.R., Krisa, D., Kumar, G. et al. 2020). A continuación, se resume este proceso:

Figura 5. Reacciones de la producción de biogás.



Fuente: Davila y Razo (2007)

2.3.2. El biodigestor como un recurso didáctico en la enseñanza de la Química

La educación desempeña un papel fundamental en la construcción de la conciencia ambiental y el aprovechamiento de los recursos naturales, a partir de esto, surge la necesidad de articular el contexto con la enseñanza de las ciencias naturales enfocadas al cuidado del medio ambiente (Simões et al. 2019). Desde este punto de vista, la química ha sido utilizada para explicar diversos procesos naturales que dan respuesta a diferentes necesidades del ambiente (Soltelo, Sogari y Coronel, 2024).

Según lo planteado anteriormente, la implementación de los biodigestores permite abordar los objetivos de desarrollo sostenible, específicamente el objetivo 4 educación de calidad, el objetivo 7 de la energía asequible y no contaminante, el objetivo 9 industria, innovación e infraestructura, el objetivo 11 ciudades y comunidades sostenibles y el objetivo 13 acción por

el clima, propuestos por la Organización de las Naciones Unidas [ONU] en el año 2005. Esto demuestra que la estrategia es apropiada y permite abarcar temáticas de manera holística y transversal, ayudando además al cuidado y preservación del medio ambiente y el planeta.

Para Soltelo, Sogari y Coronel (2024) el uso de los biodigestores anaeróbicos para la enseñanza - aprendizaje de las ciencias naturales exige una adaptación de su construcción a escalas posibles dentro de las instituciones educativas y que permitan alcanzar los objetivos didácticos del mismo, de manera que permitan el desarrollo apropiado de los proyectos prácticos, participativos y cooperativos, generando así conciencia ambiental y posibilidades de desarrollo sostenible.

En el mismo sentido, Plaza, Otero y Ruiz (s.f.), consideran que el uso de los biodigestores en la enseñanza de las ciencias se adapta a diferentes niveles educativos permitiendo la transversalización y/o articulación de diferentes asignaturas como tecnología, ciencias naturales y matemáticas y contenidos del currículo como reacciones químicas, estequiometría entre otros. Además, convierte las temáticas y actividades de gran complejidad en tareas de menor dificultad desarrollando diferentes habilidades de pensamiento, investigativas y argumentativas propias de la química.

En relación con lo anterior, según Monzón, Mena y Sogari (2018) los biodigestores como herramienta didáctica permite relacionar y desarrollar temáticas como reacciones químicas, energías renovables, comportamiento de los gases, estequiometría de las reacciones, entre otros, involucrando directamente al estudiante y generando en ellos, una comprensión y aprendizaje profundo de los conceptos.

En el estudio realizado por Quintero (2016), se concluyó que el uso de biodigestores en las prácticas de aula tiene un gran impacto en los estudiantes, pues demostraron mayor disposición y actitud a la hora de realizar la clase, además, permitió cambiar las concepciones de estos hacia la química, pues la implementación de estrategias innovadoras es un factor motivador en la construcción del conocimiento científico y el pensamiento crítico. Por último, se demostró que

“el diseño, construcción y utilización del biodigestor, provoca un gran impacto en los estudiantes y logra innovar en la enseñanza de la química, al articular los temas

estudiados con la actividad planteada permite crear nuevas expectativas en los estudiantes frente a la utilización de energías ambientalmente responsables” Quintero (2016, pp 16).

Por otro lado, si bien los biodigestores son una herramienta eficaz al momento de atraer al estudiante al conocimiento, puede resultar, según Cárdenas y Zapata (2016), insuficiente para abarcar todas las temáticas relacionadas por lo cual se debe complementar con otro tipo de estrategias, en las cuales el proceso de enseñanza - aprendizaje sea más riguroso.

Por último, Pizarro (2005), ha diseñado un modelo de biodigestor de aplicación exclusivo y adaptado para la enseñanza en las escuelas con elementos y materiales industriales que cubre las necesidades básicas de enseñanza con este dispositivo.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se evidencia la necesidad y practicidad de adaptar esta herramienta con el enfoque pedagógico de aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de las leyes de los gases en el aula de química, de manera que se afiancen los procesos de aprendizaje y se contextualice con el entorno.

3. Propuesta didáctica

3.1. Presentación de la propuesta

La presente propuesta didáctica denominada “*Biodigestores para el aprendizaje – Leyes de los gases*” busca articular conocimientos y necesidades del contexto socioambiental relacionados con los contenidos curriculares de los gases, sus características, propiedades y leyes.

Para el desarrollo de estos contenidos, se utilizarán biodigestores artesanales como herramienta básica y fundamental para el proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes del grado décimo (3° ESO), en donde se evaluarán parámetros como volumen, presión, cantidad de materia y temperatura a partir del funcionamiento de los mismos.

Esta propuesta busca innovar en el aula de clase y despertar en los estudiantes no solo el espíritu investigativo, sino también el pensamiento crítico y sostenible, motivando el aprendizaje de la química y la ciencia en general, razón por la cual se implementará la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

3.2. Contextualización de la propuesta

3.2.1. Contextualización legal

La propuesta de intervención se realiza con estudiantes de grado décimo en el contexto de Colombia, que corresponde a 3° de ESO en España, quienes se rigen por el siguiente marco legislativo:

- Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo, mediante la cual se establece la estructura básica del sistema educativo en la enseñanza no universitaria.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la cual se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación.
- Real Decreto 217/2022, de 26 de diciembre, establece el currículo básico de la Educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Para Colombia, a nivel de educación secundaria, se establece la siguiente legislación:

- Ley 115 de febrero 8 de 1994, por la cual se establece la Ley General de Educación la cual regula la educación pública en el país.

- Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, los cuales se establecen para dar cumplimiento al artículo 78 de la ley 115.
- Decreto 1421 de 2017, mediante el cual se ordena un servicio educativo inclusivo, el cual atienda la diversidad en el aula y permita llevar la educación a toda la población.

3.2.2. Contextualización del centro educativo

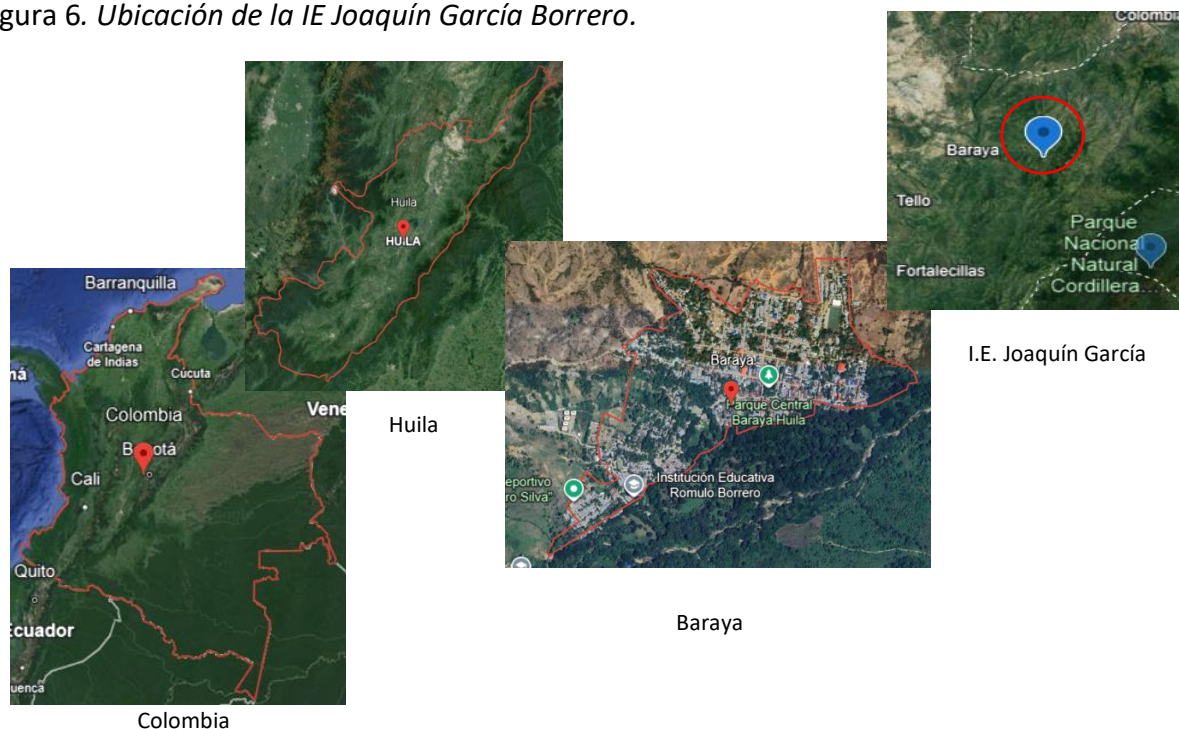
La institución educativa Joaquín García Borrero de orden público, se encuentra ubicada en zona rural, específicamente en la vereda Patía del municipio de Baraya, al norte del departamento del Huila en Colombia, a 1 hora y 40 minutos de la capital huilense (Neiva). Es una zona rural con protuberantes montañas, cuyo clima se encuentra entre los 10 y 22°C, mayormente lluvioso.

La institución cuenta con tres sedes ubicadas en diferentes veredas de la zona y las cuales cubren el nivel de primaria (de 1° a 5° grado), además, cuenta con dos aulas naturales, en las cuales se desarrollan clases in situ sobre fauna y flora, así como eventos que lo ameriten. De igual manera, al ser un colegio agropecuario, cuenta con granja y diferentes plantaciones de cultivos que enriquecen el desarrollo de las clases y propician el ambiente necesario y eficaz para el uso de los biodigestores a nivel académico.

El colegio ofrece el servicio de internado y restaurante escolar, cuenta con laboratorio de ciencias naturales y aula de tecnología e informática pero no cuenta con servicio de internet, lo cual dificulta las prácticas pedagógicas y académicas y refleja una problemática de los colegios públicos del país, haciendo más difícil la puesta en práctica de muchos proyectos y actividades del aprendizaje activo. Como solución a esta situación los docentes hacen uso de sus propios recursos como datos móviles para llevar a cabo las clases que requieren de este, sin embargo, en ocasiones es imposible porque al ser zona rural, la señal puede ser intermitente o nula en diferentes épocas del año.

La figura 6 expone la ubicación de la institución, como allí se observa, el departamento del Huila se ubica al suroccidente del país, el municipio de Baraya al norte del departamento y la vereda Patía se ubica al noroccidente del municipio.

Figura 6. Ubicación de la IE Joaquín García Borrero.



Fuente: Google Earth (2024).

La población estudiantil total es de 185 estudiantes, los cuales son, en su mayoría, de veredas lejanas, razón por la cual la institución cuenta con servicio de internado para estudiantes de nivel escolar secundario, las familias que la conforman son principalmente población campesina, cuyo nivel de educación promedio es quinto de primaria, lo cual influye directamente en la deserción escolar por acceso al trabajo a temprana edad.

La intención de trabajar con esta comunidad es que se requiere incentivar la formación en investigación en los estudiantes, y las formas sostenibles y amigables con el medio ambiente en la que se pueden aprovechar los recursos. Además, es menester dar a conocer alternativas de progreso económico para la región al llevar la propuesta a un nivel de aprendizaje servicio o como proyecto de emprendimiento que permitan mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

3.2.3. Contextualización del aula

Los estudiantes del grado décimo son 23 en total, de los cuales 14 son mujeres y 9 son hombres, que se encuentran entre los 14 y 19 años. Dos de estos estudiantes tienen necesidades específicas de apoyo educativo, ya que, se encuentran en extraedad, es decir, están fuera de los rangos comunes del nivel educativo en el que se ubican, pues en Colombia,

es permitido. Por otro lado, la motivación de los estudiantes hacia la asignatura es desfavorable, pues demuestran cierto desarraigo aún con estrategias que incluyan herramientas tecnológicas y metodologías activas diferentes a la de esta propuesta, además, son estudiantes a los que no los atrae la lectura y con los cuales no funcionan las metodologías tradicionales.

3.3. Elementos curriculares: objetivos didácticos, contenidos y competencias

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1. Objetivo General

OG 1. Comprender que el comportamiento de un gas ideal está determinado por la relación entre la temperatura (T), la presión (P), el volumen (V) y la cantidad de sustancia (n).

3.3.1.2. Objetivos Didácticos

OD 1. Explicar las leyes de los gases (Boyle, Charles y la ley general).

OD 2. Relacionar variables como presión, volumen y temperatura a través de la aplicación práctica en biodigestores artesanales.

OD 3. Representar a través de gráficas y cálculos matemáticos el comportamiento de las variables presión, volumen y temperatura.

OD 4. Aplicar las leyes de los gases para solucionar situaciones del contexto.

OD 5. Construir un biodigestor artesanal a partir de materiales de bajo costo.

3.3.2. Competencias y derechos básicos de aprendizaje (DBA) de Ciencias Naturales

A continuación, en la tabla 1, se relacionan los estándares básicos de aprendizaje, los estándares básicos de competencias, las competencias evaluadas por las pruebas de estado realizadas en Colombia a los estudiantes en el último año escolar llamada Prueba SABER 11 y los contenidos curriculares establecidos en la Ley General de Educación, Ley 115 de 1994 para el área de ciencias naturales que se tendrán en cuenta para la presente propuesta didáctica.

Tabla 1. Competencias y contenidos de Leyes de los gases.

Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA)	Competencias		Contenidos	Objetivos Relacionados
	Según la Ley 115 de 1994	Según las pruebas SABER 11		
Comprende que el comportamiento de un gas ideal está determinado por las relaciones entre Temperatura (T), Presión (P), Volumen (V) y Cantidad de sustancia (n).	Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electrostáticas.	Uso comprensivo del conocimiento científico: Identifico las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.	Propiedades de los gases. Teoría cinético molecular de los gases. Presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia.	OG, OD2, OD3.
	Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.	Indagación: Utilizo algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones.	Energías renovables. Biodigestores. Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases.	OG, OD1, OD3, OD5.
	Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.	Explicación de fenómenos: Represento en modelos diferentes fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas.	Modelo del gas ideal. Modelos de los gases reales.	OG, OD3, OD4, OD5.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Cronograma y secuenciación de actividades

3.4.1. Metodología

La metodología implementada en la presente secuencia didáctica está fundamentada en el enfoque de aprendizaje basado en proyectos, el cual, mediado por tecnologías de la información y la comunicación. Si bien no se implementarán estos recursos en la totalidad de las actividades, si son una parte fundamental para el desarrollo de la mayoría de estas ya que, aportan dinamismo e interactividad a la propuesta. Dichas tecnologías no son solo un instrumento de apoyo, sino que favorecen el desarrollo de habilidades investigativas y creativas tanto de los estudiantes como del docente.

Asimismo, al considerar las características, intereses y estilos de aprendizaje de los estudiantes, así como las competencias y afinidades de la docente responsable, se encontró que el aprendizaje basado en proyectos mediado por tecnologías ofrece una alta capacidad de adaptación. Por un lado, fomenta las habilidades investigativas de los estudiantes, ya que les plantea retos concretos que exigen búsqueda, análisis y síntesis de información proveniente de diversas fuentes, tanto digitales como físicas. Por otro lado, se alinea con sus gustos y motivaciones, al ofrecerles la posibilidad de trabajar en actividades creativas y significativas que integran herramientas y plataformas que ya forman parte de su vida cotidiana.

Del mismo modo, la docente cuenta con experiencia previa en el manejo de estrategias pedagógicas que incorporan el uso de tecnologías y valora su potencial para transformar el aula en un espacio más participativo y colaborativo. En este sentido, la metodología escogida no solo atiende a la factibilidad técnica y material de la propuesta, sino que también responde a un enfoque pedagógico centrado en el estudiante, en el que la construcción del conocimiento surge de la interacción entre la indagación personal, el trabajo en equipo, la mediación tecnológica y la orientación constante del docente.

3.4.2. Cronograma

A continuación, en la tabla 2 se presenta el cronograma de actividades de la secuencia didáctica propuesta, es importante mencionar que, si bien se espera cumplir con los

propuesto en este, se pueden presentar cambios considerando las necesidades y adaptabilidad del proceso y los estudiantes.

Tabla 2. Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	SESIONES										
	1	2	3	4		5	6	7	8	9	10
				E1 *	E2 *						
Evaluación diagnóstica											
Lluvia de ideas en padlet											
Laboratorio propiedades de los gases											
Conversatorio (socialización de informe)											
Trabajo de simulación "gases intro" de phet colorado											
Exposición "gases intro"											
Rutina de pensamiento "afirmar, apoyar, cuestionar"											
Infografía de energías renovables											
Nube de palabras											
Estudio de caso sobre biodigestores											
Prototipo de biodigestores											
Kahoot evaluativo											
Montaje experimental de biodigestores											
Busqueda de información en fuentes bibliográficas											
Simulación Educaplus "Leyes de los gases"											
Toma de datos del experimento (varios días)											
Recolección y agrupación de datos recolectados											
Realización del material interactivo (bosquejo y final)											
Sustentación en Feria de la Ciencia											
Evaluación del proceso											

EVALUACIÓN CONTINUA

Fuente: Elaboración Propia

Nota: E1 y E2 hacen referencia a las etapas de la sesión 4.

3.4.3. Secuenciación de actividades

A continuación, se presenta desde la tabla 3 hasta la tabla 12 el desarrollo detallado de las actividades que forman parte de la secuencia didáctica, la cual se implementará en 10 sesiones de diferentes tiempos de implementación y diferentes productos y recursos según las necesidades del proceso.

Tabla 3. Desarrollo Sesión 1

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencias	Objetivos
Identifica correctamente las propiedades macroscópicas del gas (forma, volumen, compresibilidad).		Propiedades de los gases.	Uso comprensivo del conocimiento científico	OG, OD2, OD3.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se realizará una evaluación diagnóstica en Google forms para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre gases y biodigestores (anexo A), seguidamente se hace la pregunta introductoria <i>¿Qué diferencias encuentras entre el hielo, el agua y el vapor de agua y que se deben esas diferencias?</i> con esta se realiza una lluvia de ideas con la herramienta padlet, a partir de las respuestas se establecen las características básicas de los gases y su estructura microscópica para aclarar conceptos.			15 min.
Desarrollo	Se forman grupos de 4 estudiantes, se establecen roles (líder, secretario, portavoz o comunicador y coordinador) según las habilidades identificadas por el docente. Seguidamente se entrega a cada grupo una guía de laboratorio estilo receta (anexo B) y los materiales de trabajo para la práctica de laboratorio sobre las propiedades de los gases.			30 min
Finalización	En grupos de trabajo organizan la información recopilada durante la experiencia y desarrollan las siguientes preguntas: 1. <i>Dibujar el sistema antes y después de la experiencia y/u observaciones realizadas en un pliego de papel bond para exponerlo en la clase.</i> 2. <i>¿Qué ocurre cuando presionas el globo dentro de la botella? ¿Por qué crees que sucede esto?</i> 3. <i>¿Si el gas tuviera forma propia y volumen definido, qué sucedería al realizar la experiencia? ¿Por qué?</i> La socialización de estas se realiza en forma de conversatorio, donde los estudiantes presentan los apartados o criterios establecidos en la rúbrica de evaluación (Anexo C).			55 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Inicio – individual	Celular o computador, conexión a internet, tablero.			Salón de clase.
Desarrollo y Finalización – grupos de 4 estudiantes.	Guía de laboratorio, materiales de laboratorio, papel bond, lápices, colores.			Laboratorio y salón de clase.
Instrumentos de evaluación				
Evaluación diagnóstica – Anexo A. Rúbrica de evaluación docente – Anexo C. Diana de evaluación estudiantes – Anexo D.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Desarrollo Sesión 2

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos
Relaciona el movimiento de las partículas con variables como temperatura y presión. Representa adecuadamente el modelo cinético-molecular en la dinámica grupal.		Teoría cinético molecular de los gases. Presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia.	Uso comprensivo del conocimiento	OG, OD2, OD3.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se forman los grupos de trabajo y se hace la pregunta <i>¿Cómo afectan la presión, el volumen, la temperatura y la cantidad de sustancias el comportamiento de los gases?</i> Esta debe ser respondida en la carpeta de proyecto debidamente marcada.			10 min.
Desarrollo	Durante esta fase los estudiantes exploran el simulador “ <i>gases intro</i> ” – <i>introducción</i> (anexo E) de phet colorado, donde podrán explorar varias propiedades y características de los gases y a su vez variar cada una de ellas de diferentes maneras. Para esta fase de la actividad se guiará a los estudiantes a través de una proyección en el televisor, después se entregará a cada grupo una serie de indicaciones e instrucciones que deben realizar (anexo F) y elaborar sus propias conclusiones. El trabajo se presenta en diapositivas donde se incluye el procedimiento, los resultados y las conclusiones, además una conclusión general de la pregunta inicial de la clase.			120 min.
Finalización	Cada equipo de trabajo presenta ante el resto de la clase la información recolectada, al finalizar todas las presentaciones se realizan conclusiones generales y se retroalimenta la temática. Por último, se deja una lectura (https://laud.udistrital.edu.co/actualidadentrevista/biodigestores-una-solucion-energetica-y-sostenible-para-el-campo) y un video (https://www.youtube.com/watch?app=desktopyv=qWp46yzMimQyab_channel=ELESPA%C3%91OL) sobre energías renovables, con estas deben responder un test digital realizado en educaplay (https://es.educaplay.com/recursos-educativos/24659777-test-de-energias-renivables.html) (anexo G) y organizar sus ideas para el desarrollo de la actividad 3 en la siguiente sesión.			40 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de 4 estudiantes.	Carpeta grupal, celular o computador, simulador phet colorado, lápices.			Sala de informática
Instrumentos de evaluación				
Rúbrica de evaluación docente – anexo H. Diana de autoevaluación de estudiantes – anexo I.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Desarrollo Sesión 3.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos
Determina la importancia de las energías renovables y limpias.		Energías renovables.	Indagación	OG, OD3, OD4.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Al iniciar la sesión, cada estudiante completa una rutina de pensamiento llamada afirmar, apoyar cuestionar (anexo J) sobre la lectura y el video.			20 min.
Desarrollo	A cada grupo de trabajo se le asignará un tipo de energía renovable sobre la cual deben profundizar y realizar una infografía en un pliego de cartulina teniendo en cuenta la rúbrica de evaluación del docente (anexo K), para ello deben consultar fuentes adicionales al video y la lectura, realizar dibujos, diagramas, esquemas en donde se represente la energía asignada y que facilite su socialización y comprensión.			120 min.
Finalización	Los estudiantes presentarán sus infografías al resto de los compañeros quienes deben hacer preguntas y aportes en caso de que se presenten.			30 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Inicio – Individual	Cuaderno, computador, celular, cartulina, marcadores, temperas, lapice, etc.			Aula de clase
Desarrollo y Finalización – Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.				
Instrumentos de evaluación				
Rúbrica de evaluación para la infografía – Anexo K.				
Ficha de observación directa de trabajo en grupo – Anexo L.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Desarrollo Sesión 4 – parte 1.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos de Aprendizaje
• Determina la importancia de los biodigestores en la generación de energías renovables.		Biodigestores	Indagación	OG, OD3, OD4, OD5.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se inicia la sesión con la pregunta <i>¿Con qué recursos de mi entorno podría generar energías renovables o limpias para mi comunidad?</i> Esta se debe responderla a través del creador de nube de palabras de mentimeter de manera individual para determinar el recurso que más identifican los estudiantes, seguidamente se socializan las respuestas y se adicionan recursos que los estudiantes no hayan contemplado (si es el caso), por último, se establecen conclusiones al respecto.			15 min.
Desarrollo	Durante esta etapa se desarrolla una clase dialogada en la cual se realiza un estudio de caso sobre biodigestores rurales en Colombia (anexo M) de manera grupal, para este se hará una presentación o planteamiento de una situación real en la que se utilizan los biodigestores, y los estudiantes, por grupos de trabajo tendrán que trabajar varias preguntas al respecto, seguidamente se hace un análisis de la estructura y funcionamiento de los biodigestores, para ello, se entregará una serie de elementos reciclables a cada grupo (botella plástica, pitillos, globos, impresiones de llaves para abrir y cerrar, etc) para que realicen su prototipo de biodigestor y a través de él puedan explicar brevemente lo descrito anteriormente.			100 min.
Finalización	Cada grupo de trabajo presenta su explicación de estructura y funcionamiento de cada uno de los biodigestores realizados. Al finalizar se realiza una retroalimentación del tema, se presenta el prototipo de biodigestor a implementar en las sesiones siguientes y se evalúa a través de un juego en kahoot el aprendizaje sobre el funcionamiento y estructura de los biodigestores (anexo N).			30 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Inicio – Individual	Computador, celular, materiales de trabajo de laboratorio, cuaderno, carpeta de trabajo (carpeta de evidencias)			Aula de clase
Desarrollo y Finalización – Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.				Laboratorio.
Instrumentos de evaluación				
Juego en Kahoot – Anexo N.				
Rúbrica de evaluación para el biodigestor – Anexo O.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Desarrollo Sesión 4 – parte 2.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos de Aprendizaje
• Construye un biodigestor artesanal para el análisis de las variables que rigen las leyes de los gases (presión, volumen, temperatura).		Biodigestores	Indagación	OG, OD3, OD4, OD5.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se retoma la presentación del prototipo de biodigestor a utilizar para la obtención de biogás dando indicaciones a los grupos de trabajo (anexo P).			15 min.
Desarrollo	Cada grupo de trabajo procede a construir los biodigestores necesarios para el desarrollo de su fase experimental, en total deben construir 4 biodigestores según las indicaciones dadas y cuidando que no se presenten fugas. Seguidamente se procede a alimentar los biodigestores de la siguiente manera: B1: Biodigestor con materia fecal de cerdo. B2: Biodigestor con material fecal de vaca. B3: Biodigestor con materia fecal de vaca y cerdo (mixto). B4: Biodigestor con residuos alimenticios (no se deben usar residuos de alimentos cítricos). Cada biodigestor debe estar debidamente rotulado con el número de biodigestor y el nombre de la materia orgánica que contiene.			120 min.
Finalización	Se toman las condiciones de presión haciendo uso de un barómetro, temperatura con el termómetro digital puesto en el biodigestor y el volumen del gas inicial (corresponde a 0 ya que, no se ha dado la generación de este) y se anotan en la bitácora de seguimiento de la carpeta de evidencias o carpeta de trabajo grupal (anexo Q).			15 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.	Materiales de laboratorio, carpeta de trabajo grupal (carpeta de evidencias).			Laboratorio
Instrumentos de evaluación				
Diana de evaluación grupal – Anexo D.				
Ficha de observación directa de trabajo en grupo – Anexo L.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Desarrollo de la sesión 5

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos de Aprendizaje
Relaciono las variables de las leyes de los gases para predecir el comportamiento de estos en un sistema.		Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases	Uso comprensivo del conocimiento	OG, OD1, OD2.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Durante esta fase se forman los grupos de trabajo y se dan orientaciones respecto al trabajo a realizar.			10 min.
Desarrollo	Esta fase se divide en dos partes, en la primera los estudiantes deben documentarse sobre las leyes de los gases y relacionarla con el funcionamiento de los biodigestores buscando en diferentes fuentes bibliográficas siguiendo las orientaciones de la docente para obtener información de fuentes confiables.			40 min.
	Para complementar la consulta anterior y afianzar los conocimientos, los estudiantes se dirigen a la página de Educaplan sobre las leyes de los gases (https://www.educaplan.org/gases/index.html) donde no solo encontrarán conceptos, teoría, videos sino también simulaciones con las cuales interactuarán según la guía de trabajo entregada por la docente (anexo R), los resultados deben ir consignándolos en el espacio designado para ello en la guía de trabajo.			40 min.
Finalización	Una vez obtenidos los resultados deben realizar un pequeño informe en el cual redacten objetivos, resultados, discusión de resultados y conclusiones, este será entregado en la siguiente sesión de forma grupal.			20 min para organizar la información. 8 días para la entrega final.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.	Computador, celular, guía de trabajo, cuaderno.			Sala de informática.
Instrumentos de evaluación				
Rúbrica de evaluación de informes de laboratorio – Anexo S.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Desarrollo de las Sesión 6.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos
Realiza seguimiento adecuado de las condiciones del biodigestor artesanal, evitando errores que puedan afectar el desarrollo del proceso. Predice el valor de una variable (presión, volumen o temperatura) teniendo en cuenta las leyes de los gases. Relaciona adecuadamente las variables de los gases (presión, volumen y temperatura).		Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases.	Indagación	OG, OD 1, OD2, OD3, OD4.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se hace una observación inicial de la apariencia física de los biodigestores teniendo en cuenta el color del residuo, la cantidad de residuo, presencia de otros organismos (hongos), presencia de efervescencia, etc. Estas anotaciones se realizan en la hoja de seguimiento de los biodigestores (Anexo Q).			10 min por día.
Desarrollo	Se toma la presión y la temperatura de los biodigestores, y teniendo en cuenta las condiciones iniciales tomadas el día anterior se halla el volumen estimado de gas utilizando ecuación de la ley combinada de los gases $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$, donde las variables serían: P1: Presión del día anterior. P2: Presión del día actual. T1: Temperatura del día anterior. T2: Temperatura del día actual. V1: Volumen de gas del día anterior. V2: Volumen por hallar. Una vez obtenido este cálculo, se procede a medir el volumen real de gas producido.			40 min por día.
Finalización	Los datos obtenidos se escriben en la bitácora de seguimiento (carpeta de evidencias).			10 min por día.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.	Materiales de laboratorio, bitácora de seguimiento (en la carpeta de evidencias).			Laboratorio
Instrumentos de evaluación				
Ficha de observación directa – Anexo L. Carpeta de evidencias.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Desarrollo de las Sesiones 7 y 8.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos de Aprendizaje
Organiza de manera ordenada y detallada los resultados obtenidos de una investigación o laboratorio. Comprende y explica de manera escrita la relación entre las variables presión, volumen y temperatura. Relaciona correctamente los modelos de los gases ideales y reales y los aplica para dar solución a situaciones de su vida cotidiana.		Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases. Modelo del gas ideal. Modelos de los gases reales.	Explicación de fenómenos	OG, OD3, OD4.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se recolectan los datos finales y se organizan para su presentación, la cual se compone de la presentación de la carpeta del proyecto donde se incluye la bitácora de seguimiento (solo la revisa la docente), el diseño del material interactivo y la exposición final. Durante esta fase los estudiantes organizan toda la información y esquematizan aquellas cosas que sean necesarias, además realizan las conclusiones del proyecto, esto se realiza durante la sesión No. 7.			40 min.
Desarrollo	En esta fase los estudiantes realizan un bosquejo del material interactivo y digital que presentarán durante su ponencia y presentación de los resultados obtenidos, este material corresponde a una presentación en diapositivas diseñadas con la herramienta canva, la cual debe estar diseñada según la rúbrica de evaluación del producto final (anexo T). Una vez terminada la presentación debe ser enviada a la docente para las correcciones o aportes necesarios y ser aprobada.			150 min.
Finalización	Durante esta fase los estudiantes hacen una presentación preliminar ante sus compañeros de clase para prepararse para la presentación final en la feria de la ciencia, para ellos cada equipo de trabajo tendrá 10 minutos de exposición, estas permitirán hacer retroalimentación a los estudiantes, destacando aspectos positivos y aspectos de mejora de su trabajo digital y su presentación oral por parte de sus compañeros y la docente.			100 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.	Computador, celular, red de internet, carpeta de proyecto, bitácora de seguimiento, internet.			Salón de clase y aula de informática.
Instrumentos de evaluación				
Rúbrica de evaluación del producto final - Anexo T.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Desarrollo de la Sesión 9.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos
Divulgo y presento con propiedad y comprensión los resultados de una investigación y los relaciono con los conocimientos adquiridos durante las clases.		Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases. Modelo del gas ideal. Modelos de los gases reales.	Uso comprensivo del conocimiento científico, indagación, explicación de fenómenos.	OG, OD1, OD2, OD3, OD4.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se organiza el aula múltiple de la institución para la presentación de los proyectos durante la feria de la ciencia, la cual se realizará ante un jurado externo determinado por la docente del área.			20 min.
Desarrollo	Cada grupo de trabajo realiza su presentación según los tiempos establecidos ante un jurado calificador quienes tendrán la rúbrica de evaluación con los criterios a tener en cuenta (anexo U), además estarán estudiantes de otros grados de la institución educativa y padres de familia invitados.			60 min.
Finalización	Se hace entrega de las rúbricas de evaluación a los estudiantes y los jurados realizan una intervención a modo de retroalimentación en el aula de clase. Para finalizar se establecen conclusiones del proceso sin dar finalización al proyecto.			40 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.	Computador, material interactivo digital.			Aula múltiple y salón de clase.
Instrumentos de evaluación				
Rúbrica de evaluación de la presentación oral del proyecto – Anexo U.				

Fuente: Elaboración Propia

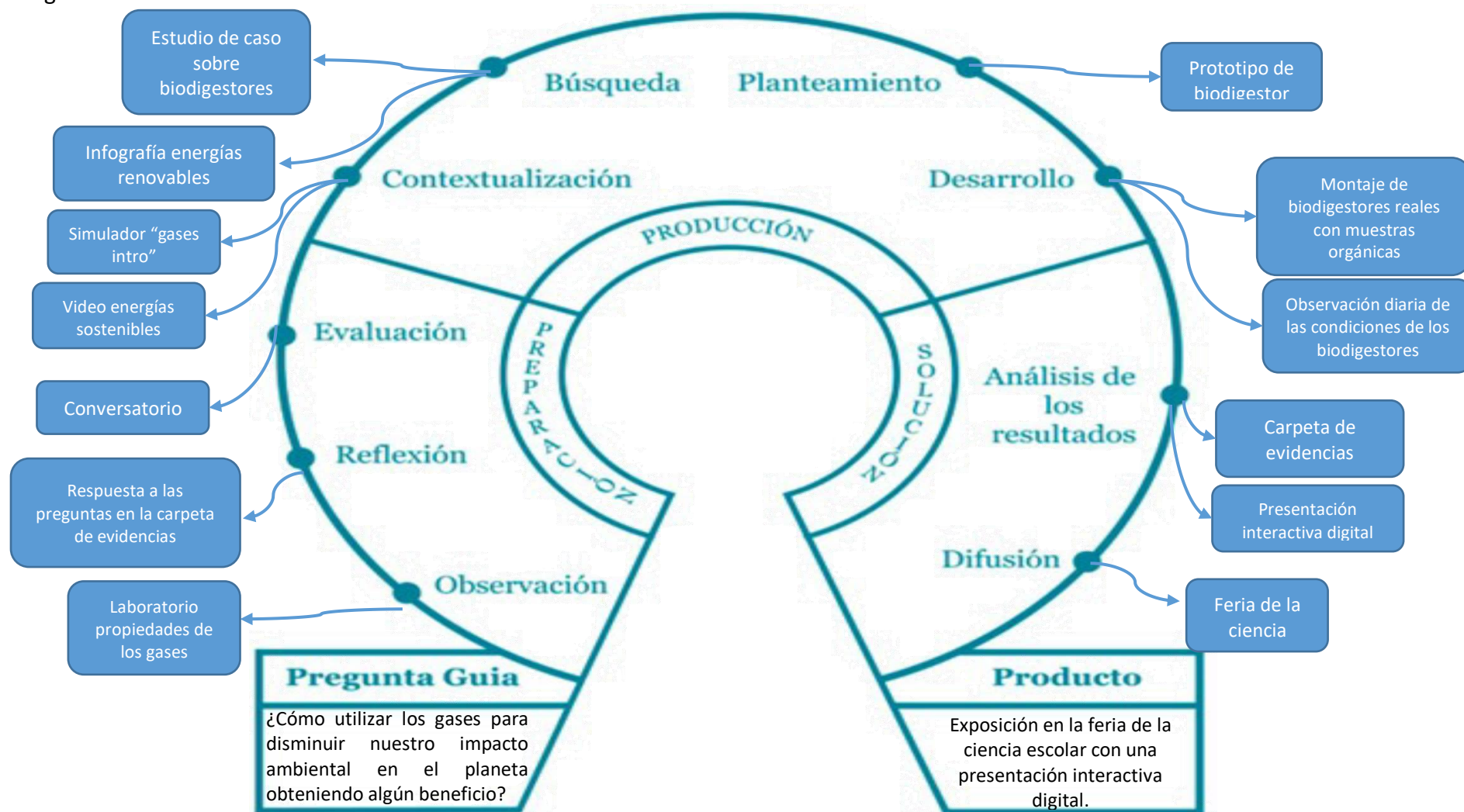
Tabla 12. Desarrollo de la Sesión 10.

Criterios de evaluación		Saberes básicos	Competencia	Objetivos
Evalúo respetuosamente y bajo criterios establecidos mi propio trabajo, el de mis compañeros y el de mi docente durante el desarrollo del proyecto. Determino debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas del proyecto realizado y la metodología utilizada.		Ley de Boyle. Ley de Charles. Ley de Gay – Lussac. Ley General de los Gases. Modelo del gas ideal. Modelos de los gases reales.	Uso comprensivo del conocimiento científico, indagación, explicación de fenómenos.	OG, OD1, OD2, OD3, OD4.
Temporalización y desarrollo de las actividades				Duración
Inicio	Se realiza el test sobre leyes de los gases realizado al principio de la unidad didáctica, el cual consta de 10 preguntas clave sobre la temática de gases y los biodigestores para evaluar los conocimientos adquiridos y analizar si la estrategia fue eficiente para el aprendizaje de los estudiantes.			30 min.
Desarrollo	Se organizan los equipos de trabajo y se entrega el formato de autoevaluación (anexo V) y matriz DOFA (anexo W) para que los estudiantes los desarrollen de manera grupal.			40 min.
Finalización	Se socializan los resultados obtenidos en los formatos de autoevaluación y la matriz DOFA, se establecen conclusiones de todo el proceso y se generan estrategias de mejora para los aspectos débiles del proyecto que se puedan aplicar en el futuro.			40 min.
Agrupamiento	Recursos			Espacio
Inicio – Individual.	Formatos de autoevaluación, matriz DOFA.			Aula de clase.
Desarrollo y Finalización – Grupos de trabajo asignados al principio del proyecto.				
Instrumentos de evaluación				
Formato de autoevaluación estudiantes y docente- Anexo V. Matriz DOFA - Anexo W.				

Fuente: Elaboración Propia.

Por último, la figura 7 representa a modo de resumen el modelo OMEGA para las actividades de la unidad didáctica la cual resalta diferentes componentes del aprendizaje basado en proyectos.

Figura 7. Secuenciación de Actividades Modelo OMEGA.



Fuente: Canca, 2016 adaptada del modelo OMEGA.

3.5. Evaluación

3.5.1. Evaluación del Aprendizaje y la enseñanza

La evaluación propuesta en la presente secuencia didáctica, ha sido diseñada de manera articulada y coherente con la metodología de aprendizaje basado en proyectos, lo cual favorece los procesos de evaluación y/o valoración continuos, reflexivos y contextualizados. En esta propuesta se implementan tres tipos de evaluación del aprendizaje: la diagnóstica, formativa y sumativa, considerando tanto los procesos como los productos obtenidos en cada parte de la secuencia por parte de los estudiantes. De igual manera, se lleva a cabo una evaluación del proceso de enseñanza, pues es menester establecer las fortalezas y debilidades del proceso para aplicar las mejoras necesarias e implementar de manera adecuada la metodología en proyectos futuros.

En ese sentido, se presenta a continuación, las tres evaluaciones realizadas al proceso de aprendizaje:

1. *Evaluación diagnóstica:* Esta evaluación es aplicada en la primera sesión del proceso y busca identificar los saberes previos, las concepciones erróneas y las expectativas de los estudiantes frente a los contenidos trabajados en la secuencia didáctica (gases y biodigestores). Esta se realiza mediante el uso de una prueba escrita inicial de 10 preguntas clave que se pueden observar en el anexo A. Además, se implementa una lluvia de ideas en un padlet asociada a los estados de la materia, utilizando los tres estados del agua, esta permite explorar las nociones básicas que tienen los estudiantes sobre los gases.
2. *Evaluación formativa:* Esta evaluación se realiza de manera continua durante todo el proceso o desarrollo de la propuesta y está centrada en la observación y evidencia del progreso individual y grupal, el cual requiere de una retroalimentación oportuna, de la autoevaluación y la coevaluación en los estudiantes. En la presente propuesta se mide a través de las rúbricas de evaluación específicas para cada actividad tales como infografías, informes, conclusiones de simulaciones (Anexos C, H, K, O, U, V y W), etc. De igual manera, el seguimiento a las carpetas de evidencias, las dianas de evaluación, las fichas de observación y las autoevaluaciones individuales y grupales.

3. *Evaluación Sumativa:* Esta evaluación se realiza durante todas las sesiones del proyecto a través de las rúbricas de evaluación, sin embargo, al final del proceso se logra verificar y evaluar el logro de los objetivos de aprendizaje y la adquisición de competencias científicas esperadas a través de la implementación de la propuesta. Al final del proceso, esta evaluación se realiza a través de la presentación de los resultados obtenidos en la feria de la ciencia, la entrega y revisión de la carpeta de evidencias y la evaluación final, que corresponde a la misma evaluación diagnóstica para asegurar que la estrategia implementada fue apropiada y eficaz para la apropiación de conocimientos.

La evaluación de la enseñanza, por su lado, constituye un proceso de reflexión y sistematización que tiene como objetivo valorar la eficacia, pertinencia y calidad de la intervención y la estrategia pedagógica realizadas por la docente durante la implementación de la propuesta didáctica. En esta secuencia, dicha evaluación se concibe como una oportunidad de mejoramiento continuo, aprendizaje y fortalecimiento del quehacer docente, en ese sentido los propósitos de evaluar la enseñanza en esta propuesta son:

- Identificación de aciertos y limitantes en el diseño y desarrollo de este tipo de propuestas didácticas.
- Valorar la adecuación de las estrategias y herramientas metodológicas y de los recursos utilizados para tal fin.
- Evaluar y reflexionar acerca de la percepción de los estudiantes sobre el impacto que tuvo la propuesta en su aprendizaje y la motivación lograda a través de ella.
- Reflexionar sobre el rol docente en la educación a través de metodologías activas como el ABP, donde pasa a ser un facilitador y guía del trabajo colaborativo.

3.5.2. Instrumentos de Evaluación

A continuación, se presentan en la tabla 13 los instrumentos de evaluación del aprendizaje y la enseñanza implementados en la presente propuesta didáctica, estos se explican a detalle en cada una de las sesiones donde serán utilizados

Tabla 13. Instrumentos de Evaluación

Aprendizaje	
Prueba diagnóstica y final (Anexo A)	15%
Rúbricas de evaluación de cada actividad (anexos C,H, K, O, U, V y W)	40%
Guías de observación directa (anexo L)	10%
Autoevaluación (anexo X) y heteroevaluación (anexo Y)	10%
Carpeta de Evidencias	20%
Matriz DOFA (anexo Z)	5%

Fuente: Elaboración propia

- *Prueba diagnóstica:* esta prueba o test es implementado al principio y al final del proceso con la intención de evaluar y medir cuantitativamente los conocimientos previos y los conocimientos adquiridos en los estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia.
- *Rúbricas de evaluación:* esta herramienta se utilizará durante el desarrollo de actividades que requieran una cuantificación y cualificación más profunda al momento de ser evaluada, allí se establecen los criterios de calificación de cada actividad y se puntúa según las habilidades y destrezas que han desarrollado los estudiantes.
- *Guías de observación directa:* esta guía funciona como una estrategia de cualificación del proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes y permite realizar las anotaciones pertinentes con las acciones, debilidades, fortalezas, y caracterización de los grupos de trabajo.
- *Autoevaluación:* este método se utilizará tanto para los estudiantes de manera individual y grupal como para el docente, con la finalidad de reflexionar sobre el proceso y el proyecto realizado no solo en cuando a la academia sino al fortalecimiento del ser.
- *Heteroevaluación:* esta herramienta pretende que en conjunto se realice una retroalimentación y reflexión sobre las ventajas y desventajas que trajo la metodología aplicada al proceso de enseñanza – aprendizaje.
- *Carpeta de evidencias:* esta carpeta se entrega a cada grupo de trabajo desde el principio del proyecto, allí se consignan todos los trabajos realizados, así como

también se hace el seguimiento del proceso realizado por el grupo de trabajo, el responsable de esta será el estudiante que haga las veces de secretario y se encargará de describir detalladamente las acciones realizadas en cada día o sesión.

- *Matriz DOFA*: esta será utilizada para evaluar de manera completa la implementación de la estrategia, determinando las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas para asegurar el mejoramiento de la propuesta y el fortalecimiento del proceso y la metodología.

3.5.3. Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación tenidos en cuenta para la secuencia didáctica se encuentran alienados y relacionados directamente con los objetivos de aprendizaje y las competencias establecidas en apartados anteriores, estos son:

- ✓ Comprensión conceptual de las leyes de los gases aplicados a los biodigestores artesanales y la producción de biogás.
- ✓ Capacidad para relacionar las variables de las leyes de los gases como presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia.
- ✓ Indagación científica teniendo en cuenta pasos clave para realizar una investigación o proyecto tales como el diseño experimental, la toma y análisis de datos e información, entre otros.
- ✓ Calidad del trabajo colaborativo en el cual, los estudiantes desempeñen sus roles, haya participación activa y se presente una adecuada gestión de los conflictos.
- ✓ Presentación clara y argumentada en la cual se demuestre el manejo del tema a través de los resultados y las conclusiones obtenidas.
- ✓ Reflexión crítica al momento de evaluar el proceso a través de la autoevaluación.

4. Reflexión sobre la propuesta

La realización de esta secuencia didáctica representa una oportunidad para transformar la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria, pues a partir de una metodología activa y situada en contexto para los estudiantes se logra adquirir el conocimiento y las habilidades científicas, socioemocionales y comunicativas para desarrollarse activamente en la sociedad. La elección del aprendizaje basado en proyectos como enfoque metodológico permite romper con las barreras del aprendizaje que trae consigo la educación tradicional centrada en la transmisión unilateral de conocimientos y da paso a experiencias de aprendizaje significativo centradas en el contexto y la cooperatividad.

La construcción, uso y análisis de una herramienta central como los biodigestores artesanales permite facilitar la comprensión de los contenidos propuestos en este trabajo ya que promueve el trabajo práctico y les da a los estudiantes la visión de que su entorno es fuente de saber y también un aula de clase para el aprendizaje de la ciencia. Esta transversalización entre el contexto y el conocimiento académico resulta ser fundamental para despertar el interés, la curiosidad, el compromiso y la creatividad del alumnado.

Asimismo, la propuesta le da la importancia central al estudiante, los cuales toman roles que no se permiten en la escuela tradicional y les abre oportunidades para experimentar, investigar, proponer soluciones, tomar decisiones y compartir ideas, aquí se ha demostrado que los alumnos dejan de ser receptores pasivos del conocimiento y se convierten en protagonistas y constructores de este, lo cual genera aprendizajes significativos que perduran en el tiempo y se pueden transmitir más fácilmente, pues no solo se desarrollan saberes conceptuales o teóricos, sino también habilidades para la vida y emociones.

Por último, desde el rol del docente, el desarrollo de esta estrategia didáctica, implica un proceso de reflexión profundo y de resignificación de las prácticas pedagógicas, didácticas y educativas, pues planear una secuencia didáctica bajo la metodología ABP, diseñar instrumentos de evaluación, guiar, acompañar y facilitar procesos en lugar de controlar productos y establecer relaciones de horizontalidad con los estudiantes, hacer un proceso bilateral y no unilateral, representan una serie de retos que enriquecen la labor personal y

permite enriquecer a nivel personal, pues es un proceso en el que se aprende de los estudiantes y se exigen formación continua, tiempo adicional y compromiso.

Finalmente, esta propuesta logra abrir la posibilidad de explorar nuevas formas de enseñar y de aprender ciencias desde una perspectiva más humana, crítica, enriquecedora y contextualizada. A pesar de que en los contextos rurales se cuenta con poco acceso a recursos educativos, se demuestra a través de esta propuesta que es posible educar en ciencias con calidad y pertinencia, para transformar la educación y la forma de ver la física y la química desde la realidad de los estudiantes, además se cree y se potencian las capacidades y habilidades de los estudiantes para construir un puente entre la vida escolar y la vida real.

La propuesta de unidad didáctica presentada en este trabajo se implementó, con algunos ajustes y variaciones, a lo largo del año 2024. Los resultados obtenidos evidenciaron que se trata de una estrategia eficaz y pertinente para la enseñanza de la química en estudiantes de grado décimo, ya que, además de agregar dinamismo a las clases, permitió acercar los contenidos al contexto de los aprendices. Esta experiencia no solo favoreció la comprensión de las leyes de los gases, eje central de la propuesta, sino que también facilitó la integración de otros saberes del área, como las reacciones químicas y procesos relacionados, contribuyendo de manera significativa a un aprendizaje más amplio y articulado.

Con relación al desempeño de los estudiantes, se notó un incremento en su interés y motivación hacia la asignatura. Los alumnos participaron de manera activa, mostrando disposición y compromiso frente al desarrollo de las actividades, lo cual se tradujo en una mejora en la adquisición de conocimientos y en el fortalecimiento de sus procesos de aprendizaje. Asimismo, el trabajo colaborativo impulsado en la unidad didáctica permitió enriquecer las relaciones interpersonales, fomentando valores como el respeto, la responsabilidad y la cooperación. Del mismo modo, se evidenció un progreso en sus competencias comunicativas, ya que perfeccionaron tanto su expresión oral como escrita, y se consolidaron sus habilidades investigativas, aspecto fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico y científico. A continuación, en la tabla 14 se presenta la matriz DOFA para la experiencia mencionada.

Tabla 14. Matriz DOFA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
• Apropiación de los contenidos y competencias. • Dinamización de los procesos de enseñanza – aprendizaje. • Participación en espacios de divulgación. • Disponibilidad de espacios para el desarrollo de la unidad didáctica. • Disponibilidad de recursos orgánicos. • Apropiación de los estudiantes con el proyecto y el cuidado del medio ambiente. • Contextualización de los conocimientos con el contexto.	• Falta de transversalización con otras áreas del conocimiento. • Falta de habilidades investigativas y organizativas por parte de los estudiantes. • Falta de tiempo para desarrollar las jornadas prácticas del proyecto.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
• Conocimientos en material de laboratorio y técnicas de investigación deficientes en los estudiantes. • Falta de capacitación docente para trabajar la metodología ABP.	• Falta de apoyo de directivos y docentes de otras asignaturas para mejorar los procesos. • Falta de recursos económicos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Creación propia

5. Conclusiones

La propuesta didáctica permitió alcanzar los objetivos planteados. En ese sentido, se diseñó una secuencia didáctica basada en la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), que articula las leyes de los gases con la construcción y uso de un biodigestor artesanal teniendo en cuenta el contexto de la institución educativa, favoreciendo la apropiación conceptual del contenido mencionado y la conexión de dichos conocimientos con las problemáticas y necesidades reales del entorno.

Por otro lado, con relación a los objetivos específicos, se logró determinar las bases teóricas de aplicación del aprendizaje basado en proyectos en el aula de física y química a través de la literatura consultada en diferentes fuentes bibliográficas y científicas, y a través del contexto educativo intervenido, evidenciando que el uso de herramientas tecnológicas facilita y mejora la intervención didáctica y pedagógica en el aula al momento de aplicar esta metodología. Si bien la mayoría de apreciaciones respecto al ABP son positivas, también se consideran algunas desventajas al momento de aplicación de esta, siendo las más notorias la falta o disponibilidad de tiempo y recursos y la motivación e iniciativa de los docentes.

Esta propuesta didáctica, además permitió conocer experiencias de enseñanza – aprendizaje similares, pero en contextos programáticos o curriculares diferentes, siendo el más común la enseñanza – aprendizaje de energías renovables y reacciones químicas. Además, se demostró a través de la literatura consultada, que este recurso permite articular diferentes objetivos de desarrollo sostenible, haciendo que los procesos de aprendizaje sean holísticos y transversales situados en el contexto, concluyendo que los biodigestores pueden ser un recurso diverso en cuanto a la articulación curricular con el área de las ciencias naturales, pues permite estudiar procesos biológicos y físico – químicos que pueden enriquecer el trabajo en el aula de clase.

Es importante mencionar, que dentro de la bibliografía consultada no se evidenció el uso de biodigestores para la enseñanza de los gases y sus leyes, razón por la cual, este proyecto resulta ser innovador.

Con relación al tercer objetivo específico, la presente propuesta permitió desarrollar una secuencia didáctica que articula la metodología de aprendizaje basado en proyectos para la

enseñanza de las leyes de los gases con el uso de biodigestores artesanales, la cual resulta ser motivadora, innovadora y atractiva para los estudiantes, ya que se sitúa dentro de las metodologías activas y pone a los estudiantes como el centro de los procesos pedagógicos en el aula, además, la secuencia mencionada se encuentra mediada por el uso de las TIC, lo cual despierta el interés del estudiantado pues tienen una estrecha relación con las herramientas tecnológicas.

Situándonos en el cuarto objetivo específico, cabe resaltar que se diseñó un conjunto de herramientas que permiten que la evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje sea continua, esto desde las evaluaciones diagnósticas, sumativas y formativas que se fortalecen con el uso de instrumentos como la autoevaluación y la coevaluación. Estas estrategias permiten valorar no solo el producto final generado por los estudiantes, sino también el proceso de aprendizaje realizado a lo largo del tiempo y las habilidades y destrezas que van adquiriendo los estudiantes durante cada etapa o sesión de la secuencia, además promueve la reflexión a nivel personal y grupal y potencia el mejoramiento continuo.

Finalmente, es evidencia que este tipo de propuestas que se encuentran contextualizadas favorecen los procesos pedagógicos en el aula haciendo que el aprendizaje sea significativo, de esta manera se impulsa la alfabetización científica, se resuelven problemas o necesidades del contexto, se desarrollan diferentes objetivos de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente y se contribuye al fortalecimiento de una enseñanza de las ciencias naturales que vincula la teoría con la práctica y probablemente, la escuela con la comunidad.

Referencias bibliográficas

- Andrade, H., y Brookhart, S. (2023). The role of formative assessment in project-based learning. *Assess-ment in Education: Principles, Policy y Practice*, 25(3), 211–225. https://www.researchgate.net/publication/346445965_Role_of_Formative_Assessment_in_Improving_Students'_Motivation_Engagement_and_Achievement_A_Systematic_Review_of_Literature
- Arellano, L., Dorado, A., Fortuny, M., Gabriel, D., Gamisans, X., Gonzalez, A., Hernandez, S., Lafuente, J., Monroy, O., Mora, M., Revah, S., y Sierra, H. (2017). Purificación y usos del biogás. Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.recercat.cat/handle/2072/285859>
- Atelge, M.R., Krisa, D., Kumar, G. *et al.* 2020. Biogas Production from Organic Waste: Recent Progress and Perspectives. *Waste Biomass Valor* 11, 1019–1040. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-00546-0>
- Aula planeta. (2015). *Cómo aplicar el aprendizaje basado en proyectos en diez pasos*. <https://www.aulaplaneta.com/2015/02/04/recursos-tic/como-aplicar-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-en-diez-pasos>
- Barron J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J. D., y The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem- and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271–311. <http://www.jstor.org/stable/1466789>.
- Bernal Párraga, A. P., Garcia , M. D. J., Consuelo Sanchez, B., Guaman Santillan, R. Y., Nivelá Cedeño, A. N., Cruz Roca, A. B., y Ruiz Medina, J. M. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Es-trategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 8927-8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037
- Blumenfeld, PC, Soloway, E., Marx, RW, Krajcik, JS, Guzdial, M. y Palincsar, A. (1991). Motivación del aprendizaje basado en proyectos: Sustentando la acción, apoyando el

Erika Bravo Fierro
Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor
Artesanal para grado décimo en el área de química.
aprendizaje. *Psicólogo Educativo*, 26 (3–4), 369–398.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.

Bravo, E. (2024). *Test de energías renovables*. Educaplay. <https://es.educaplay.com/recursos-educativos/24659777-test-de-energias-renovables.html>

Cárdenas, K.M., y Zapata, A. F. (2016). Enseñanza de las reacciones químicas mediante una alternativa renovable que fomente la cultura científica y ambiental. *Universidad Pedagógica Nacional*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2259>

Carrillo, L. E. (2022). *Didáctica de Química 1: Aprenda Fácil*. UNACH, 1–288. <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.59>

Casas, P. y Giraldo, C. (2023). *Publican los resultados de las pruebas Pisa: así le fue a 81 países, incluido Colombia*. El Espectador. <https://www.elespectador.com/educacion/resultados-pruebas-pisa-asi-le-fue-a-81-paises-incluido-colombia/>

Chonillo, L., Heredia, D., Chayña, J., Ramos, Z., y Sanchez, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Innova Educación* 6 (1), 71 – 88. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005>

Contreras, T. C. (2025). *Diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos lácteos y pollinaza en energía renovable en el acopio de leche el empalme en Supatá, Cundinamarca*. Universidad del Bosque. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/14557>

Davila, G., y Razo, E. (2007). Producción biológica de hidrógeno por vía fermentativa: Fundamentos y perspectivas. *BioTecnología*, 11(3), 19-27. https://www.researchgate.net/publication/259781183_Produccion_biologica_de_hidrogeno_por_via_fermentativa_Fundamentos_y_perspectivas

De Mora, E., Sobenis, J.A., Monar, J.E., y Fabre, K.Y. (2023). Impacto del aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales: informática. *Journal of Science and Research*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10420516>

El Español. (2024, febrero 11). *Energías renovables: la alternativa limpia*. https://www.youtube.com/watch?v=qWp46yzMimQyab_channel=ELESPA%C3%91OL

Fisher, D., Frey, N., y Hattie, J. (2021). *Developing assessment – capable visible learners grades K-12*. Corwin Literacy.

<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=yid=7WxGDwAAQBAJyoi=fnd&ypg=PP1ydq=Fisher,+D.,+Frey,+N.,+%26+Hattie,+J.+Developing+self-efficacy+through+collaborative+projects.+International+Journal+of+Collaborative+Education+yots=808Xp0umkAysig=l8pd2lwP0hCQ6Y3yNG3zAVH2S3c#v=onepage&yqyf=false>

Fullan, M., y Quinn, J. (2023). *The drivers: Transforming learning for students, schools and systems*. Corwin.

[https://books.google.com.co/books?id=p3q-EAAQBAJylpg=PP1yots=sj9al9J_bCydq=Fullan%2C%20M.%2C%20%26%20Quinn%2C%20J.%20\(2023\)ylyhl=es&ypg=PR8#v=onepage&yq=Fullan,%20M.,%20y%20Quinn,%20J.%20\(2023\)yf=false](https://books.google.com.co/books?id=p3q-EAAQBAJylpg=PP1yots=sj9al9J_bCydq=Fullan%2C%20M.%2C%20%26%20Quinn%2C%20J.%20(2023)ylyhl=es&ypg=PR8#v=onepage&yq=Fullan,%20M.,%20y%20Quinn,%20J.%20(2023)yf=false)

Galleguillos, M. A., Osorio, M., Álvarez, N., Caamaño, C., González, P., Barbagelata, M. J., Manríquez, G., y Adarmes, H. (2019). Implementación de Taller de Aprendizaje Activo en Aulas masivas para potenciar el rendimiento académico en Química, en estudiantes de Medicina Veterinaria de primer año. *Educación Química*, 30(2), 90. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.65067>

García, J. y Pérez, J.E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 37-63. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.194>

Gordon, E. A. (2021). *Dificultades en el aprendizaje del concepto de gas y la importancia de la implementación de estrategias innovadoras para su mejor comprensión y estudio*. Universidad de Panamá. <https://up-rid.up.ac.pa/6461/>

Grau, R. (2010). *Otras formas de hacer ciencia*. Associació de Mestres Rosa Sensat. <https://www.google.com.co/books/edition/Altres formes de fer ci%C3%A8ncia/JayHtgAACAAJ?hl=es>

Hidalgo Osorio, W. A., Vásquez Carrera, P. J., Espinosa Cunuhay, K. A., y Morales Tamayo, Y. (2019). Desechos orgánicos que generan gas a través de un biodigestor diseño experimental en la parroquia Guasaganda de la ciudad de la Maná. *Ciencia Digital*, 3(2.6), 190-205. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.558>

Ils, C. V., y Hernandez, S. A. (2023). Las leyes de los gases en estado remoto. *Educación en la Química*, 29(2), 107-116.

<https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/61/404>

Infante, J., Gillamon, C. y Bellalta, B. (2018). ¿Qué rol desempeña el tutor(a) en el aprendizaje basado en proyectos? Congresos Científicos de la Universidad de Murcia, Seminario Internacional RED-U: “La acción tutorial en la Universidad del siglo XXI”.
https://www.academia.edu/30091801/QU%C3%89_ROL_DESEMPE%C3%91A_EL_TUTOR_A_EN_EL_APRENDIZAJE_BASADO_EN_PROYECTOS

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES]. (2024). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA)*. Informe Nacional de Resultados para Colombia 2022. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/>

Intriago, A. M., Zavala, D. L., Morán, N.S., y Guerrero, H. A. (2025). Simuladores y laboratorios virtuales en la enseñanza de conceptos químicos completos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 18(1), 247-264.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-24952025000100247&lng=es&lng=es.

Koksall, E. A. (2018). Students understanding of gas concepts. *Journal of Scientific Perspectives*, 3(3), 11-38.
https://dergipark.org.tr/en/pub/jsp/issue/39123/459329?utm_source=chatgpt.com

Larmer, J. y Mergendoller, J. R. (2012). 8 essentials for Project-Based Learning. Buck Institute for Education. <https://share.google/sdYpmOKjFSi8jMgko>

Leyes de los gases. (2025). [Software de computadora]. Educaplus.
<https://www.educaplus.org/gases/index.html>

López, W. O. (2025). *Química y Futuro: los grandes retos científicos que la educación superior debe enfrentar*. Páginas brillantes Ecuador. <https://doi.org/10.70894/PBE-978-9942-7390-2-5>

Malley, C., Rouinfar, A., Barbera, J., Blanco, J., Dubson, M., Hanson, A., Koch, L., LeMaster, R., Loeblein, T., Moore, E., Paul, A., Perepelitsa, D., Perkins, K., Perkins, T., y Wieman, C. (s.f.).

Gases Intro (1.1.3) [Software de computadora]. Phet Colorado.
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/gases-intro/about>

Martínez, B. L., Sweeder, R. D. Vandenplas, J.R., y Herrington, D.G. (2021). Mejorar la comprensión conceptual del comportamiento del gas mediante el uso de capturas de pantalla y simulaciones. *Revista Internacional de Educación STEAM*, 8(5), 2-13.
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00261-0>

Martínez, M., y Amado, E. (2016). Filatelia y Didáctica de la Química: un ejemplo con los Gases Ideales. *Revista Cubana de Química*, 28(3), 843-869.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212016000300009&lng=es&tying=es.

McTighe, J., y Wiggins, G. (2023). Understanding by design: Aligning projects with learning goals. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 88–102.
https://www.researchgate.net/publication/264226731_Understanding_by_Design_2nd_Edition_Grant_Wiggins_and_Jay_McTighe

Mejías, L. (2019). Mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en Ciencias: Metodología activa y aprendizaje basado en proyectos [Trabajo de Fin de Máster, Universidad de la Laguna]. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/16969>

Ministerio de Educación Nacional [MinEducación]. (2024). *En el último año aumentó el puntaje global de los resultados individuales de Saber 11 calendario A*.
<https://www.mineduacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/422331:En-el-ultimo-ano-aumento-el-puntaje-global-de-los-resultados-individuales-de-Saber-11-calendario-A>

Monzón, V., Mena, C., y Sogari, N. (2018). Biogás: una alternativa sustentable para su implementación en laboratorios escolares rurales. *Extensionismo, Innovación Y Transferencia Tecnológica*, 4, 352–357. <https://doi.org/10.30972/eitt.402902>.

Nieto, J. E., y Mera, L. A. (2025). La gamificación como técnica de enseñanza - aprendizaje: análisis cuantitativo y comparativo en la asignatura de química impartida a los estudiantes de bachillerato de la unidad educativa intercultural bilingüe: “interandina”. *Investigo*, 6(15), 194-217. <https://doi.org/10.56519/469dk838>

- Ortegon, Y., y Delgado, J. A. (2021). Implementación de herramientas virtuales como estrategia para mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje (E/A) en la educación media. *Sophia*, 17(2), e881. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.17v.2i.881>
- Paas, F., Renkl, A., y Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- Pizarro, S. (2005). Biodigestor. Recursos Didácticos. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica 1, pp.152. ISBN 950-00-0519-0. <https://www.yumpu.com/es/document/read/15351005/biodigestor-sergio-pizarro-material-del-inet-fediap>
- Plaza, G., Otero, M del C., y Ruiz, C. (2022). El biodigestor como recurso didáctico en la educación. Universidad Nacional de Salta. Avances En Energías Renovables Y Medio Ambiente - AVERMA, 9–14. <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/2381>
- Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata. <https://books.google.com.pe/books?id=aTo6TMfVEIgCyprintsec=frontcover#v=onepageyqyf=false>
- Quintero, J. D. (2016). Construcción de un biodigestor y sus implicaciones en la enseñanza de la química: una experiencia de aula basada en una cuestión sociocientífica (CSC). *Investigación PPDQ*, 54, 13-22. <https://doi.org/10.17227/PPDQ.2015.num54.4049>.
- Reverte, J.R., Gallego, A.J., Molina, R. y Satorre, R. (2007). El aprendizaje basado en proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas Groupware. VARIOS, XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. https://www.researchgate.net/publication/39435646_El_aprendizaje_basado_en_proyectos_como_modelo_docente_Experiencia_interdisciplinar_y_herramientas_groupware
- Ríos, M., Benito, L., Germain, L., y Justianovich, S. (2017). Inclusión, trayectorias estudiantiles y políticas académicas en la Universidad. Facultad de Ciencias Exactas. Diagnóstico y estrategias de acción para recorridos estudiantiles no convencionales. La Plata,

Argentina: *EduLP* Editorial de la Universidad de La Plata.

<https://perio.unlp.edu.ar/tesis/sites/perio.unlp.edu.ar.tesis/files/Inclusi%C3%B3n-Trayectorias%20Estudiantiles.pdf> [Links]

- Ruiz, M., Meneses, A., y Montenegro, M. (2015). Actividades de demostración sobre “Leyes de los Gases” en clases de Ciencias de 8° básico: Contenidos y habilidades científicas, procesos cognitivos y participación verbal. *Estudios Pedagógicos XLI*, 213-229. [https://www.researchgate.net/publication/299477447 Actividades de demostracion sobre Leyes de los Gases en clases de Ciencias de 8 basico Contenidos y habilidades científicas procesos cognitivos y participacion verbal](https://www.researchgate.net/publication/299477447_Actividades_de_demostracion_sobre_Leyes_de_los_Gases_en_clases_de_Ciencias_de_8_basico_Contenidos_y_habilidades_cientificas_procesos_cognitivos_y_participacion_verbal)
- Sahín, C. y Cepni, S. (2012). Effectiveness of instruction based on the 5E teaching model on students conceptual understanding about gas pressure. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 220-264. [https://www.researchgate.net/publication/285406921 Necatibey Egitim Fakultesi Elektronik Fen ve Matematik Egitimi Dergisi EFMED Effectiveness of Instruction based on the 5E Teaching Model on Students' Conceptual Understanding about Gas Pressure](https://www.researchgate.net/publication/285406921_Necatibey_Egitim_Fakultesi_Elektronik_Fen_ve_Matematik_Egitimi_Dergisi_EFMED_Effectiveness_of_Instruction_based_on_the_5E_Teaching_Model_on_Students'_Conceptual_Understanding_about_Gas_Pressure)
- Sánchez, G. (2024, junio 19). Biodigestores, una solución energética y sostenible para el campo. <https://laud.udistrital.edu.co/actualidadentrevista/biodigestores-una-solucion-energetica-y-sostenible-para-el-campo>
- Simms, V (2016) Mathematical mindsets: unleashing students’ potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching, *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2016.1237374>
- Simões, A. S., Yanes, G., y Álvarez, M. B. (2019). Transversalidad de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 25-32. [https://www.researchgate.net/publication/343573239 Transversality of environmental education for sustainable development](https://www.researchgate.net/publication/343573239_Transversality_of_environmental_education_for_sustainable_development)
- Soltelo, L.V., Sogari, N., y Coronel, S. C. (2024). Estudio del funcionamiento de los biodigestores en formato kit y su aplicación didáctica para la enseñanza a nivel medio. *Avances en*

Energías Renovables y Medio Ambiente, (28), 381-392.

<https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/averma/article/view/4898>

Taber, K.S. (2002). *Chemical misconceptions – prevention, diagnosis and cure: Theoretical background*. Sociedad Española de Química.

https://www.researchgate.net/publication/244475089_Chemical_Misconceptions-Prevention_Diagnosis_and_Cure_Volume_I_Theoretical_Background_Volume_II_Classroom_Resources_Taber_Keith

Tan, J. C. (2016). *Project-based Learning for Academically-able Students*: Hwa Chong Institution in Singapore. Springer.

[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=yid=82CXDQAAQBAJ&oi=fnd&ypg=PR5y&dq=Tan,+J.+C.+\(2016\).+Project-based+Learning+for+Academically-able+Students:+Hwa+Chong+Institution+in+Singapore.+Springer.yots=HPIIn0JRdEysig=GdtZ-nxD35ENk6n5aI3HHmcd4fE#v=onepage&qyf=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=yid=82CXDQAAQBAJ&oi=fnd&ypg=PR5y&dq=Tan,+J.+C.+(2016).+Project-based+Learning+for+Academically-able+Students:+Hwa+Chong+Institution+in+Singapore.+Springer.yots=HPIIn0JRdEysig=GdtZ-nxD35ENk6n5aI3HHmcd4fE#v=onepage&qyf=false)

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.

https://www.researchgate.net/publication/238162544_A_Review_of_Research_on_Project-Based_Learning

Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos*. Infantil, Primaria y Secundaria. Ministerio de Educación, cultura y deporte. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/83725>

Vecino, F. (2008). Capítulo 8: Representación del espacio en el niño. El espacio como modelo de desarrollo de las distintas geometrías. En C. Chamorro (coordinadora y autora), *Didáctica de las matemáticas* (pp. 255-277). Pearson Prentice Hall.

<https://archive.org/details/chamorro-m.-a.-didactica-de-las-matematicas>

Vergara, J. J. (2016). *Aprendo porque quiero*. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso. SM.

<https://archive.org/details/vergara-ramirez-j.-aprendo-porque-quiero.-el-aprendizaje-basado-en-proyectos-abp-paso-a-paso>

Wambui, D. (2024). The impact of project – based learning on developing critical thinking and problem - solving skill. *Output journal of education*, 3(3), 51-56.

https://www.researchgate.net/publication/383553743_The_Impact_of_Project-Based_Learning_on_Developing_Critical_Thinking_and_Problem-Solving_Skills

Zamora Franco, A. F., Mendoza Yépez, W. J., Guerrero Cevallos, T. C., Triviño Briones, M. A., Cansiong Guerra, K. S., Carriel Alava, L. A., y Cedeño Aragundi, M. A. (2025). Aprendizaje Basado en Proyectos: Una Metodología para el Siglo XXI . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 836-855. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15798

Zepeda Hurtado, María Elena, Cortés Ruiz, Jérica Alhelí, y Cardoso Espinosa, Edgar Oliver. (2022). Estrategias para el desarrollo de habilidades blandas a partir del aprendizaje basado en proyectos y gamificación. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25), e057. Epub 12 de junio de 2023. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1348>

Anexo A. Evaluación diagnóstica

Ilustración 1. Preguntas 1 a 2 evaluación diagnóstica.

Evaluación diagnóstica sobre gases y sus leyes

El objetivo de esta evaluación es identificar los saberes previos sobre gases, sus propiedades y el uso de biodigestores. A continuación encontrarás 10 preguntas sobre los gases y sus leyes y el uso de biodigestores, responde conscientemente cada una de las preguntas.

* Indica que la pregunta es obligatoria

¿Cómo prefieres aprender ciencias? *

☐ Con lecturas y ejercicios.

☐ Haciendo experimentos.

☐ Con simulaciones y videos.

☐ Investigando y creando cosas útiles.

¿Qué es un gas? *

☐ Un estado de la materia si volumen ni forma definidos.

☐ Un estado de la materia con volumen y forma definidos.

☐ Un líquido en movimiento y con volumen definido.

☐ Un sólido con forma y volumen definidos.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2. Preguntas 3 a 5 evaluación diagnóstica.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el movimiento de las partículas corresponde a los gases? *

- ☐ Las partículas de los gases no se mueven, si el movimiento se presenta es principalmente vibratorio.
- ☐ Las partículas se mueven chocando entre ellas y con las paredes del recipiente que las contiene.
- ☐ Al estar levemente separadas, las partículas tienen poca posibilidad de movimiento.
- ☐ Las partículas se encuentran tan juntas, que es imperceptible el movimiento que poseen.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones no corresponde a una característica de un gas? *

- ☐ Siempre forman mezclas heterogéneas.
- ☐ Adquieren la forma del recipiente que los contiene.
- ☐ Ocupan todo el espacio que tienen disponible.
- ☐ Sus moléculas están en constante movimiento.

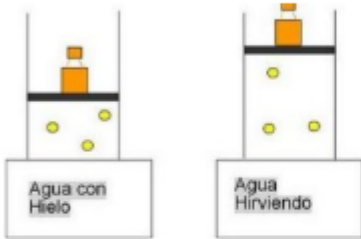
Si se revienta un globo inflado en pleno verano, podemos justificar esta situación diciendo que: *

- ☐ El gas se comprimió.
- ☐ El gas se difunde.
- ☐ La temperatura del gas disminuye.
- ☐ El gas aumenta la presión.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3. Preguntas 6 a 8 evaluación diagnóstica.

La siguiente imagen representa la ley de Charles para un gas. De acuerdo con la imagen es incorrecto afirmar que: *



☐ La temperatura es una de las variables que se tienen en cuenta.

☐ El volumen del gas es una de las variables que se tienen en cuenta.

☐ La presión varía durante las mediciones.

☐ El volumen es directamente proporcional a la temperatura.

Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica representa la ley de Boyle para un gas. De acuerdo con la información de la gráfica es válido asegurar que: *

☐ No se mantiene constante la temperatura, y la presión es directamente proporcional al volumen.

☐ Se mantiene constante la temperatura y el volumen es directamente proporcional a la presión.

☐ Se mantiene constante la temperatura y se observa que a mayor presión menor volumen.

☐ Se mantiene constante la presión y se observa que a mayor volumen mayor temperatura.

¿Qué relación existe entre la temperatura y el volumen de un gas, según tus conocimientos? *

Tu respuesta _____

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4. Preguntas 9 y 10 evaluación diagnóstica.

¿Qué crees que es un biodigestor? *

Tu respuesta _____

¿Qué elementos crees que se pueden aprovechar de los residuos orgánicos? *

☐ Todo.

☐ Solo el estiércol de cerdo y de vaca.

☐ Solo los residuos de alimentos.

☐ Todas las anteriores.

Enviar [Borrar formulario](#)

Fuente: Elaboración propia

Anexo B. Guía de laboratorio sobre gases



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO
PRÁCTICA DE LABORATORIO No. 1.
GASES
GRADO 10

Objetivo General

- ✓ Identificar algunas propiedades de los gases mediante experiencias sencillas de laboratorio.

Objetivos Específicos

Planteen dos objetivos específicos para la experiencia.

Materiales

- ✓ 1 botella plástica de 1.5 L vacía
- ✓ 1 globo
- ✓ 1 jeringa sin aguja
- ✓ 1 recipiente con agua caliente
- ✓ 1 recipiente con agua fría
- ✓ Papel y lápiz

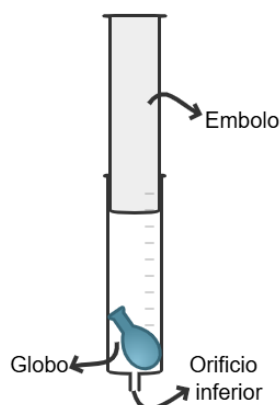
Procedimiento

Actividad 1: ¿Los gases son comprimibles?

Procedimiento: Toma un globo pequeño e inflalo de manera que quepan en una jeringa de 50mL. Seguidamente toma uno de los globos y deposítalo dentro de la jeringa, tapa el orificio inferior de la jeringa y oprime el embolo hasta donde puedas y observa lo que sucede (observar ilustración 5).

Escribe tus observaciones en la sección de la carpeta de evidencias dispuesto para ello.

Imagen 1. Experiencia con la jeringa – Actividad 1.



Actividad 2: ¿Qué pasa con el gas al calentarse o enfriarse?

Procedimiento: Tapa la boquilla de la botella con el globo sin inflar (imagen 2), seguidamente introdúcelo por 2 minutos en agua caliente (imagen 3), después introdúcelo en el recipiente con agua fría y observa lo que sucede. Anota tus observaciones en la carpeta de evidencias.

Imagen 2. Globo en la botella
Paso 1

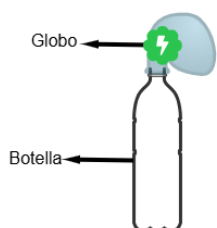
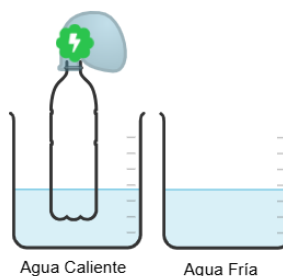


Imagen 3. Botella y globo en agua caliente



Actividades Complementarias

En la carpeta de evidencias desarrolla los siguientes apartados con tu grupo de trabajo.

1. Dibujar el sistema antes y después de la experiencia y/u observaciones realizadas en un pliego de papel bond para exponerlo en la clase.
2. ¿Qué ocurre cuando presionas el globo dentro de la botella? ¿Por qué crees que sucede esto?
3. ¿Si el gas tuviera forma propia y volumen definido, qué sucedería al realizar la experiencia? ¿Por qué?

Anexo C. Rúbrica de evaluación del laboratorio sesión 1 – actividad 2



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DESMPÑO EN EL LABORATORIO GASES – SESIÓN 1 (ACTIVIDAD 2) GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

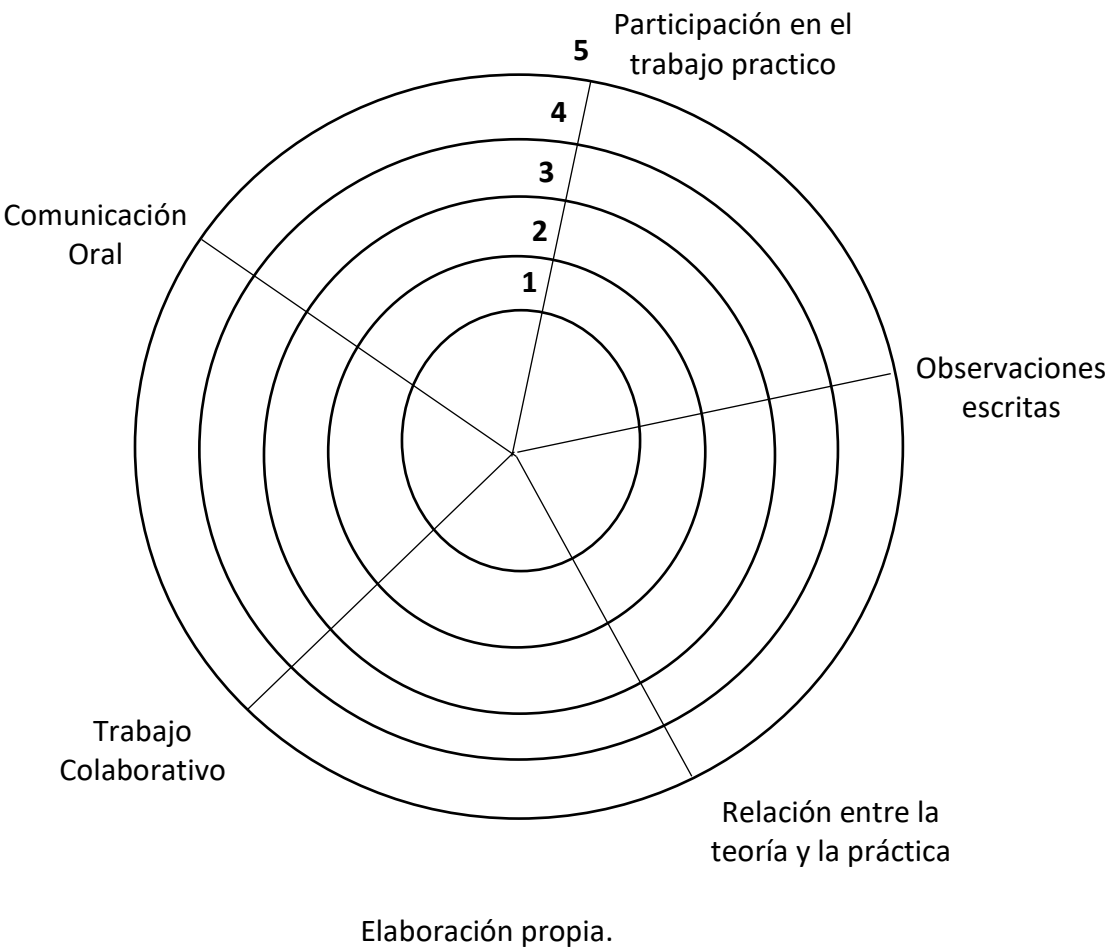
	Indicadores de logro	Excelente	Bien	Regular	Deficiente	%	Puntuación
COMUNICACIÓN ORAL	Argumentación	Presenta sus ideas de manera argumentada demostrando el manejo del tema a través del alto uso de citas bibliográficas.	Presenta sus ideas de manera argumentada demostrando el manejo del tema, pero usa escasas citas bibliográficas.	Presenta sus ideas de manera argumentada, pero no usa citas bibliográficas.	Presenta sus ideas sin argumentos.	25	
	Claridad al expresarse	Se expresa de manera clara, utilizando el lenguaje técnico necesario y se da a entender sin dificultad, demostrando dominio del	Se expresa de manera clara, utilizando el lenguaje técnico necesario y se da a entender sin dificultad, demostrando dominio del	Se expresa de manera clara, pero no utiliza el lenguaje técnico propio de la práctica de laboratorio y su	No se expresa de manera clara ni utiliza el lenguaje técnico propio de la practica de	25	

Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor Artesanal para grado décimo en el área de química.

		tema. Además, utiliza el lenguaje no verbal para reforzar sus argumentos.	tema, pero no utiliza el lenguaje no verbal para reforzar sus argumentos.	dominio del tema es regular.	laboratorio, no tiene dominio del tema.		
ESQUEMA	Pertinencia del dibujo	El dibujo realizado es pertinente con la práctica de laboratorio y relaciona los saberes previos de los estudiantes con los nuevos conocimientos adquiridos.	El dibujo realizado es pertinente con la práctica de laboratorio y relaciona los saberes previos de los estudiantes, pero no relaciona adecuadamente los nuevos conocimientos.	El dibujo realizado es pertinente con la práctica de laboratorio, pero no refleja los saberes previos y posteriores.	El dibujo realizado no refleja lo realizado en la práctica de laboratorio y no evidencia los saberes previos y posteriores.	25	
	Relación entre la teoría y la práctica	El dibujo relaciona la teoría con la práctica, se utilizan adecuadamente los conceptos de presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia, y refleja el comportamiento del sistema antes y después.	El dibujo relaciona la teoría con la práctica, se utilizan adecuadamente de los conceptos de presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia, pero presenta algún error al explicar el comportamiento del sistema antes y después.	El dibujo relaciona la teoría con la práctica, se utilizan adecuadamente algunos conceptos como presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia, pero no explica el comportamiento del sistema antes y después.	El dibujo no relaciona la teoría con la práctica, no se utilizan adecuadamente los conceptos de presión, volumen, temperatura y cantidad de sustancia, ni explica el comportamiento del sistema antes y después.	25	

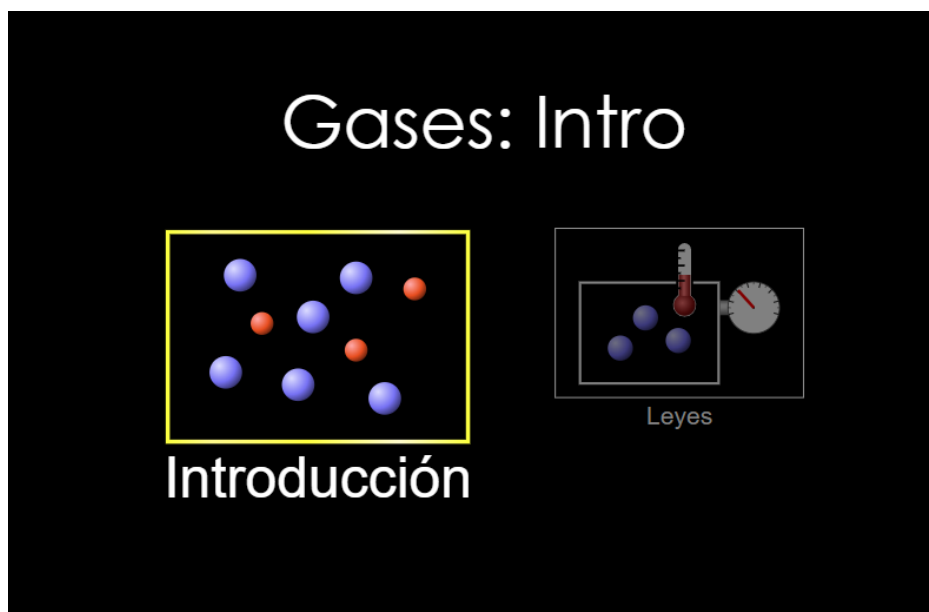
Observaciones y aspectos de mejora:

Anexo D. Diana de autoevaluación para estudiantes



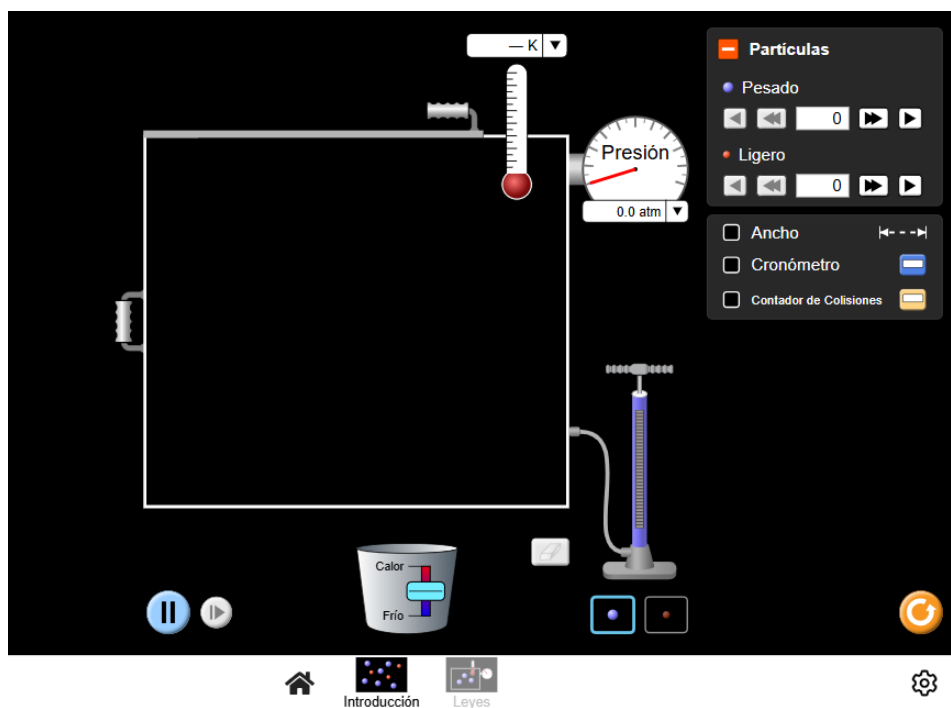
Anexo E. Simulador “gases intro”

Ilustración 5. Página inicial simulador “gases intro”



Fuente: PhetColorado (2025)

Ilustración 6. “Gases intro”- introducción (relacionada en la actividad 2)



Fuente: PhetColorado (2025)

Anexo F. Instrucciones uso del simulador

Trabajo de Simulación – Propuesta 1

1. Ingresa al simulador “gases intro” en la sección de introducción.
2. Pon la temperatura en grados centígrados.
3. Inyecta moléculas de color morado, para ello tira del embolo del inflados dos veces.
4. Aumenta la temperatura (anota la temperatura que te da el termómetro que encuentras en la parte superior), sostenla por unos minutos y anota tus observaciones, recuerda revisar la presión.
5. Disminuye la temperatura (anota la temperatura que te da el termómetro que encuentras en la parte superior), sostenla por unos minutos y anota tus observaciones, recuerda revisar la presión.
6. Reinicia la simulación, aumenta el peso de las moléculas moradas y repite los pasos 2,3,4 y 5.

Trabajo de Simulación – Propuesta 2

1. Ingresa al simulador “gases intro” en la sección de introducción.
2. Pon la temperatura en grados centígrados.
3. Inyecta moléculas de color morado, para ello tira del embolo del inflados dos veces.
4. Inyecta moléculas de color rojo repitiendo el paso 3.
5. Aumenta la temperatura (anota la temperatura que te da el termómetro que encuentras en la parte superior), sostenla por unos minutos y anota tus observaciones, recuerda revisar la presión.
6. Disminuye la temperatura (anota la temperatura que te da el termómetro que encuentras en la parte superior), sostenla por unos minutos y anota tus observaciones, recuerda revisar la presión.
7. Reinicia la simulación, aumenta el peso de las moléculas moradas y rojas y repite los pasos 2,3,4 y 5.

Anexo G. Test sobre energías renovables

Ilustración 7. Preguntas 1 y 2.



Test de energías renovables

A continuación encontrarás 10 preguntas sobre energías renovables relacionadas con el video de la clase.
por [Erika Bravo](#)



1 ¿Cuál es el principal beneficio ambiental de las energías renovables según el documental?

- ☐ a Incremento de empleos locales.
- ☐ b Reducción de emisiones de CO₂ y otros contaminantes.
- ☐ c Diversificación de precios de la energía.
- ☐ d Reducción de compuestos orgánicos.

2 ¿Qué fuentes de energía renovable se mencionan en el video?

- ☐ a Solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa, geotérmica.
- ☐ b Solar, nuclear, carbón limpio, gas natural.
- ☐ c Solar, eólica, carbón, petróleo.
- ☐ d Solar, carbón, biomasa.

Fuente: Educaplay (2025).

Ilustración 8. Preguntas 3 a 5.

3 Según el documental, ¿por qué es importante triplicar la capacidad de energías renovables para 2030?

☐ a Para crear más empleos.

☐ b Para frenar el aumento de temperatura global por encima de 1,5 °C.

☐ c Para reducir el costo de la electricidad en hogares.

4 ¿Qué papel juegan los expertos entrevistados (como los de UNEF, APPA, IRENA)?

☐ a Criticar las energías renovables.

☐ b Analizar precios del petróleo.

☐ c Explicar el desarrollo y objetivos de cada tecnología en Europa y España.

5 ¿Qué porcentaje de electricidad generada por renovables en España se menciona que superó en 2023?

☐ a Menos de un 30 %

☐ b Cerca del 100 %

☐ c Más de un 50 %

Fuente: Educaplay (2025).

Ilustración 9. Preguntas 6 a 10.

- 6 El video afirma que las energías renovables son inagotables y competitivas económicamente.
- ☐ a Falso
- ☐ b Verdadero
- 7 En el documental se menciona que la energía nuclear es considerada una fuente renovable.
- ☐ a Verdadero
- ☐ b Falso
- 8 ¿Cuál de los siguientes es un obstáculo mencionado en el documental para el crecimiento de las energías renovables?
- ☐ a Falta de interés de la ciudadanía
- ☐ b Exceso de recursos naturales
- ☐ c Limitaciones técnicas y de almacenamiento energético
- ☐ d Alta dependencia de la energía solar nocturna
- 9 ¿Qué se entiende por "hibridación" de energías renovables según el video?
- ☐ a Usar energías fósiles y renovables simultáneamente
- ☐ b Mezclar combustibles para reducir el costo energético
- ☐ c Cambiar paneles solares por turbinas eólicas
- ☐ d Combinar varias fuentes renovables para asegurar suministro constante
- 10 ¿Cuál es el llamado a la acción que hace el documental respecto al futuro energético?
- ☐ a Usar más combustibles fósiles con tecnologías limpias
- ☐ b Detener toda actividad industrial para frenar el cambio climático
- ☐ c Apostar por una transición energética global basada en renovables
- ☐ d Desarrollar únicamente energía nuclear como solución viable

Fuente: Educaplay (2025).

Anexo H. Rúbrica de evaluación de la simulación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LABORATORIO GASES INTRO- SESIÓN 2 (ACTIVIDAD 2) GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

	Indicadores de logro	Excelente	Satisfactorio	Aceptable	Bajo	Valoración	Puntuación
DIAPOSITIVAS	Uso de la plantilla	Utiliza la plantilla proporcionada por la docente manteniendo los elementos propuestos en esta y respeta las márgenes, tipo y tamaño de letra, etc.	Utiliza la plantilla proporcionada por la docente manteniendo los elementos propuestos en esta, pero no mantiene las márgenes y cambia el tamaño y tipo de letra.	Utiliza la plantilla proporcionada por la docente, no conserva los propuestos en esta, pero no mantiene las márgenes y cambia el tamaño y tipo de letra.	No utiliza la plantilla generada por la docente, no respeta el tamaño y tipo de letra o no realiza las diapositivas.	0,5	

	Estética y buena presentación	Las diapositivas conservan la estética. La distribución de las imágenes y el texto es armoniosa, y tiene una presentación es excelente.	Las diapositivas conservan la estética. La distribución de las imágenes y el texto es agradable y no conservan una excelente presentación.	Las diapositivas conservan la estética, la distribución gráfica de las imágenes y el texto no son armoniosas y no tiene buena presentación	Las diapositivas no son estéticas, la distribución gráfica de las imágenes y el texto no armoniosas y no tiene buena presentación o no realiza las diapositivas.	0,5	
	Contenidos	Los contenidos presentados en las diapositivas son acordes con la temática y se utilizan de manera adecuada durante la exposición oral, además son explicados con facilidad.	Los contenidos presentados en las diapositivas son acordes con la temática y se utilizan de manera adecuada durante la exposición oral, pero se comente algunos errores al explicarlos.	Los contenidos presentados en las diapositivas son acordes con la temática, pero se utilizan de manera errónea.	Los contenidos utilizados en las diapositivas no son acordes con la temática o no presenta las diapositivas.	1,0	
PRESENTACIÓN ORAL	Argumentación	Presenta sus ideas de manera argumentada demostrando el manejo del tema a través del alto uso de citas bibliográficas.	Presenta sus ideas de manera argumentada demostrando el manejo del tema, pero usa escasas citas bibliográficas.	Presenta sus ideas de manera argumentada, pero no usa citas bibliográficas.	Presenta sus ideas sin argumentos.	1,5	
	Claridad al expresarse	Se expresa de manera clara, utilizando el lenguaje técnico necesario y se da a entender sin dificultad, demostrando dominio del tema. Además, utiliza el lenguaje	Se expresa de manera clara, utilizando el lenguaje técnico necesario y se da a entender sin dificultad, demostrando dominio del tema, pero no utiliza el lenguaje no	Se expresa de manera clara, pero no utiliza el lenguaje técnico propio de la práctica de laboratorio y su dominio del tema es regular.	No se expresa de manera clara ni utiliza el lenguaje técnico propio de la práctica de laboratorio, no tiene dominio del tema.	0,5	

Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor Artesanal para grado décimo en el área de química.

		no verbal para reforzar sus argumentos.	verbal para reforzar sus argumentos.				
CONCLUSIONES	Conclusiones	Realiza conclusiones basado en las observaciones, los resultados obtenidos y las relacionan correctamente con la teoría.	Realiza conclusiones basados en las observaciones, pero al momento de relacionarlas con la teoría comete algunas equivocaciones.	Realiza conclusiones, pero algunas de ellas no tienen relación con las observaciones realizadas ni con la teoría.	El equipo de trabajo no realiza las conclusiones porque no relacionan los resultados con la teoría.	1,0	

Elaboración propia

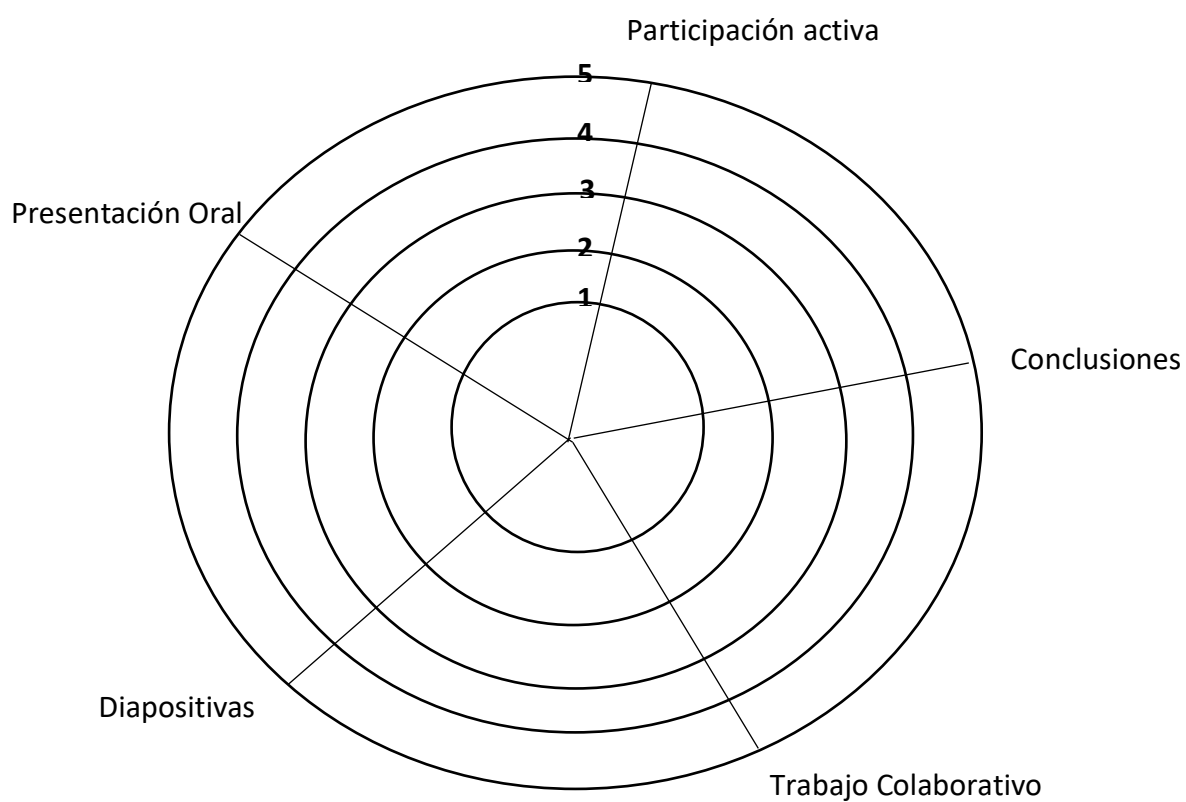
Anexo I. Diana de autoevaluación estudiantes



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO DIANA DE AUTODVALUACIÓN DE ESTUDIANTES

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:



Elaboración propia

Anexo J. Rutina de pensamiento apoyar, afirmar, cuestionar

UNA RUTINA DE PENSAMIENTO DEL PROYECTO CERO, ESCUELA DE GRADUADOS EN EDUCACIÓN DE LA UNIVERSIDAD HARVARD.

Afirmar, Apoyar, Cuestionar

Una rutina para razonar con evidencia.

Haz una **afirmación** sobre el tópico

Afirmar: Una explicación o interpretación de algún aspecto del tópico.

Identifica el **apoyo** para tu afirmación.

Apoyar: Cosas que ves, sientes o conoces que apoyan tu afirmación.

Haz un **cuestionamiento** relacionado con tu afirmación.

Cuestionar: ¿Qué queda en el aire? ¿Qué no se explico? ¿Qué nuevas razones surgen a partir de tu afirmación?

Propósito: ¿Qué tipo de pensamiento fomenta esta rutina?

Esta rutina muestra y fomenta el proceso de razonamiento al pedir a los estudiantes que formulen una interpretación sobre algo y la apoyen con evidencia. Insta a los estudiantes a formular preguntas sobre su interpretación, les ayuda a ver cómo el razonamiento es un proceso continuo que es valioso para hacer preguntas y ofrecer respuestas.

Aplicación: ¿Cuándo y dónde puede utilizarse?

Utiliza esta rutina con obras de arte, partes de un texto, poemas y tópicos del currículo que piden explicación o estén abiertos a la interpretación.

Inicio: ¿Cuáles son algunos puntos claves para comenzar y utilizar esta rutina?

Esta rutina funciona bien en forma individual, en pequeños grupos y en discusiones de todo el grupo. Comienza modelando la rutina: Identifica una afirmación y explora apoyo y cuestionamientos en la discusión de todo el grupo. En el tablero haz una columna de APOYO y otra de CUESTIONAMIENTOS. Pide a la clase evidencia que apoye o cuestione la afirmación y escríbelo en la columna correspondiente. Pide a los estudiantes que se turnen utilizando la rutina para que cada uno haga su afirmación, identifique apoyo y se cuestione.

Después de que cada persona ha participado, reúnanse como grupo para discutir el tópico relacionado con la afirmación antes de continuar con el siguiente estudiante. Ten paciencia pues los estudiantes toman su tiempo para pensar. Es posible que necesites ir más allá haciendo preguntas de sondeo: ¿Qué otros cuestionamientos quisieran hacerle a esta afirmación? o piensen en razones por las cuales esta afirmación puede ser verdadera. Invita al desacuerdo amistoso, una vez el estudiante presente una perspectiva alternativa a una afirmación, insta a otros estudiantes a seguirla. Los cuestionamientos pueden desafiar la posibilidad de la afirmación y con frecuencia llevar a una comprensión más profunda de los procesos de razonamiento. Dile a los estudiantes que estar en desacuerdo con las razones de otros está bien e instalos a generar sugerencias creativas que apoyen y cuestionen. Después de que todos han tenido su turno, reflexionen sobre la actividad. ¿Qué nuevos pensamientos tienen los estudiantes acerca del tópico?

Comparte tu experiencia con esta rutina de pensamiento en las redes sociales usando los hashtags #PZThinkingRoutines y #AfirmarApoyarCuestionar.



Esta rutina de pensamiento se desarrolló como parte del proyecto Visible Thinking en el Proyecto Cero de la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad de Harvard. Esta es una traducción realizada por Patricia León Agustí y María Ximena Barrera y aprobada por el Proyecto Cero.

Conoce más rutinas de pensamiento en pz.harvard.edu/thinking-routines

© 2019 Presidente y Asociados de la Escuela de Harvard y el Proyecto Cero. Este trabajo se encuentra bajo la Licencia Internacional 4.0 Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives (CC BY-NC-ND). Esta licencia permite a los usuarios compartir este trabajo con otro pero no se puede usar comercialmente. Para hacer referencia a este trabajo, utilice lo siguiente: La rutina de pensamiento Afirmar Apoyar Cuestionar fue desarrollada por el Proyecto Cero, centro de investigación de la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad de Harvard.

Fuente: Harvard Graduate School of Education

Anexo K. Rúbrica de evaluación de infografía



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE INFOGRAFÍA ENERGÍAS RENOVABLES – SESIÓN 3 (ACTIVIDAD 1) GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

Indicadores de logro	4	3	2	1	%	Puntuación
Contenido científico	La información reflejada en el material es actualizada y se relaciona de manera adecuada con la temática, además evidencia la comprensión del tema.	La información se relaciona con la temática de interés, sin embargo, se muestran algunas generalidades que no demuestran la comprensión total del tema.	El material expuesto presenta algunos errores y poca profundidad en la temática.	La infografía presenta errores significativos o no se relaciona con el tema.	35	
Indagación e investigación	Se evidencia un proceso de indagación bibliográfica	En la infografía de utilizan algunas fuentes bibliográficas	El proceso de indagación es limitado y sin	No se evidencia fuentes de indagación ni	35	

	enriquecedor, ya que se presentan numerosas fuentes de consulta y se relacionan directamente con el objetivo de la actividad.	confiables, sin embargo, se presentan algunas poco confiables que le restan seriedad al trabajo realizado.	referencias claras, no cumple completamente con el objetivo de la actividad.	relación con el objetivo de la actividad.		
Creatividad y diseño visual	El diseño de la infografía es muy atractivo, claro y organizado, está estéticamente presentable. Usa elementos gráficos innovadores y coherentes con la información.	El diseño de la infografía es atractivo y organizado, aunque puede mejorar en originalidad o coherencia visual.	El diseño cumple su función, pero es poco atractivo y se ve desorganizado.	El diseño es desordenado y confuso, además imposibilita la comprensión del contenido.	20	
Trabajo colaborativo	Participa activamente, se evidencia colaboración, distribución de tareas y resolución de conflictos. Cada estudiante desempeña su rol de manera pertinente.	Participa en la realización del trabajo. Algunas de las tareas no fueron bien distribuidas. Los roles están claros, pero no desempeñan todas sus funciones.	Participa de manera regular en la realización del trabajo; la responsabilidad de la actividad fue dispuesta solo en algunos integrantes del equipo. Los roles de trabajo no son claros.	No se evidencia trabajo colaborativo, el trabajo es realizado por uno de los integrantes o no se hace. No se definen los roles de cada integrante del grupo.	10	

Anexo L. Ficha de observación directa del trabajo en grupo



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO FICHA DE OBSERVACIÓN DIRECTA PARA EL TRABAJO COLABORATIVO

Fecha: _____

Nombre del estudiante:

1. Los miembros del grupo realizan aportes significativos para la realización del trabajo y son proactivos.

**Muy en
desacuerdo**

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6

**Totalmente
de acuerdo**

2. Participa activamente en las actividades grupales.

**Muy en
desacuerdo**

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6

**Totalmente
de acuerdo**

3. Respeta las opiniones de sus compañeros.

**Muy en
desacuerdo**

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6

**Totalmente
de acuerdo**

4. Cumple el rol asignado dentro del grupo y respeta el rol de sus compañeros.

**Muy en
desacuerdo**

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6

**Totalmente
de acuerdo**

5. Promueve la participación de todos los integrantes del grupo.

**Muy en
desacuerdo**

☐ 1☐ 2☐ 3☐ 4☐ 5☐ 6

**Totalmente
de acuerdo**

6. Respeta los acuerdos realizados dentro del grupo de trabajo.

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente de acuerdo
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------------------------------

7. Contribuye con la disciplina y el comportamiento del grupo.

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente de acuerdo
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------------------------------

8. Demuestra compromiso con las actividades asignadas dentro del grupo de trabajo.

Muy en desacuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente de acuerdo
------------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------------------------------

Anexo M. Estudio de caso



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO
ESTUDIO DE CASO
BIODIGESTORES RURALES – SESIÓN 4
GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

1. A continuación, encontrarás un caso de estudio situado en Colombia, léelo atentamente y subraya las ideas que consideres más importantes, además escribe las dudas que te surjan.

En muchas veredas de Colombia, las familias rurales no cuentan con acceso a redes de gas natural o electricidad. Sin embargo, muchas de estas comunidades producen residuos orgánicos provenientes de la agricultura y la ganadería, los cuales podrían ser aprovechados mediante la implementación de biodigestores artesanales para generar biogás y abono natural.

En el municipio de Tibasosa (Boyacá), una familia campesina dedicada a la producción lechera se enfrentaba a altos costos en el consumo de gas para cocinar y calentar agua, pues al no contar con redes de gas debían adquirir cilindros de gas GLP, lo cual generaba costos adicionales por el transporte. Además, los residuos del ganado y los cerdos representaban un problema ambiental y de salud por su acumulación.

En 2022, con apoyo de entidades de orden público del país, mediante proyectos de servicio social con una ONG local, instalaron algunos biodigestores artesanales hechos con materiales accesibles como plástico tubular, válvulas PVC, mangueras y una salida de gas a la cocina, permitiendo:

- La reducción del uso de gas GLP en un 60%.
- El aprovechamiento de 30 litros diarios de excremento bovino y porcino.
- La producción de biol (fertilizante líquido orgánico) para el cultivo de diferentes especies vegetales para su alimentación.
- Mayor conciencia familiar sobre manejo de residuos.

Testimonio:

“Antes pagábamos más de \$50.000 al mes en gas. Ahora cocinamos con lo que producen nuestras vacas, y además abonamos la huerta con el biol” – Doña María, beneficiaria del proyecto.

2. Responde en grupo, las siguientes preguntas.

¿Qué problema enfrentaba la familia campesina antes de instalar el biodigestor artesanal?

¿Qué tipo de energía se genera en un biodigestor y cómo se produce?

¿Qué beneficios ambientales, económicos y sociales tuvo la implementación del biodigestor?

¿Qué tipo de residuos se pueden usar en un biodigestor y cuáles no?

¿Podría implementarse una solución similar en tu comunidad? ¿Qué factores se deben considerar?

¿Qué residuos orgánicos predominan en nuestra vereda?

¿Cuántas familias podrían beneficiarse?

¿Qué condiciones mínimas se requieren para un biodigestor?

3. Elabora una infografía o ficha en cartulina o formato digital que resuma:

El problema, la solución implementada, los beneficios y una propuesta para aplicarlo en tu entorno.

Anexo N. Juego de preguntas en Kahoot

Ilustración 10. Entrada al juego



Fuente: Kahoot (2025).

Ilustración 11. Preguntas 1 y a 3.

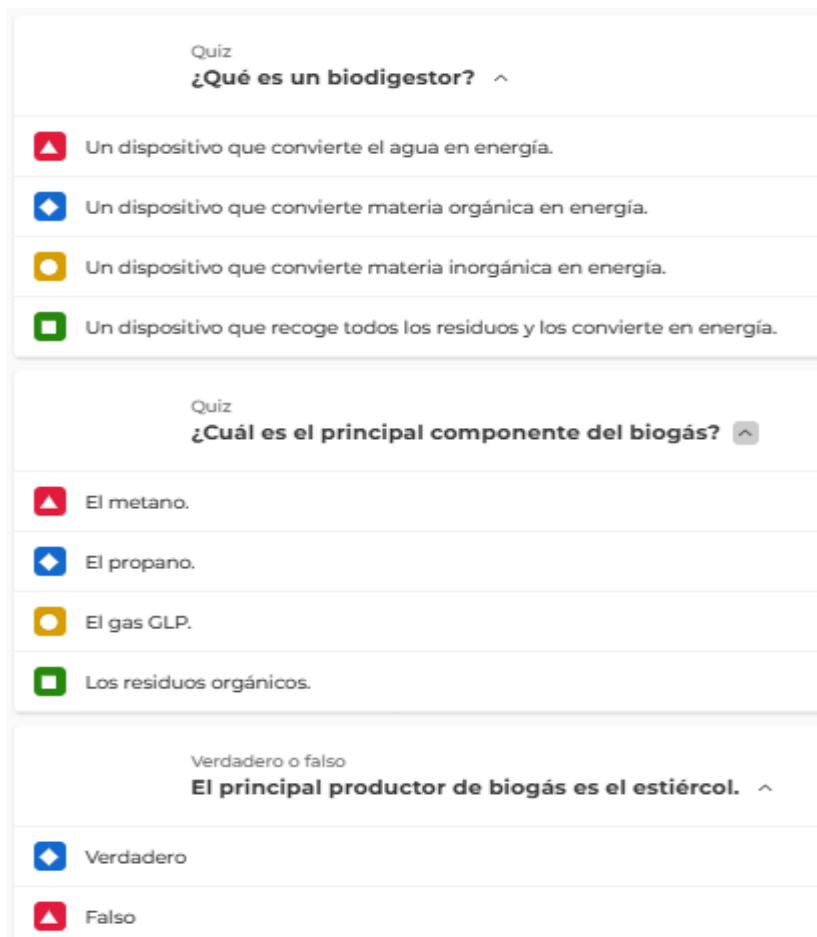


Ilustración 12. Preguntas 4 a 7.

Verdadero o falso
Los biodigestores, además de biogás producen biol (fertilizante natural) ^

☒ Verdadero

☐ Falso

Verdadero o falso
Los factores a tener en cuenta para el uso y funcionamiento de un biodigestor son los factores socioambientales. ^

☒ Verdadero

☐ Falso

Quiz
Los biodigestores funcionan con residuos orgánicos como alimentos, sin embargo, en estos no se deben adicionar ^

☐ Residuos de frutas dulces.

☒ Residuos de vegetales.

☐ residuos de frutas ácidas.

☐ Ninguna de las anteriores.

Quiz
Una de las ventajas del uso de biodigestores es ^

☐ El uso de materiales inorgánicos.

☒ La dificultad de producción.

☐ El uso de materiales industriales para su ejecución.

☐ El bajo costo.

Fuente: Kahoot (2025).

Anexo O. Rúbrica del prototipo del biodigestor y el estudio de caso



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LABORATORIO GASES – SESIÓN 1 (ACTIVIDAD 2) GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

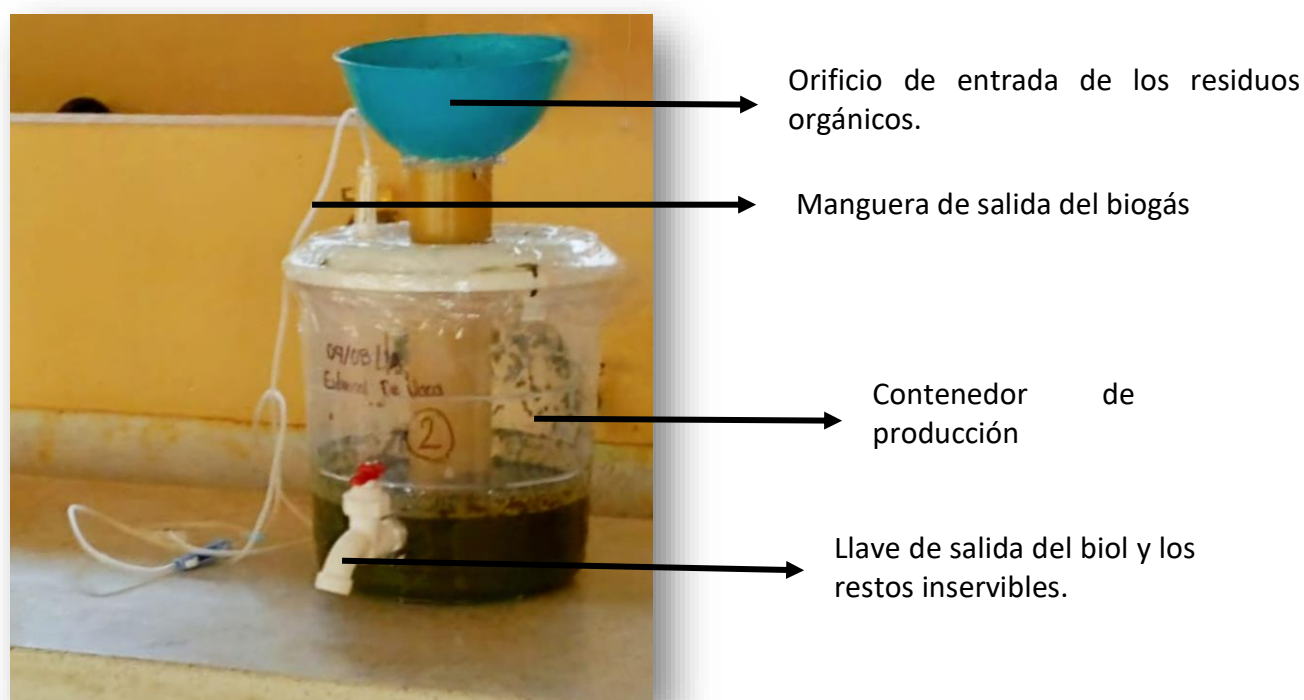
Indicadores de logro	Excelente	Satisfactorio	Aceptable	Bajo	Valoración	Puntuación
Diseño	El diseño del biodigestor es funcional, detallado, claro y contextualizado.	El diseño es funcional, pero presenta algunos errores.	El diseño no es claro o está incompleto.	El diseño no tiene lógica de funcionamiento o no se realizó.	1,0	
Creatividad	La propuesta es innovadora, original y viable.	La propuesta es funcional, pero poco innovadora.	La propuesta tiene similitudes con otros de internet, pero utiliza todos los elementos entregados.	El diseño es copiado de internet o incoherente.	0,5	

Conocimiento científico	El prototipo demuestra el conocimiento científico respecto a la utilidad, buen manejo y se miden todas las propiedades de los gases vistas en clase.	El prototipo demuestra el conocimiento científico respecto a la utilidad y buen manejo, pero no se miden todas las propiedades de los gases.	El prototipo demuestra el conocimiento científico respecto a la utilidad y buen manejo, pero no se miden las propiedades de los gases.	El prototipo es copiado de internet por lo que no demuestra el conocimiento científico y no se miden las propiedades de los gases.	1,0	
Viabilidad del prototipo	Usa materiales económicos y disponibles	Usa algunos materiales accesibles, pero costosos	Requiere materiales poco disponibles	No se consideró viabilidad	0,5	
Presentación del diseño	La presentación grupal es clara, organizada y utiliza lenguaje técnico.	La presentación del prototipo es entendible, pero utiliza pocos conceptos técnicos.	La presentación no se entiende y es incomprensible.	La presentación del prototipo no se realizó adecuadamente.	2,0	

Anexo P. Biodigestor Artesanal

La ilustración muestra el biodigestor artesanal a utilizar

Ilustración 13. *Prototipo de biodigestor*



Elaboración propia.

Anexo Q. Formatos de recolección de información de los biodigestores



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO
PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS
GRADO 10
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 02

Día	Fecha	Aspectos Físicos			Observaciones del aspecto físico de la materia orgánica
		Presión (P)	Volumen (V)	Temperatura (T)	
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Elaboración propia.

Anexo R. Guía de laboratorio virtual simuladores educaplus



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO GUÍA DE LABORATORIO LEYES DE LOS GASES GRADO 10

Objetivos

1. Determinar la relación entre la presión y el volumen y la temperatura y el volumen a través de las leyes de los gases.

Procedimiento

1. Ingresa al apartado de **LABORATORIOS**
2. Ingresa a la sala Boyle y realiza los siguientes pasos:
 - a. Mueve el embolo de la jeringa hasta el fondo (volumen 7mL) y observa los cambios presentados en la presión.
 - b. Suelta el embolo y observa.
 - c. Repite el paso a con 15mL, 25mL y 30mL.
 - d. Toma nota de todos los datos generados, observa la gráfica y dibújala.
3. Ingresa a la sala Charles y realiza los siguientes pasos:
 - a. Aumenta la temperatura hasta el máximo, observa lo que sucede con el embolo y espera a que pare.
 - b. Disminuye la temperatura hasta el mínimo, observa lo que sucede con el embolo y espera a que pare.
 - c. Repite el paso con las temperaturas a 150, 300 y 450.
 - d. Toma nota de todos los datos generados, observa la gráfica y dibújala.

Anexo S. Rúbrica de evaluación de informes de laboratorio



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE INFORMES LABORATORIO GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

Indicadores de logro	4	3	2	1	%	Puntuación
Portada, tabla de contenido	Se realiza la portada y la tabla de contenido de la manera indicada, manteniendo los espacios y numeraciones necesarias.	Se realiza la portada y la tabla de contenido de la pero no siguen las pautas de orden y espaciado indicadas en la clase.	Se realiza la portada y la tabla de contenido de la pero no siguen las pautas de orden, espaciado y numeración indicadas en clase.	No se realiza portada ni tabla de contenido del trabajo.	5%	
Objetivos	Los objetivos se redactan de forma sintética y clara, limitan el trabajo a realizar y se emplean verbos en infinitivo al iniciar el planteamiento.	Los objetivos están redactados de forma clara, limitan el trabajo a realizar, pero no se emplean verbos en infinitivo.	Los objetivos no son claros, no limitan el trabajo a realizar.	No se proponen objetivos.	15%	

Procedimiento	Se presentan los procedimientos utilizando un diagrama de flujo claro, sintético, haciendo uso de flechas para indicar la dirección que se debe seguir, sobre las cuales se menciona la acción del siguiente paso con verbos en infinitivo.	El procedimiento es presentado utilizando el diagrama de flujo, sin embargo, no se utilizan verbos para conectar las acciones ni rectángulos o cuadros demarcando cada paso.	El procedimiento es presentado, pero no utiliza el diagrama de flujo.	No se presenta el procedimiento en ningún formato.	5%	
Resultados	Se mencionan los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos claramente identificados. Incluye las fórmulas y sustituciones empleadas.	Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos, pero no los identifica claramente y el lenguaje es poco formal. No incluye las fórmulas y sustituciones empleadas.	No se describen en forma detallada los resultados que se obtuvieron en la práctica, y a estos les falta partes importantes.	Los resultados no están bien determinados	20%	
Discusión	Los resultados obtenidos se discuten estableciendo relaciones entre las variables, hay comparaciones entre lo experimental y lo teórico, da posibles explicaciones al margen de error encontrado, la redacción sigue un orden textual.	Los resultados obtenidos se discuten estableciendo relaciones entre las variables, no hay comparaciones entre lo experimental y lo teórico, en su redacción utiliza un lenguaje es poco formal.	Las ideas presentadas en la discusión no son tan importantes, además de que se presentan a manera de resumen ya que no son ideas propias	No hay discusión de los resultados	30%	
Conclusiones	La conclusión es concisa y adecuada. Se conecta con los objetivos propuestos. Respondiendo el objetivo.	La conclusión se extiende demasiado y/o no concreta la idea	La conclusión es confusa y pierde relación con los resultados y objetivos.	La conclusión no es coherente con los resultados o es inexistente	20%	

Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor Artesanal para grado décimo en el área de química.

	Aprendizajes.					
Bibliografía	Presenta por lo menos tres referencias bibliografías consultadas durante el informe de laboratorio, en orden alfabético y la información completa.	Presenta menos de 3 bibliografía consultada. No las presenta en orden alfabético.	Presenta menos de una bibliografía consultada, sin orden alfabético.	No presenta bibliografía.	5%	

Elaboración propia.

Anexo T. Rúbrica de Evaluación del producto final



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN PRODUCTO FINAL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

Indicadores de logro	Excelente	Bueno	Aceptable	Insuficiente	%	Puntuación
Estructura y organización	El trabajo sigue una secuencia clara y con base en las indicaciones dadas por la docente (introducción, desarrollo, resultados, conclusiones). Todos los elementos están conectados con coherencia y secuencialidad.	La estructura del trabajo es clara, sigue las indicaciones dadas por la docente, pero hace falta claridad y organización en algunos apartados.	La presentación está incompleta o no sigue las indicaciones dadas por la docente.	La presentación está incompleta, es incomprensible y no sigue las indicaciones dadas por la docente o no se realizó.	20	
Contenido científico	El contenido presentado demuestra rigurosidad en la búsqueda de información	El contenido presentado es adecuado, sin embargo, se evidencian algunas	El contenido presentado se encuentra	El contenido presentado es incorrecto o no se	20	

Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor Artesanal para grado décimo en el área de química.

	sobre leyes de los gases, modelos, resultados y conclusiones. Se evidencia una comprensión profunda por parte del grupo.	imprecisiones o no se profundiza en algunos aspectos de gran relevancia para el trabajo.	incompleto o es parcialmente correcto.	evidencia confiabilidad de lo plasmado.		
Diseño visual y creatividad	El diseño de la presentación evidencia un uso excelente de recursos gráficos (esquemas, íconos, colores, animaciones). Estéticamente es atractivo, innovador y funcional.	El diseño de la presentación es claro y visualmente atractivo, sin embargo, se evidencian pocos recursos gráficos.	El diseño de la presentación evidencia poca variedad visual y el diseño es poco atractivo.	El diseño de la presentación refleja desorden y es poco legibilidad. Hay ausencia de recursos gráficos	20	
Integración de datos del experimento	Los resultados experimentales son reales, se encuentran correctamente representados y explicados dentro de la presentación.	La presentación incluye los datos experimentales, pero falta claridad o relación directa con las conclusiones.	Los datos presentados están mal organizados o tienen errores interpretativos.	La presentación no incluye los datos experimentales reales o no se presentan de manera correcta.	20	
Uso de modelos de gases ideales y reales	En la presentación se integran adecuadamente los modelos científicos de los gases reales e ideales con el análisis de los resultados experimentales.	En la presentación se menciona y aplica los modelos de los gases reales e ideales con algunas limitaciones.	En la presentación se aplican los modelos de forma superficial o no se evidencia una conexión con la experiencia.	En la presentación no se aplican los modelos de los gases reales e ideales o se aplican incorrectamente.	20	

Observaciones de la docente:

Anexo U. Rúbrica de presentación oral del proyecto



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORREO RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA PRESENTACIÓN ORAL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS GRADO 10

Fecha: _____

Nombre de los integrantes:

Indicadores de logro	Excelente	Bueno	Aceptable	Insuficiente	Valoración	Puntuación
Claridad y dominio del tema	Demuestra comprensión conceptual de las leyes de los gases aplicados a los biodigestores artesanales y la producción de biogás. Expone con seguridad, fluidez y vocabulario técnico adecuado. Además,	Demuestra comprensión conceptual de las leyes de los gases aplicados a los biodigestores artesanales y la producción de biogás. Expone con claridad, aunque con inseguridad o errores menores.	Demuestra que entiende los conceptos relacionados con las leyes de los gases, pero no los aplica adecuadamente a los biodigestores artesanales y la producción de biogás. La exposición del grupo refleja dudas	Demuestra poca comprensión de los conceptos relacionados con las leyes de los gases y no los aplica adecuadamente a los biodigestores artesanales y la producción de biogás. El grupo no demuestra comprensión del tema	1,0	

			constantes y el lenguaje utilizado es inadecuado.	y la exposición es confusa.		
Relación entre contenido y experiencia	Durante la exposición, se evidencia la conexión entre los conceptos científicos con los datos y las vivencias del proyecto. Hay reflexión y análisis de los datos.	Se evidencia una relación general adecuada entre de los contenidos y los datos del proyecto, pero no profundiza en los aprendizajes logrados a través de las vivencias.	Se presenta escasa relación entre los contenidos con los datos del proyecto y las vivencias durante el proyecto.	La exposición no evidencia la relación de la experiencia con los contenidos trabajados.	1,5	
Uso del material de apoyo	El equipo de trabajo utiliza el material digital de forma clara, precisa y como complemento de la exposición.	El equipo de trabajo usa el material de forma general pero útil.	El equipo de trabajo hace un uso limitado o inadecuado del material digital.	El equipo de trabajo no utiliza el material o lo hace sin coherencia con lo explicado.	0,5	
Expresión oral y lenguaje corporal	Durante la exposición los integrantes del grupo utilizan voz clara, postura adecuada, contacto visual, entusiasmo y control del tiempo.	Durante la exposición los integrantes del grupo evidencian algunos aspectos por mejorar en expresión oral y corporal, y en el manejo del tiempo, pero cumple de manera general con lo requerido.	El equipo de trabajo presenta dificultades constantes en expresión o control del tiempo.	El equipo de trabajo utiliza lenguaje inadecuado, leen constante o totalmente el material visual de ayuda, se evidencia desinterés y/o falta de preparación.	0,5	
Respuesta a preguntas	El grupo de trabajo responde con	El equipo de trabajo responde	El equipo de trabajo responde	El equipo de trabajo no responde a las	1,0	

Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de las Leyes de los Gases a través de un Biodigestor Artesanal para grado décimo en el área de química.

del jurado o público	argumentos científicos y seguridad las preguntas de los jurados o el público, demostrando comprensión profunda del tema.	adecuadamente, sin embargo, evidencia faltas pequeñas de comprensión.	parcialmente o de forma superficial.	preguntas del jurado o el público, no sabe responder o responde con información errónea.		
Trabajo en equipo durante la exposición	Durante la sustentación, se evidencia la participación activa y equitativa. Todos los miembros exponen con coherencia y fluidez.	Durante la sustentación, todos los integrantes participan, pero con desequilibrio en los tiempos o aportes.	Durante la sustentación hay participación solo de algunos miembros.	Durante la sustentación, solo un estudiante presenta. Hay una falta de colaboración evidente.	0,5	

Observaciones de la docente:

Anexo V. Autoevaluación



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO
FORMATO DE AUTOEVALUACIÓN DE ESTUDIANTES
PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS
GRADO 10

Fecha: _____

Nombre: _____

Aspecto evaluado	Siempre	Frecuentemente	A veces	Nunca
Participé activamente en todas las sesiones	☐	☐	☐	☐
Cumplí con mis responsabilidades de grupo	☐	☐	☐	☐
Aporté ideas y soluciones al grupo	☐	☐	☐	☐
Relacioné lo aprendido con situaciones reales	☐	☐	☐	☐
Comprendí el funcionamiento de los gases y del biodigestor	☐	☐	☐	☐

Reflexión personal (mínimo 3 líneas):

Anexo W. Matriz DOFA



INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOAQUÍN GARCÍA BORRERO
FORMATO DE AUTOEVALUACIÓN DE ESTUDIANTES
PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS
GRADO 10

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES		
AMENZAS		