

**CONSTRUCCIÓN DE UN COHETE A ESCALA: EXPERIENCIA DIDÁCTICA PARA
INTRODUCIR LAS TRES LEYES DE NEWTON MEDIANTE EL APRENDIZAJE BASADO
EN PROYECTOS**

PRESENTADO POR

LUIS FELIPE LONDOÑO ZEA

CÓDIGO: 2019146035

ASESORA

JUDITH TRUJILLO TELLEZ

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIA DESDE
ENFOQUES DIDÁCTICOS**

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

BOGOTÁ D.C

OCTUBRE 2025

En primera instancia quiero agradecer a mi madre, Luz Zea, por ser el pilar de mi vida, por su amor incondicional y por enseñarme que amar es también intentar comprender.

A mi padre, Baltazar Londoño, por su motivación y el cual confió hasta el último momento.

A mi hermano, por ser esa persona que siempre busco apoyarme en todo instante y no dejo que me rindiera.

A mis mascotas, por su compañía leal y su valor en mi vida.

Y a la profesora Judith Trujillo, por su apoyo constante y ser parte fundamental de mi formación.

A todos ellos, con gratitud.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA.....	6
1.1. Caracterización del contexto escolar y la población.....	7
1.1. 2. planteamiento del problema.....	7
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 Objetivo general.....	9
1.2.2 Objetivo específico.....	10
1.3 Justificación.....	10
1.4 Antecedentes.....	12
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Fundamento Disciplinario.....	16
2.1.1 Primera Ley de Newton: Ley de la Inercia.....	17
2.1.2. Segunda Ley de Newton: Fuerza es igual a la masa por la aceleración ($F = ma$).19	
2.1.2 Tercera Ley de Newton: Acción y Reacción.....	20
2.2. Fundamento Pedagógico.....	23
2.2.1 Evaluación.....	26
METODOLOGÍA.....	29
3.1 metodología de la aplicación de actividades.....	29
3.2 Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.3. Procedimiento de análisis de datos.....	31
3.4 Evaluación docente.....	32
3.5 Fases de la investigación.....	33
3.6 Estrategia didáctica.....	34
3.7 Guía de trabajo.....	42
3.8 Reflexión de la estrategia didáctica.....	42
Resultados y análisis.....	43
4.1 Resultados.....	44
4.2. Análisis.....	78
4.2.1 Analisis guias.....	78
4.2.2. Análisis diario de aprendizaje.....	84
4.2.3 Análisis Autoevaluación.....	87
4.2.4. Análisis Diario de campo.....	91
4.2.5. Análisis Coevaluación.....	93
Conclusiones.....	98
Bibliografía.....	100
ANEXOS.....	103
Anexo 1. Guía final.....	104

Anexo 2. Diarios de aprendizaje.....	122
Anexo 2.1. Diarios.....	122
Anexo 2.2. Diarios.....	123
Anexo 2.3. Diarios.....	125
Anexo 2.4. Diarios.....	126
Anexo 2.5. Diarios.....	126
Anexo 2.6. Diarios.....	127
Anexo 2.7. Diarios.....	128
Anexo 2.8. Diarios.....	129
Anexo 2.9. Diarios.....	130
Anexo 3. Autoevaluación.....	131
Anexo 3.1 Autoevaluación Estudiante 4.....	131
Anexo 3.2. Autoevaluación Estudiante 3.....	133
Anexo 3.3. Autoevaluación Estudiante 2.....	135
Anexo 3.4. Autoevaluación Estudiante 1.....	136
Anexo 3.5. Autoevaluación Estudiante 6.....	137
Anexo 3.6 Autoevaluación Estudiante 7.....	140
Anexo 3.7 Autoevaluación Estudiante 5.....	141
Anexo 3.8 Autoevaluación Estudiante 8.....	142
Anexo 4. Coevaluación.....	144
Anexo 4.1. Grupo 1.....	144
Anexo 4.2 Grupo 2.....	145
Anexo 5. Diario de campo.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. fases del proyecto. elaboración propia.....	33
Tabla 2. Momentos de la estrategia didáctica. Elaboración propia.....	41
Tabla 3. Resumen autoevaluación. elaboración propia.....	86
Tabla 4. Resumen coevaluación. elaboración propia.....	92

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Cohetes imaginarios. elaboración propia	49
Imagen 2. Diagrama de fuerzas grupo 1. elaboración propia	58
Imagen 3. Diagrama de fuerzas grupo 1. elaboración propia	59
Imagen 4. Cartelera grupo 1. elaboración propia	60
Imagen 5. Cartelera grupo 1. elaboración propia	60

Imagen 5. Experimento cambio de peso. elaboración propia	62
Imagen 6. Experimento cambio de masa. elaboración propia	64
Imagen 7. Cartelera Tercera Ley de Newton, grupo 1. elaboración propia	67
Imagen 8. Cartelera Tercera Ley de Newton, grupo 2. elaboración propia	67
Imagen 9. Experimento Tercera Ley de Newton, grupo 1. elaboración propia	68
Imagen 10. Experimento Tercera Ley de Newton, grupo 2. elaboración propia	68
Imagen 11. Dibujo de lo observado, grupo 1. elaboración propia	70
Imagen 12. Dibujo de lo observado, grupo 2. elaboración propia	70
Imagen 13. Cohete , grupo 1. elaboración propia	71
Imagen 14. Cohete , grupo 2. elaboración propia	71
Imagen 15. Cohete final , grupo 1. elaboración propia	73
Imagen 17. Cartelera exposición final , grupo 1. elaboración propia	76
Imagen 17. Cartelera exposición final , grupo 2. elaboración propia	76

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en la educación media enfrenta un reto constante: superar la visión reduccionista de la disciplina como un conjunto de fórmulas abstractas y lograr que los estudiantes la comprendan como una herramienta para interpretar y transformar la realidad. Tradicionalmente, la enseñanza ha privilegiado la transmisión de conceptos teóricos, lo que en muchos casos genera desinterés y dificulta la construcción de aprendizajes significativos. Frente a este panorama, resulta fundamental diseñar estrategias pedagógicas que vinculen los contenidos científicos con experiencias prácticas, motivadoras y cercanas al contexto de los estudiantes.

En este marco, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) surge como una alternativa pertinente. Esta metodología propone que los estudiantes aprendan a través de la resolución de problemas o retos auténticos, trabajando de manera colaborativa en proyectos que integren teoría y práctica. Según Vergara (2017), el ABP permite que los alumnos asuman un rol activo en la construcción del conocimiento, desarrollando competencias no solo cognitivas, sino también sociales y comunicativas. En la misma línea, Mercado, Merlano y Nisperuza (2018) destacan que esta estrategia fomenta en los estudiantes la autonomía, el trabajo en equipo y la capacidad de aplicar conceptos científicos a situaciones concretas.

La presente investigación se enmarca en este enfoque y se plantea como una experiencia didáctica desarrollada con estudiantes de grado décimo, en la que se implementa el ABP tomando como eje articulador la construcción y el lanzamiento de un cohete. La cohetaría, además de ser un tema llamativo y motivador, ofrece un escenario privilegiado para la comprensión de las tres leyes de Newton, al relacionar fenómenos cotidianos con situaciones experimentales. En esta línea, Hewitt (2017) enfatiza que el aprendizaje de la dinámica requiere acercar al estudiante a situaciones reales que permitan observar cómo interactúan las fuerzas y cómo dichas interacciones determinan el comportamiento de los cuerpos en movimiento. Este tipo de experiencias concretas facilita que los alumnos conecten la teoría con la práctica y reformulen ideas previas equivocadas, fortaleciendo así la comprensión de los principios fundamentales de la mecánica..

El proyecto se desarrolló en varias sesiones organizadas en torno a tres fases: la recolección de ideas previas y la motivación hacia la cohetaría; la aproximación conceptual y la experimentación guiada de las leyes de Newton; y finalmente, la construcción, prueba y análisis del cohete. A lo largo de este proceso, se promovió que los estudiantes trabajaran colaborativamente, debatieran sus ideas y comunicaran sus resultados, en concordancia con lo planteado por Atienza (2008), quien subraya que el aprendizaje basado en problemas y proyectos potencia la reflexión y la argumentación a partir de experiencias significativas.

De esta manera, esta tesis busca no solo evidenciar los aprendizajes conceptuales alcanzados por los estudiantes en torno a las leyes de Newton, sino también analizar cómo evolucionaron en aspectos como el trabajo en equipo, la comprensión conceptual y la capacidad de comunicación y argumentación. En suma, el trabajo constituye una experiencia didáctica que pretende aportar a la discusión sobre el valor del ABP como estrategia pedagógica para la enseñanza de la física en la educación media, mostrando que la ciencia puede enseñarse de manera cercana, motivadora y formativa cuando se articula con proyectos auténticos y retadores.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA

1.1. Caracterización del contexto escolar y la población

El trabajo investigativo se realiza en una institución educativa de carácter privado ubicada en la ciudad de Bogotá. El Colegio Real de Colombia se encuentra en la localidad 10, en Engativá, específicamente en el barrio Garcés Navas. La institución cuenta con dos sedes: en la sede A se imparten clases desde el primer hasta el quinto grado, mientras que en la sede B se enseñan los grados desde sexto hasta undécimo.

Este trabajo de investigación se centra en la sede B, ya que es en esta ubicación donde se ha seleccionado a la población con la que se realiza este estudio, estudiantes de grado décimo. Esta sede cuenta con dos cursos por grado, con un promedio de 27 estudiantes por salón, lo que suma un total de 12 aulas. Sin embargo, esta institución no dispone de instrumentos de laboratorio para la asignatura de física.

El entorno económico es estable, varía entre los estratos 2 y 3, la gran mayoría de padres de familia tiene educación superior, lo que les permite tener una economía estable en sus hogares. Son familias preocupadas por la educación de sus hijos, son colaboradoras y partícipes de su proceso de formación. De igual forma, cabe destacar que el colegio Real de Colombia maneja un énfasis multilingüe (español, inglés y francés). La misión del colegio busca formar personas líderes que aporten a la construcción de una sociedad equitativa, en el marco de la formación en competencias ciudadanas y científicas, la investigación, los valores, la creatividad, pensamiento crítico y la promoción de los derechos humanos. (Misión, Colegio Real de Colombia, 2015).

Por otro lado, con el objetivo de comprender las representaciones iniciales que tienen los estudiantes sobre las 3 leyes de Newton se implementó un instrumento de recolección de datos, en el cual se hacían ciertas preguntas para indagar que tanto los estudiantes sabían del tema

1.1. 2. planteamiento del problema

Mediante el análisis realizado en el aula de Física del Colegio Real de Colombia se logró plantear la problemática central que orienta esta propuesta. El propósito es aportar de manera significativa a los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de Ciencias Naturales, particularmente en Física. En los grados décimos de la institución se ha evidenciado que los estudiantes presentan dificultades para comprender de manera profunda conceptos fundamentales como masa, peso, aceleración y fuerza.

Una de las principales dificultades identificadas es la confusión de los estudiantes con el concepto de fuerza. A menudo, los estudiantes creen que para que un cuerpo continúe en movimiento, debe aplicarse una fuerza constante, lo que refleja un malentendido común sobre la inercia y la naturaleza del movimiento según la segunda ley de Newton (Díaz-Delgado & Maringer-Duran, 2021). Este tipo de concepciones erróneas limita su comprensión de cómo las fuerzas y el movimiento están interrelacionados y cómo las leyes de Newton explican estos fenómenos de manera dinámica.

A lo anterior se suma que los estudiantes tienen un conocimiento limitado en matemáticas, lo cual impacta de manera negativa su desempeño en Física. Esta falta de bases sólidas en el área matemática dificulta la resolución de problemas y la aplicación de fórmulas en situaciones prácticas, lo que se traduce en un bajo rendimiento académico.

Asimismo, se constató que el profesor anterior de Física no lograba generar espacios de preguntas e indagación con los estudiantes. Además, casi no se realizaban actividades experimentales debido a la ausencia de instrumentos de laboratorio adecuados. Como resultado, los estudiantes no eran cuestionados ni se partía de sus conocimientos previos, lo que limitaba la construcción activa del aprendizaje.

Frente a esta situación, se propone abrir nuevos espacios de aprendizaje fuera del salón de clase, que permitan a los estudiantes poner en práctica lo aprendido en contextos más reales y cercanos a su vida cotidiana. De esta manera, se busca que el conocimiento se construya a partir de la experiencia y se relacionen directamente con su realidad. Al

respecto, Sánchez y Galvis (2016, p. 2), en su trabajo “Fuera del aula: ambientes divertidos para un aprendizaje significativo”, señalan:

“Los ambientes de aprendizaje fuera del aula cada vez toman más relevancia por presentar una forma diferente de abordar las temáticas escolares y por los aprendizajes significativos que se dan; lo que permite al estudiante enfrentarse a la realidad desde un contexto específico y el abordar e interactuar con el conocimiento a partir de la cultura, el arte, las vivencias personales, la admiración y la indagación; es decir, trascender la enseñanza del aula a espacios donde la convivencia, la creatividad, la observación hacen más accesible la apropiación del conocimiento y su estructuración.”

En coherencia con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el punto de partida no debe ser únicamente la decisión del docente, sino la formulación de una pregunta o reto significativo que convoque a los estudiantes Atienza (2008). En este caso, se plantea que la construcción de un cohete a escala emerja como respuesta a las inquietudes y propuestas de los propios estudiantes, exploradas en una fase inicial de ideación colectiva. Así, el proyecto no se concibe como una tarea impuesta, sino como un desafío compartido que responde a intereses reales y que fortalece el sentido de pertenencia (Mercado, Merlano & Nisperuza, 2018; Galeano, 2000.).

En este marco, la propuesta también busca fortalecer en los estudiantes habilidades como la comunicación, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la autonomía en el aprendizaje. En particular, se plantea la realización de actividades y experiencias que permitan consolidar y aplicar lo aprendido en el aula, específicamente los contenidos relacionados con las tres leyes de Newton. Para ello, se propone la construcción de un prototipo de cohete a escala como producto integrador, a través del cual los estudiantes desarrollen aprendizajes complementarios como la expresión oral y escrita, el uso de herramientas visuales, la capacidad de diseñar y ejecutar actividades experimentales, la investigación de recursos pertinentes, la emisión de conclusiones y el trabajo colaborativo. De esta problemática surge la siguiente pregunta orientadora de la experiencia didáctica:

¿Cómo, a través de la construcción de un prototipo a escala de un cohete, se puede fomentar el aprendizaje basado en proyectos y la comprensión de las tres leyes de Newton?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos mediante la construcción de un cohete a escala, con el propósito de favorecer la comprensión de las tres leyes de Newton a través de la integración de la teoría con la práctica experimental.

1.2.2 Objetivo específico

Implementar sesiones educativas que expliquen los principios de las tres leyes de Newton relacionados con el vuelo de cohetes.

Analizar el impacto que la experiencia didáctica generó en los estudiantes de décimo grado.

Desarrollar un prototipo funcional de cohete como producto final del proyecto

Evaluar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, identificando avances, dificultades y aportes de la estrategia ABP para la enseñanza de las leyes de Newton.

1.3 Justificación

Esta experiencia didáctica surge de la necesidad de replantear la enseñanza de la Física en el grado décimo del Colegio Real de Colombia. Se ha evidenciado que los estudiantes presentan dificultades para comprender de manera profunda conceptos fundamentales como masa, peso, fuerza y aceleración. A esto se suma un dominio limitado de las matemáticas, lo que repercute negativamente en su capacidad para resolver

problemas y aplicar fórmulas en situaciones prácticas, reflejándose en un bajo desempeño académico.

De igual forma, se constató que en la dinámica de clases anteriores no se promovían espacios de indagación ni se realizaban actividades experimentales, debido en gran parte a la falta de instrumentos de laboratorio. Esta ausencia restringía la posibilidad de partir de los conocimientos previos de los estudiantes y de fomentar una construcción activa del aprendizaje.

Frente a esta situación, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se plantea como una estrategia pedagógica pertinente, al ofrecer a los estudiantes un reto significativo y motivador: la construcción de un cohete a escala. Este enfoque no se limita a suplir carencias institucionales, sino que promueve la autonomía, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo, conectando los contenidos de Física con contextos reales y cercanos a la vida cotidiana (Atienza, 2008; Mercado, Merlano & Nisperuza, 2018; Galeano, 2000).

Además, el ABP tiene un impacto directo en la motivación estudiantil, ya que involucra a los estudiantes en un aprendizaje activo y significativo, donde los contenidos se vinculan a situaciones reales. La construcción de un cohete a escala no solo les permite aprender sobre las leyes de Newton, sino que también relaciona la teoría con la práctica, lo que aumenta la relevancia del contenido para ellos. Según Cancino (2024), el ABP aumenta la motivación de los estudiantes al permitirles resolver problemas reales y al conectarlos con situaciones auténticas que requieren de su creatividad y capacidad de reflexión. Esto despierta su curiosidad y creatividad, haciendo el aprendizaje más interesante y pertinente para los estudiantes.

La realización de actividades fuera del aula, como las pruebas del cohete en espacios abiertos, permite generar aprendizajes más significativos mediante la observación, la experimentación y la reflexión. Tal como señalan Sánchez y Galvis

(2016), el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes interactúan con escenarios reales que despiertan la creatividad, la curiosidad y la capacidad de observación.

Asimismo, en este enfoque se pone énfasis en la comprensión de las nociones y relaciones entre las variables físicas sin necesidad de recurrir a complejos procesos matemáticos. Esto permite a los estudiantes centrarse en los conceptos fundamentales y en cómo estos interactúan en el mundo real, lo cual es especialmente útil para quienes presentan dificultades en el área matemática. Al desvincular parcialmente la física de las matemáticas, se abre una vía para que los estudiantes desarrollen una intuición y apreciación más profundas de los principios físicos, lo que puede, a su vez, motivarlos a fortalecer sus habilidades matemáticas cuando vean la utilidad práctica de estas en la comprensión de fenómenos más avanzados.

Por otro lado, un gran porcentaje de la población estudiantil del colegio orienta sus intereses hacia la ingeniería. Por tal motivo, la propuesta didáctica plantea la construcción de un cohete a escala como una oportunidad no solo para aplicar los conceptos de la física, sino también para fortalecer habilidades asociadas al diseño, la innovación y la resolución de problemas. A través de este proceso, los estudiantes ponen a prueba sus conocimientos, al tiempo que desarrollan competencias transversales como la comunicación, la expresión oral y escrita, el uso de herramientas visuales, la organización de recursos y el trabajo colaborativo.

1.4 Antecedentes

Con el propósito de avanzar en el análisis y desarrollo del presente trabajo de grado, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de escritos científicos y académicos. Este proceso se centró en la exploración de artículos y tesis donde se aplica el modelo de aprendizaje basado en proyectos, así como el estudio de construcción y dinámica de los cohetes a escala.

A continuación, se proporciona un resumen integrado de investigaciones anteriores, abarcando tanto el ámbito local, nacional y global.

Dentro del ámbito de la Universidad Pedagógica Nacional, se identificaron dos estudios relevantes que se detallan a continuación.

El primer trabajo de grado lleva por título: "Aproximación al Concepto de Función Lineal a través de un Enfoque Basado en Proyectos: 'Armamos la Bici y Aprendamos Matemáticas'", dirigido por Rojas Patarroyo, J. (2022). Este estudio tiene como objetivo principal la implementación del concepto de función lineal utilizando el enfoque pedagógico del aprendizaje basado en proyectos, dirigido a estudiantes de noveno grado en una institución educativa distrital de Bogotá. El proyecto planteado propuso que los estudiantes investigaran la relación entre diversos aspectos asociados a distintos tipos de bicicletas. Un ejemplo ilustrativo fue el análisis de la correlación entre la altura del usuario y el tamaño de la bicicleta.

Es relevante señalar que los objetivos de la investigación se lograron satisfactoriamente. Después de analizar los resultados de las actividades realizadas, se pudo observar un incremento palpable en el interés de los estudiantes por la asignatura. Es importante mencionar que el impacto habría sido aún más significativo si los productos hubieran adquirido una forma tangible. A pesar de esta consideración, los estudiantes exhibieron un progreso notorio en sus habilidades de trabajo en equipo y comunicación. Individualmente, se evidenció cómo asumieron mayor responsabilidad y autonomía en su proceso de aprendizaje a medida que avanzaban en la experiencia educativa.

El segundo trabajo de grado lleva como título: "Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades cognitivas en Física desde el estudio de la mecánica de fluidos y la aplicación de sus principios al análisis de un cohete hidráulico.", dirigido por Yeffer Alejandro Peña (2018). Este estudio tiene como objetivo principal construir una propuesta didáctica enfocada en el desarrollo de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales Física, desarrollada a través del modelo de Educación Relacional del Colegio Fontán.

El análisis del trabajo se centra en diversos aspectos fundamentales. En primer lugar, destaca el avance en el desarrollo de habilidades esenciales. El segundo aspecto resalta la construcción de conocimientos autónomos por parte de los estudiantes. El tercer

punto se enfoca en el diseño de estrategias propias para la construcción de dichos conocimientos. En cuarto lugar, se aborda la construcción de explicaciones individuales por parte de los estudiantes. Por último, se considera la guía y asesoría brindada por los educadores.

A modo de conclusión Peña nos expone que, la propuesta generó una mayor aceptación y disposición hacia la exploración de los temas abordados. Esta receptividad se originó al permitir que los estudiantes desarrollen sus propios procesos, alejándose de las prácticas memorísticas y rutinarias típicas de la enseñanza tradicional. Se enfatizó el papel protagonista de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, evitando la búsqueda de uniformidad y estandarización de conocimientos para, en su lugar, orientar un desarrollo personal de habilidades científicas. Aunque no se logró abordar completamente los cuatro temas propuestos, se logró construir un mayor sentido sobre la relevancia del aprendizaje de la Física para los estudiantes. Además, se recopiló evidencia que concuerda con las etapas identificadas para el desarrollo de habilidades cognitivas.

En el ámbito nacional tenemos la Universidad de Córdoba, donde se llevó a cabo un proyecto bajo la autoría de Mercado Mercado, F., et al (2018), titulado "Aprendizaje Basado en Proyectos: una Estrategia para el Desarrollo de Competencias en Estudiantes de Secundaria en Colombia". Este proyecto se propuso aplicar la estrategia del ABP, centrándose específicamente en el ámbito de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. A través de una meticulosa investigación cualitativa, se idearon diversas actividades con el objetivo de fortalecer las competencias de los estudiantes. Este enfoque no solo representó una iniciativa innovadora, sino también un compromiso sustancial para elevar la calidad educativa, fomentando un aprendizaje más activo y significativo en el contexto de la educación secundaria en Colombia.

En el ámbito global tenemos el Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de Valencia, donde se generó un proyecto el cual se llama: "Cohetes de agua. La parte divertida de las leyes de Newton", bajo la autoridad de Manuel Roca Vicent y María Angela Gumbau Gil (2017) . Donde tienen como objetivo de

la experiencia didáctica que los alumnos adquirieran conocimientos específicos sobre los valores óptimos de diversos parámetros asociados al diseño de un cohete para un lanzamiento determinado. Estos parámetros tienen un impacto directo en la altura alcanzada por el cohete y en el tiempo de vuelo, buscando maximizar ambos aspectos.

MARCO TEÓRICO

Esta propuesta didáctica se fundamenta en dos dimensiones principales: la física y la pedagógica. Esta articulación responde a la necesidad de ofrecer a los estudiantes una experiencia de aprendizaje significativa, contextualizada y activa, en concordancia con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

El fundamento físico se centra en las tres leyes de Newton, que constituyen el eje conceptual de esta propuesta. A través de la construcción y el análisis de un cohete a escala, los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar directamente los principios de la dinámica, comprendiendo cómo la masa, la fuerza y la aceleración interactúan en un sistema real. Esta aproximación práctica permite superar la enseñanza abstracta de la física, facilitando la apropiación de conceptos mediante la observación, la manipulación y la reflexión (Giancoli, 2008).

Por su parte, el fundamento pedagógico se sustenta en el modelo del ABP, que promueve el aprendizaje activo, colaborativo y situado. En este enfoque, los estudiantes no solo construyen un objeto físico, sino también conocimiento, habilidades y actitudes. De acuerdo con Atienza (2008), el proyecto debe partir de un problema o reto significativo, idealmente identificado en conjunto con los estudiantes, lo cual garantiza motivación y sentido de pertenencia. En este caso, la construcción de un cohete se plantea como un desafío compartido que integra los intereses de los estudiantes y los contenidos de la asignatura. En esta línea, Mercado, Merlano y Nisperuza (2018) destacan que el ABP favorece la autonomía, el pensamiento crítico y la capacidad de aplicar la ciencia en contextos concretos, mientras que Galeano (2000) subraya su potencial para vincular el aprendizaje con la vida real.

En conjunto, estas dos dimensiones se entrelazan para ofrecer una experiencia didáctica integral: la física explica, la pedagogía transforma. El cohete a escala se convierte así en un dispositivo didáctico que articula saberes, motiva la indagación y potencia el aprendizaje significativo.

2.1 Fundamento Disciplinario

En física, se tiene la posibilidad de comprender cómo funciona el universo y todo lo que lo constituye. En general, cuando se aborda esta disciplina, se tiende a asociarla con ecuaciones complejas y teorías abstractas. No obstante, es importante destacar que la física también puede presentarse de manera emocionante y accesible a través de experimentos prácticos y aplicaciones concretas. Un ejemplo claro de esta accesibilidad se encuentra en el estudio de las tres leyes de Newton mediante la utilización de cohetes a escala.

En este recorrido educativo, los estudiantes se sumergirán en el apasionante ámbito de la dinámica, explorando por qué los objetos se desplazan y qué fuerzas los impulsan. Esta exploración se llevará a cabo utilizando una herramienta que fusiona la ciencia, la tecnología y el entretenimiento: los cohetes a escala.

Las tres leyes de Newton, una rama fundamental de la física, se enfocan en el estudio del movimiento de los objetos y las fuerzas que inciden sobre ellos. Al adentrarse en este campo, se entra en el núcleo mismo de la física práctica y aplicada. Los cohetes a escala representan un ejemplo fascinante de cómo los principios de la dinámica pueden ser aplicados para diseñar y lanzar objetos en el aire Aguilar (2007).

Este tipo de experiencias permite que los conceptos físicos de inercia, fuerza, aceleración, acción y reacción dejen de ser meras abstracciones y se conviertan en fenómenos observables y comprensibles en contextos reales. Tal como lo señalan autores como Giancoli (2008) y Romero (2009), la enseñanza de la física cobra mayor sentido cuando se articula con experimentos y situaciones cotidianas que permitan a los estudiantes evidenciar la aplicabilidad de los principios teóricos.

La comprensión de las leyes de Newton a través de la cohetaría no puede reducirse únicamente a la exposición teórica ni a la reproducción de experimentos estandarizados; requiere de un enfoque pedagógico que sitúe al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje. Aquí es donde el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) adquiere

relevancia, pues permite que los conceptos físicos —fuerza, masa, aceleración, acción y reacción— sean explorados y aplicados en un contexto significativo, en el que los estudiantes se enfrentan a un reto auténtico: la construcción y lanzamiento de un cohete.

De esta manera, el fundamento disciplinar se entrelaza con el pedagógico, ya que la coherencia no solo constituye un ejemplo concreto para evidenciar las leyes de Newton, sino también un proyecto que demanda planificación, experimentación, toma de decisiones y trabajo colaborativo. Según Atienza (2008), este tipo de metodologías favorecen que los estudiantes pasen de ser receptores de información a protagonistas de su aprendizaje, al tiempo que desarrollan habilidades transversales como la comunicación, la autonomía y la resolución de problemas.

En palabras de Mercado, Merlano y Nisperuza (2018), el ABP en el contexto colombiano es una estrategia que no solo potencia la comprensión conceptual, sino que contribuye a la formación de competencias integrales, preparando a los estudiantes para enfrentar situaciones reales de su entorno. Por ello, el estudio de las leyes de Newton mediante la coherencia trasciende lo disciplinar, convirtiéndose en una experiencia didáctica que integra ciencia y pedagogía en un proceso de construcción activa del conocimiento.

LAS LEYES DE NEWTON

En el vasto y misterioso universo que nos rodea, las fuerzas de la física gobiernan todos los aspectos de la realidad, desde el movimiento de los planetas hasta el simple acto de arrojar una pelota al aire. Estas fuerzas y movimientos están descritos y explicados por las célebres Leyes de Newton, formuladas por el genio científico británico Sir Isaac Newton en el siglo XVII. (Sebastiá, 2013).

2.1.1 Primera Ley de Newton: Ley de la Inercia

La comprensión de la ley de Newton, también conocida como la ley de la inercia, es un punto crucial para el estudio de la dinámica en grado décimo esta ley afirma que todo

cuerpo tiende a mantener su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, a menos que una fuerza externa actúe sobre él Giancoli (2008).

Los inicios de esta Ley se remonta a los estudios de Galileo, quien al estudiar el movimiento en un plano inclinado logra concluir que en ausencia de fuerzas externas, los objetos no necesitan un empuje continuo para poder mantener su movimiento.

En el contexto educativo, la ley de la inercia se vuelve una oportunidad para que los estudiantes logren entender fenómenos cotidianos a partir de experimentos simples, ejemplos como el experimento de la moneda sobre una hoja muestran de forma clara cómo un cuerpo tiende a permanecer en reposo mientras no haya una fuerza que lo desplace. De igual manera, situaciones comunes, como lo que ocurre con los pasajeros de un automóvil cuando éste frena bruscamente, permiten relacionar la física con la vida diaria, favoreciendo un aprendizaje significativo Romero (2009).

Para que se logre asimilar esta ley es importante que los estudiantes manejen algunos conceptos claves:

Inercia y masa: La inercia está relacionado directamente con la masa de los cuerpos; a mayor masa, mayor será la resistencia al cambio en su estado de movimiento Pérez (2005).

Aplicaciones cotidianas: la relación entre la teoría y ejemplos como el cinturón de seguridad, el deslizamiento de objetos sobre superficies, o el lanzamiento de un cohete, facilitan que los estudiantes perciban la física como una herramienta para explicar la realidad.

En este sentido, la cohetaría ofrece un espacio crucial para analizar la ley inercia. Cuando un cohete está en plataforma de lanzamiento permanece en reposo hasta que una fuerza externa actúe sobre él (la combustión del combustible) , que logra romper ese equilibrio inicial y lo impulsa hacia arriba.Una vez en movimiento, el cohete tiende a mantener su trayectoria hasta que la gravedad y la resistencia del aire actúan sobre él. De esta manera, la construcción y el análisis del cohete en el aula se convierten en una

experiencia tangible que permite a los estudiantes comprobar cómo opera la ley de la inercia en un fenómeno real y cercano a su cotidianidad (Bonifaz, 2016).

2.1.2. Segunda Ley de Newton: Fuerza es igual a la masa por la aceleración ($F = ma$)

La Segunda Ley de Newton constituye uno de los pilares de la dinámica, pues establece la relación entre la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo, su masa y la aceleración resultante. Esta relación, expresada mediante la ecuación $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$, permite comprender que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a su masa, siempre en la dirección de la fuerza Giancoli (2008). Dicho de otro modo, cuanto mayor sea la fuerza aplicada sobre un objeto, mayor será la aceleración producida; mientras que, a mayor masa, más resistencia ofrecerá al cambio de movimiento.

Para comprender de forma adecuada esta ley, es necesario profundizar en conceptos asociados. En primer lugar, la masa corresponde a la cantidad de materia contenida en un cuerpo y es una magnitud escalar. De ella se desprende el concepto de masa inercial, que hace referencia a la resistencia de un objeto a modificar su estado de movimiento; a mayor masa, mayor será esta resistencia. Por otro lado, la masa gravitacional se relaciona con la manera en que un cuerpo experimenta la atracción de la gravedad, lo cual conduce a distinguirla del peso, entendido como la fuerza con la que la gravedad actúa sobre la masa de un objeto. Este último es una magnitud vectorial, ya que tiene dirección y sentido, en contraste con la masa, que solo posee magnitud (Colegio Liceo José Cortez Brown, 2022; Pérez, 2005).

Otro concepto clave es la aceleración, definida como la variación de la velocidad en el tiempo. Tal como lo explica Khan Academy (2015), la aceleración no solo se manifiesta al aumentar o disminuir la rapidez de un cuerpo, sino también al modificar su dirección. Esto resulta esencial para entender fenómenos cotidianos, como la

desaceleración de un automóvil al frenar, y procesos experimentales, como el lanzamiento de un cohete casero.

Finalmente, la noción de **fuerza** se presenta como vectorial, ya que depende de interacciones entre cuerpos. Según Iparraguirre (2009), la fuerza no es una propiedad que se conserve en los objetos, sino un efecto que surge del contacto o la interacción con otros. Una vez cesa la aplicación de la fuerza, lo que permanece es el movimiento del cuerpo debido a la inercia, no la fuerza en sí. 43w

En el caso de la cohetaría, esta ley se hace evidente en el momento del despegue. Cuando el agua o el aire comprimido es expulsado hacia atrás, se genera una fuerza de reacción que impulsa el cohete hacia arriba. La magnitud de la aceleración alcanzada dependerá tanto de la fuerza de expulsión como de la masa total del cohete.

2.1.2 Tercera Ley de Newton: Acción y Reacción

La tercera ley de Newton, conocida como la Ley de Acción y Reacción, establece que "para toda acción hay siempre una reacción igual y opuesta". Esto significa que cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro cuerpo (acción), el segundo objeto ejerce una fuerza igual, pero en dirección opuesta sobre el primero (reacción). Giancoli (2008). Esta ley nos muestra cómo las fuerzas siempre ocurren en pares. Un ejemplo cotidiano que ilustra la Tercera Ley de Newton es el acto de caminar. Cuando una persona da un paso hacia adelante, ejerce una fuerza hacia atrás contra el suelo con su pie (acción). En respuesta, el suelo aplica una fuerza igual en dirección opuesta hacia adelante sobre el pie de la persona (reacción). Esta fuerza de reacción del suelo empuja a la persona hacia adelante, permitiéndole avanzar con cada paso. En este caso, la acción de empujar hacia atrás sobre el suelo resulta en la reacción de avanzar hacia adelante, lo que permite que la persona se desplace. En el contexto de los cohetes de agua:

- **El Combustible:** Los cohetes pueden emplear distintos sistemas de propulsión, como agua y aire comprimido o mezclas combustibles —por ejemplo, alcohol que reacciona al contacto con una fuente de ignición—. En todos los casos, la acción se produce cuando la masa expulsada por la boquilla es lanzada violentamente hacia atrás debido a la presión interna o a la reacción química generada. De acuerdo con la Tercera Ley de Newton, esta expulsión provoca una fuerza de reacción de igual magnitud y en sentido contrario, lo que impulsa al cohete hacia adelante. Es esta fuerza propulsora la que permite su ascenso y movimiento a través del aire..

Para comprender tanto esta ley como las otras, es esencial tener un claro entendimiento del concepto de sistema de referencia.

Un sistema de referencia es un conjunto de reglas y convenciones que se utiliza para describir la posición y el movimiento de los objetos en el espacio y el tiempo. Es como una línea imaginaria "roja" que nos permite medir las coordenadas de un objeto, su velocidad, su aceleración y las fuerzas que actúan sobre él. Young & Freedman (2018). Referente a esto tenemos que la tercera Ley de Newton establece que "a toda acción corresponde una reacción igual y opuesta". Para entender completamente esta ley, es crucial tener un sistema de referencia claro y bien definido por las siguientes razones:

- **Determinación de Fuerzas de Acción y Reacción:** La Tercera Ley de Newton implica que cuando un objeto A ejerce una fuerza sobre un objeto B, el objeto B ejerce una fuerza igual y opuesta sobre el objeto A. Para identificar y analizar estas fuerzas, es necesario Definir claramente qué objeto es el A y cuál es el B en un sistema de referencia.
- **Orientación de Fuerzas:** Un sistema de referencia adecuado permite determinar la dirección en la que actúan las fuerzas de acción y reacción. Esto es esencial para comprender cómo afecta el movimiento de los objetos y cómo se relacionan entre sí.
- **Análisis del Equilibrio:** En muchas situaciones, es necesario determinar si las fuerzas se equilibran mutuamente o si resultan en un movimiento neto. Un sistema de referencia ayuda a realizar este análisis de manera precisa. Young & Freedman (2018).

Ahora, adentrémonos en la apreciación del concepto de cantidad de movimiento lineal conforme a la definición proporcionada por Sir Isaac Newton en su célebre obra "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*". En este tratado, Newton articula la cantidad de movimiento como la magnitud resultante de la combinación de la velocidad y la masa de un objeto. Utilizando sus propias expresiones, podemos entender que, para Newton, la cantidad de movimiento se concibe como la medida derivada de la velocidad y la cantidad de materia en conjunto. En sus propias palabras, "La cantidad de movimiento es la medida de la misma, que nace de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntas". Esta formulación refleja la interdependencia esencial entre la velocidad de un objeto y su masa, destacando la importancia de ambos elementos en la determinación de la cantidad de movimiento en el contexto de la mecánica clásica

En términos más detallados, Newton establece que la cantidad de movimiento, también conocida como momento lineal, es una magnitud que surge de la combinación de la velocidad de un objeto y su masa. La velocidad, que indica la rapidez con la que un objeto se desplaza, y la masa, que representa la cantidad de materia que contiene el objeto, se combinan de manera intrínseca para definir esta importante propiedad física.

La expresión que describe la cantidad de movimiento es: $P = mv$. La unidad de medida es $\text{Kg} \cdot \text{m/s}$.

La aplicación de las leyes de Newton en el **sistema de propulsión** de cohetes hidráulicos destaca la acción y reacción como principio fundamental en estos sistemas de propulsión. En este contexto, la expulsión a presión del agua desde la parte posterior del cohete genera una fuerza que provoca una aceleración hacia adelante del mismo. Es mediante esta interacción de acción y reacción que el cohete experimenta el impulso necesario para su movimiento.

Pero, ¿Cómo es posible que un cohete se desplace sin ninguna interacción externa? Imaginemos que, al principio, el cohete se encuentra en reposo, lo que implica que la cantidad total de movimiento en el sistema es igual a cero. Sin embargo, al iniciar su

movimiento, la cantidad de movimiento generada por el agua a presión es igual y opuesta a la del cohete.

A medida que el cohete expulsa agua, no solo experimenta una aceleración gracias a la fuerza generada por el agua, sino que también experimenta una disminución en la masa. Esta reducción en la masa contribuye significativamente al aumento de la velocidad del cohete. Así, la interacción entre el impulso proporcionado por la fuerza de expulsión y la disminución de masa resulta en un movimiento continuo y ascendente del cohete, demostrando la aplicación práctica de la tercera ley de Newton. Bautista & Salazar (2011).

Con todo lo mencionado hasta aquí, concluimos la explicación física del proceso y de cada concepto esencial para obtener una comprensión más profunda. Esto engloba en su esencia la dinámica relacionada con los cohetes, ahora le daremos paso a hablar acerca del fundamento pedagógico.

2.2. Fundamento Pedagógico

En este trabajo de grado, se aplicará el enfoque de aprendizaje basado en proyectos con el propósito de que los estudiantes adquieran un profundo entendimiento de la dinámica de los cuerpos y la ingeniería implicada en la construcción y despegue de cohetes a escala. Este enfoque se centra en la creación de equipos conformados por individuos de distintos perfiles, áreas disciplinarias, profesiones, idiomas y culturas, que trabajan en conjunto para resolver problemas reales a través de la realización de proyectos. Estas diferencias ofrecen amplias oportunidades para el aprendizaje y preparan a los estudiantes para desenvolverse en un entorno laboral y económico diverso y globalizado. Sin embargo, para lograr resultados exitosos en este tipo de trabajo en equipo, es necesario contar con un diseño instruccional bien definido, establecer roles claros y fundamentar adecuadamente el diseño del proyecto. (Galena, L (2000, p.1). Con esto se puede decir que algunas de las ventajas que este modelo ofrece al proceso de aprendizaje son que los estudiantes piensen y actúen con base en el diseño de un proyecto, en la elaboración de un

prototipo, desarrollando un plan con estrategias definidas, esto se hace para dar una solución a un interrogante y no simplemente para cumplir objetivos curriculares.

De esta forma, se logra estimular el crecimiento emocional, intelectual y personal mediante experiencias directas con los estudiantes ubicándolos en diferentes contextos y tratando con puntos de vista diferentes. Por otro lado, se aprende a dar retroalimentación constructiva, tanto para ellos mismo, como para sus compañeros. Para finalizar, el proceso de elaborar un prototipo permite y alienta a los estudiantes a experimentar, realizar aprendizaje basado en descubrimiento, aprender de sus errores y enfrentar y superar retos difíciles e inesperados.

Cabe destacar que este modelo de aprendizaje tiene sus raíces en el constructivismo: “Este modelo tiene sus raíces en el constructivismo, que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey “(Galena, L (2000, p.1). Además, encaja con el modelo pedagógico del colegio Real de Colombia, esto genera que sea viable implementar este modelo de aprendizaje en esta tesis.

Sin embargo, como lo mencionan Carcavilla y Puey (2019), uno de los mayores retos en la enseñanza de la Física es la persistencia de las concepciones erróneas de los estudiantes, como la creencia de que una fuerza constante es necesaria para mantener un cuerpo en movimiento. Este malentendido, relacionado con la primera y segunda ley de Newton, genera barreras en la comprensión profunda de la dinámica de los cuerpos. El uso del ABP en este contexto permite que los estudiantes experimenten de manera activa los conceptos de fuerza, inercia y movimiento al enfrentarse a situaciones reales donde estas leyes se aplican de manera tangible.

Después de exponer lo anterior, es evidente que este modelo presenta numerosas ventajas, sin embargo, no todo puede ser perfecto. Por lo tanto, también conlleva algunos desafíos significativos. Uno de los principales desafíos radica en garantizar una comunicación constante y efectiva entre los grupos de trabajo. Los tiempos de reunión pueden no coincidir y, en algunos momentos, puede haber resistencia a aceptar diferentes

opiniones e ideas, lo que podría generar incomodidades. Otra desventaja notable es la considerable cantidad de tiempo que el maestro debe invertir para llevar a cabo este tipo de proyecto. Se requiere delimitar roles, plantear el problema y determinar cómo será abordado (Galena, L (2000). Es precisamente por este motivo que los profesores a menudo prefieren optar por clases tradicionales, ya que les resulta más cómodo y familiar.

Ahora se hablará de uno de los principales referentes en esta metodología (ABP) es Dino Segura (2021), quien ha realizado un análisis exhaustivo del ABP desde tres perspectivas fundamentales: la epistemológica, la pedagógica y la política.

En primer lugar, en su enfoque epistemológico, Segura hace una distinción crucial entre la simple transmisión de información y el proceso auténtico de construcción del conocimiento. Destaca la importancia de involucrar a los estudiantes al cuestionar si prefieren adquirir conocimiento a través de objetos estáticos o de experiencias vivenciales. Esta reflexión crítica cómo la estructura convencional de las clases escolares a menudo desconecta a los alumnos de la realidad. En este proyecto, buscamos precisamente evitar esta desconexión, permitiendo que los estudiantes se apropien del conocimiento a través de la experiencia directa con el cohete.

En segundo lugar, desde la perspectiva pedagógica, Segura destaca la necesidad de cambiar el enfoque de enseñanza, pasando de una transmisión lineal de contenidos por parte del profesor hacia un enfoque más centrado en los intereses, preguntas y motivaciones individuales de los estudiantes. Esta línea de pensamiento aboga por una enseñanza más dinámica y personalizada que fomente la participación y el compromiso de los alumnos con el aprendizaje.

Por último, desde un punto de vista político, Segura señala que los entornos educativos más innovadores y creativos suelen encontrarse en las escuelas. Estos son lugares donde se valora enormemente la creación de proyectos educativos que involucran a los estudiantes de manera activa y que están alineados con sus contextos sociales y culturales.

Basándonos en lo expuesto anteriormente, cualquier propuesta fundamentada en el modelo del Aprendizaje Basado en Proyectos debe considerar cuidadosamente las siguientes recomendaciones:

1. Establecer vínculos entre la realidad y el ámbito académico: Los proyectos deben estar diseñados de manera que los estudiantes puedan relacionar los conceptos y habilidades aprendidos en el aula con situaciones reales del mundo exterior, promoviendo así un aprendizaje significativo y contextualizado.
2. Fomentar la indagación y la reflexión: Se debe partir de preguntas o situaciones que desafíen a los estudiantes a pensar críticamente y a buscar soluciones creativas, evitando así el aprendizaje memorístico y promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas.
3. Generar productos o entregables significativos: Es importante que los proyectos culminen con la creación de un producto tangible o la presentación de resultados ante una audiencia externa, idealmente compuesta por expertos en el campo relevante. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos de manera práctica y de recibir retroalimentación valiosa.
4. Diseñar instrumentos de evaluación adecuados: Se deben desarrollar herramientas de evaluación que permitan medir de manera efectiva el desempeño de los estudiantes en las actividades del proyecto, teniendo en cuenta tanto los aspectos cognitivos como los socioemocionales y colaborativos.

Para finalizar es importante resaltar que esta propuesta se ajusta al modelo pedagógico del Colegio Real de Colombia, el cual busca formar estudiantes críticos, creativos y capaces de trabajar en equipo. En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se consolida como una estrategia pertinente, ya que permite que los estudiantes se involucren activamente en su proceso de aprendizaje, tomen decisiones, investiguen y construyan soluciones a problemas reales de su contexto. Según Vergara (2017), el ABP promueve un aprendizaje significativo al vincular la teoría con la acción y fomentar la autonomía y la cooperación entre los participantes.

En este proyecto, la elaboración y experimentación con cohetes escolares representa una oportunidad concreta para aplicar los principios de la física, especialmente las leyes de Newton de una forma práctica y cercana al entorno de los estudiantes. De esta manera, se cumple con los objetivos institucionales de desarrollar competencias científicas, comunicativas y colaborativas, fortaleciendo la motivación y el sentido de pertenencia hacia el aprendizaje.

2.2.1 Evaluación

En el contexto del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la evaluación se concibe como un proceso continuo, reflexivo y participativo, que permite valorar no solo los productos finales, sino también el desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos a lo largo del proyecto. Más allá de medir resultados, busca acompañar el proceso de aprendizaje, fomentar la reflexión y fortalecer la autonomía de los estudiantes.

En este punto, se vuelve importante detallar el proceso mediante el cual se evaluará el desempeño de los estudiantes, teniendo en cuenta que se emplea la metodología de aprendizaje basado en proyectos. Frente a esto, es fundamental tener clara la diferencia entre calificar y evaluar, ya que estos términos se llegan a asociar como sinónimos en algunos casos (Vergara, 2017).

En su obra, Vergara destaca la naturaleza del acto de calificar como la imposición de un sello distintivo, separando a los individuos entre aquellos que han asimilado el contenido y aquellos que, por alguna razón, no han alcanzado a comprender plenamente el tema en cuestión. El dilema inherente a la calificación radica en que, a menudo, los estudiantes no participan activamente en este proceso y, más preocupante aún, no obtienen beneficios sustanciales de él. Además, la práctica de calificar tiende a reducir la complejidad del aprendizaje a un conjunto limitado de variables, pasando por alto aspectos cruciales del desarrollo cognitivo. Este enfoque restrictivo, aunque pretende medir el conocimiento, puede dejar de lado la verdadera comprensión y capacidad de aplicación de los estudiantes.

Por otro lado, la evaluación se erige como un momento de reflexión profunda en el transcurso del aprendizaje. En este instante crucial, se debe detener para valorar lo aprendido, analizar meticulosamente los métodos, identificar áreas de mejora en las habilidades y, en última instancia, alinear de manera más efectiva las acciones con los objetivos que se han propuesto alcanzar. La evaluación establece una conexión directa con el estudiante y su proyecto de aprendizaje, brindándole empoderamiento y transformando tanto al alumno como al docente en investigadores de su propia práctica educativa.

Desde esta perspectiva, la evaluación se revela como una actitud, una herramienta, una investigación, un acto de diálogo y una oportunidad para tomar decisiones fundamentadas respecto a las acciones. En coherencia con ello, la evaluación en el ABP se aleja de los modelos tradicionales centrados en la calificación numérica y se orienta hacia la construcción conjunta de criterios, la retroalimentación constante y la autoevaluación crítica del propio aprendizaje. En este sentido:

La evaluación en ABP es un proceso constructivo en el que participan tanto los estudiantes —de forma individual y grupal— como los docentes. Es un proceso de aprendizaje que conlleva el uso de la información de forma crítica. La evaluación no debe medir la capacidad de memorización, sino que debe evaluar de forma constante el proceso, la relevancia del trabajo hecho y promover la adquisición de destrezas de evaluación crítica, de habilidades y de mejora de la capacidad de aprendizaje (Atienza, 2008, p. 21).

Frente a lo expuesto, los profesores desempeñan un papel fundamental al proporcionar a los alumnos información acerca de sus actividades en el marco del ABP. Además, los docentes se sumergen en una reflexión crítica sobre su propio desempeño y el proyecto en sí a través de la autoevaluación. A la vez, se fomenta que los estudiantes participen activamente en la construcción de los criterios de evaluación, consolidando su rol como protagonistas de su aprendizaje.

En consecuencia, el proceso de evaluación en el ABP se enriquece con una amplia variedad de herramientas específicas, entre las que se encuentran las rúbricas, los diarios de aprendizaje, la coevaluación entre pares y la autoevaluación. Estas estrategias permiten valorar aspectos cognitivos, colaborativos y emocionales del proceso educativo, diferenciándose de los exámenes o pruebas tradicionales que priorizan únicamente resultados cuantitativos (Bonilla, 2018).

Finalmente, este enfoque evaluativo se fundamenta en las teorías constructivistas que reconocen al estudiante como protagonista de su proceso formativo, capaz de reflexionar, tomar decisiones y construir conocimiento a partir de la experiencia. En este contexto, la evaluación trasciende la mera asignación de valores numéricos y se constituye como un ejercicio reflexivo que permite a los alumnos revisar lo aprendido y lo realizado, al mismo tiempo que identifican oportunidades de mejora en su propio proceso de aprendizaje.

METODOLOGÍA

Este capítulo presenta la metodología empleada para el desarrollo del proyecto didáctico, en coherencia con el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) descrito en los capítulos anteriores. La propuesta se fundamenta en una metodología cualitativa, centrada en la observación directa, el diálogo con los estudiantes y el análisis de sus producciones escritas. La estrategia didáctica se diseñó para favorecer la comprensión de las tres leyes de Newton mediante actividades experimentales, colaborativas y reflexivas, articuladas en torno a la construcción de un cohete a escala como producto final del proyecto.

3.1 metodología de la aplicación de actividades

La propuesta se fundamenta en un diseño cualitativo, orientado a la observación directa, el análisis de las producciones escritas de los estudiantes y el seguimiento reflexivo de su proceso de aprendizaje. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la

investigación cualitativa busca comprender significados y experiencias en escenarios naturales, lo cual resulta pertinente en este estudio, dado que se pretende analizar cómo los estudiantes evolucionan en su comprensión de las tres leyes de Newton a lo largo de una experiencia didáctica.

En correspondencia con los principios del ABP, la elección del proyecto no se concibió únicamente desde la planificación docente, sino que se construyó de manera participativa a partir de los intereses y motivaciones expresados por los estudiantes en una fase inicial de ideación colectiva. Este ejercicio de indagación y diálogo permitió que la construcción de un cohete a escala emergiera como un reto auténtico, significativo y compartido, que articula los objetivos académicos con las expectativas de los estudiantes.

El entorno de modelación se estableció en el Colegio Real de Colombia, con la participación de estudiantes de grado décimo. Esta elección responde, en primer lugar, a mi rol como

docente en esta institución, lo que facilitó la implementación del estudio y la interacción continua con los estudiantes. Además, trabajar con este nivel educativo permitió abordar con mayor profundidad los conceptos asociados a las leyes de Newton, teniendo en cuenta la madurez cognitiva y el nivel de comprensión propio de esta etapa.

Para la definición del proyecto, se llevó a cabo una fase inicial de exploración de intereses, en la que los estudiantes compartieron ideas y expectativas frente a posibles proyectos de Física. A través de una lluvia de ideas, discusiones guiadas y la recuperación de conocimientos previos, surgieron diferentes alternativas vinculadas al movimiento, las fuerzas y fenómenos del entorno cotidiano. Entre estas propuestas, la construcción de un cohete a escala se consolidó como la opción más motivadora y retadora, al integrar elementos de ciencia, creatividad y experimentación. De esta manera, el proyecto no se percibió como una imposición externa, sino como un desafío construido colectivamente, en el que los estudiantes asumieron un papel activo desde el inicio.

A lo largo del proceso, se plantearon situaciones de aprendizaje organizadas en sesiones que promovieron la comprensión de los conceptos físicos involucrados y la

conexión con contextos reales. La estrategia didáctica, centrada en la construcción y el lanzamiento del cohete como producto final, permitió evidenciar las interpretaciones y aplicaciones de las tres leyes de Newton en la práctica.

El análisis del desarrollo y de los productos se realizó mediante la recopilación de información a partir de proyectos, observaciones en el aula, guías de trabajo y diarios de aprendizaje, los cuales reflejaron los avances conceptuales y las habilidades desarrolladas por los estudiantes. Este enfoque metodológico pone en relieve los beneficios de la experimentación como herramienta pedagógica para la apropiación de conceptos fundamentales de la dinámica, al tiempo que fomenta la expresión oral y escrita, el trabajo colaborativo y la autonomía en el aprendizaje. Asimismo, permite identificar transformaciones en las formas de comunicación y reflexión de los estudiantes antes y después de la implementación del proyecto, lo que evidencia el valor del ABP como estrategia integradora en la enseñanza de la Física.

3.2 Instrumentos de recolección de datos

Para la sistematización del proceso se emplearon los siguientes instrumentos:

Diarios de aprendizaje: escritos individuales donde los estudiantes registraron percepciones, dificultades, aprendizajes y reflexiones durante las sesiones. Estos se recogieron al finalizar cada actividad y se organizan en carpetas físicas,

Guías de trabajo: diseñadas para cada actividad, recogen respuestas experimentales, interpretaciones y conclusiones, permitiendo evidenciar la comprensión de los conceptos. Las guías fueron recolectadas en cada sesión y clasificadas por grupo de trabajo, lo que facilitó la comparación de respuestas y el seguimiento de progresos.

Observaciones de aula: registros sistemáticos del docente-investigador, enfocados en dinámicas de trabajo en equipo, comunicación y desarrollo experimental. Se usaron notas de campo estructuradas, lo que permitió posteriormente sistematizar la información en categorías relacionadas con los criterios de evaluación.

Productos finales: principalmente el diseño, construcción y prueba del cohete a escala, que evidencia la aplicación práctica de los conceptos físicos.

3.3. Procedimiento de análisis de datos

La información recolectada fue organizada y analizada siguiendo dos rutas complementarias. Por un lado, se consideraron los tres criterios de evaluación definidos en el proyecto —trabajo en equipo, comprensión conceptual y comunicación y argumentación—, los cuales guiaron el análisis de las guías de trabajo, las observaciones de aula y los productos experimentales. Por otro lado, los diarios de aprendizaje fueron analizados desde un enfoque inductivo, identificando categorías emergentes como el interés y la motivación, las dificultades y retos, las reflexiones sobre la práctica, los aprendizajes significativos y las emociones frente al trabajo colaborativo. Estas categorías, derivadas directamente de las voces de los estudiantes, permitieron captar dimensiones subjetivas y experienciales que no estaban estructuradas en los criterios formales de análisis.

El procedimiento analítico se desarrolló mediante un proceso de triangulación de fuentes, contrastando la información proveniente de diarios, guías, observaciones de aula y productos experimentales. De esta manera, fue posible identificar patrones de evolución, dificultades persistentes y fortalezas en los aprendizajes de los estudiantes, integrando tanto la dimensión conceptual y procedimental como las vivencias y reflexiones expresadas en primera persona.

Para garantizar la validez y confiabilidad de los datos se recurrió a la triangulación metodológica y a la devolución parcial de resultados a los estudiantes, quienes confirmaron si las interpretaciones recogían fielmente sus experiencias.

3.4 Evaluación docente

En coherencia con el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y con la concepción de la evaluación como un proceso dialógico y reflexivo, se reconoció la importancia de que el docente también participe activamente en la valoración de su propia

práctica. Como plantean Vergara (2017) y Mercado et al. (2018), el docente no sólo es mediador del aprendizaje, sino también un sujeto que reflexiona críticamente sobre sus decisiones pedagógicas y ajusta sus estrategias en función de las dinámicas emergentes en el aula.

Este proceso se llevó a cabo mediante notas reflexivas registradas al finalizar cada sesión en el diario de campo del docente, en las cuales se consignaron percepciones sobre el clima de la clase, la efectividad de las actividades y el nivel de participación y comprensión de los estudiantes. Asimismo, se analizaron las evidencias recogidas a lo largo del proyecto (diarios de aprendizaje de los estudiantes, exposiciones, productos experimentales y guías de trabajo) y se contrastaron con la guía didáctica previamente diseñada, con el fin de valorar su pertinencia y posibles mejoras.

La autoevaluación permitió identificar fortalezas, como la motivación lograda a través de la construcción del cohete y el uso de experimentos sencillos, así como dificultades, especialmente relacionadas con la gestión del tiempo y la organización de materiales. También posibilitó reconocer oportunidades de mejora, como la necesidad de fortalecer las orientaciones previas a las exposiciones para favorecer la seguridad comunicativa de los estudiantes. Como destacan Callejas, Mendoza y Porras (2014), la reflexión docente contribuye a consolidar un clima pedagógico favorable y a dar sentido formativo a las prácticas educativas.

3.5 Fases de la investigación

El presente estudio se divide en cuatro etapas, comenzando con la fase de reconocimiento en el aula. Esta etapa es fundamental para el desarrollo del trabajo investigativo, ya que en este momento se realiza un diagnóstico de la población con la cual se trabajará, analizando tanto los aspectos sociales como académicos. A partir de este análisis, se decidió utilizar el aprendizaje basado en proyectos como metodología para introducir las tres leyes de Newton.

La segunda fase se centró en la construcción del marco teórico. En esta etapa, se investigó la historia de la coherencia, las tres leyes de Newton, y el aprendizaje basado en proyectos. Se encontraron importantes autores que sirvieron de referencia, aportando solidez y profundidad al trabajo investigativo.

La tercera fase de la investigación se centró en la construcción de la experiencia didáctica. El objetivo de esta etapa era introducir a los estudiantes a las tres leyes de Newton de manera efectiva y participativa. Se diseñó y utilizó una guía didáctica como herramienta principal para recopilar información sobre la comprensión de los estudiantes.

La cuarta etapa de la investigación se centró en la sistematización y el análisis de la implementación de la estrategia didáctica. El objetivo de esta etapa fue determinar el impacto del uso del aprendizaje basado en proyectos en la comprensión de las tres leyes de Newton.

3.6 Estrategia didáctica

La estrategia didáctica diseñada en este trabajo de grado se enmarca en el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y tiene como propósito favorecer la comprensión de las tres leyes de Newton mediante actividades experimentales, colaborativas y reflexivas, articuladas en torno a la construcción y lanzamiento de un cohete a escala como producto integrador. Su diseño parte de la ideación participativa con los estudiantes, quienes expresaron sus intereses y motivaciones frente a fenómenos físicos de su entorno, lo que permitió consolidar el proyecto de manera conjunta. De este modo, la estrategia no se concibe como una imposición docente, sino como un proceso compartido que responde a inquietudes reales de los estudiantes y a la necesidad de vincular la teoría con la práctica en contextos significativos. La propuesta se desarrolla en tres momentos —exploración e ideación, aproximación conceptual y experimental, y síntesis y socialización—, en los que se entrelazan la motivación, la apropiación conceptual, la producción final, todo ello evaluado mediante un enfoque continuo, reflexivo y participativo, coherente con la naturaleza del ABP.

La estrategia didáctica se organiza en cuatro momentos que estructuran la progresión del proyecto: exploración e ideación, aproximación conceptual, experimental y síntesis, y evaluación final. Cada momento se articula con los objetivos específicos del proyecto y con los criterios de evaluación definidos en el marco teórico, de manera que las actividades propuestas permitan valorar la comprensión conceptual, la comunicación y argumentación y el trabajo en equipo.

A continuación se presenta una tabla que resume cómo se relacionan las fases del proyecto con los momentos de la estrategia didáctica y los objetivos específicos. Esto ayuda a entender mejor cómo se organizó el trabajo y qué se buscaba lograr en cada etapa.

Tabla 1. Fases del proyecto Tabla 1. *fases del proyecto*. elaboración propia

Fase del proyecto	Momento del proyecto	Sesiones	Objetivo específico
Inicio del proyecto	Exploración e ideación	1–2	Explicar las leyes de Newton y motivar el interés por el tema.
Desarrollo del contenido	Conceptual y experimental	3–6	Evaluar el aprendizaje y aplicar los conceptos en actividades prácticas.
Construcción y aplicación	Síntesis y socialización	7–9	Construir el cohete y mostrar cómo se aplican las leyes de Newton.

Cierre y reflexión	Evaluación final	9	Analizar el impacto del proyecto y reflexionar sobre el proceso.
---------------------------	------------------	---	--

Momento 1. Exploración e ideación (Sesiones 1 y 2)

En la primera sesión, se llevará a cabo un diagnóstico inicial para identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de las leyes de Newton. Paralelamente, se abrirá un espacio de ideación colectiva en el que, mediante diálogo, los estudiantes definirán el proyecto a construir que servirá como eje central de este trabajo. La evaluación de esta sesión se orientará hacia la participación activa en la toma de decisiones y la claridad en la expresión de conocimientos iniciales, lo que permitirá establecer un punto de partida común.

En la segunda sesión, se buscará motivar el interés por la coherencia a través de la observación de videos ilustrativos y discusiones guiadas. Posteriormente, los estudiantes definirán, de manera consensuada, el tipo de cohete a construir, considerando los recursos disponibles. La evaluación se centrará en la capacidad de argumentar decisiones en grupo y en la coherencia entre el diseño propuesto y los objetivos académicos, vinculando así la planeación con la práctica.

La evaluación en este momento se basará en las respuestas consignadas en las guías de trabajo, las discusiones colectivas y las primeras entradas en los diarios de aprendizaje, donde los estudiantes registrarán sus expectativas y percepciones iniciales. El análisis inductivo de estas producciones permitirá identificar el grado de motivación, los conocimientos previos y la disposición al trabajo colaborativo. Desde la perspectiva docente, se llevará un diario de campo para registrar observaciones sobre la dinámica del grupo y posibles ajustes para las siguientes sesiones.

El impacto pedagógico de este momento radica en que posiciona a los estudiantes como protagonistas en la definición del proyecto, lo que asegura que el reto sea pertinente

y motivador. Además, fomenta la curiosidad, la indagación y el sentido de pertenencia hacia el proceso de aprendizaje.

Momento 2. Aproximación conceptual y experimental (Sesiones 3 a 6)

En este segundo momento, se desarrollará la comprensión de las tres leyes de Newton mediante actividades prácticas, discusiones guiadas y exposiciones colaborativas.

En la tercera sesión, los estudiantes explorarán la primera ley de Newton a través de experimentos y análisis en grupo, vinculando el concepto de inercia con situaciones de la vida cotidiana. Además, se organizarán exposiciones sobre los conceptos de masa, peso, masa inercial y masa gravitacional. La evaluación valorará la comprensión conceptual de la primera ley y la capacidad de comunicar contenidos científicos.

La cuarta sesión estará dedicada a la presentación de estas exposiciones utilizando carteleras como apoyo visual. Posteriormente, se introducirá la segunda ley de Newton mediante un experimento con carritos y masas. La evaluación se enfocará tanto en la claridad y rigor en las exposiciones como en la aplicación práctica de la segunda ley en un contexto experimental.

En la quinta sesión, los grupos desarrollarán un experimento sistemático con carritos y diferentes masas, registrando tiempos y resultados en las guías de trabajo. Esto permitirá evaluar la comprensión conceptual y la precisión en el registro y análisis de datos. Al final, se asignará a algunos grupos la preparación de exposiciones sobre la tercera ley de Newton, valorando su capacidad de planificación y organización.

La sexta sesión estará orientada a la tercera ley de Newton. Los grupos seleccionados presentarán exposiciones sobre este principio y, posteriormente, se llevará a cabo un experimento con globos y pajillas que permitirá observar de manera práctica la relación de acción y reacción. La evaluación de esta sesión se centrará en la capacidad para identificar evidencias experimentales y en la colaboración grupal durante la práctica.

La evaluación en este momento combinará la observación del trabajo en equipo, las exposiciones, las respuestas en las guías y las reflexiones en los diarios de aprendizaje. El análisis inductivo de estas fuentes permitirá reconocer avances en la comprensión conceptual, así como en las habilidades de comunicación y argumentación. El docente, a su vez, llevará un diario de campo con el fin de ajustar estrategias y registrar las dinámicas observadas.

Este momento tiene un impacto pedagógico fundamental, ya que fortalece la apropiación conceptual mediante la experimentación y la interacción social. Los estudiantes no solo aplicarán las leyes de Newton en contextos prácticos, sino que también desarrollarán competencias comunicativas y de colaboración, lo que les permitirá percibir la física como una herramienta cercana y significativa.

Momento 3. Síntesis y socialización (Sesiones 7 a 9)

El tercer momento se centra en la construcción, prueba y socialización del producto integrador del proyecto: un cohete a escala.

En la séptima sesión, los grupos se dedicarán al diseño y construcción de los cohetes utilizando materiales sencillos. Al final de la sesión, se realizará una prueba piloto para evaluar el funcionamiento y realizar ajustes. La evaluación se orientará hacia el trabajo en equipo, la creatividad y la aplicación práctica de los conceptos físicos en el diseño del prototipo.

La octava sesión consistirá en el lanzamiento final de los cohetes, actividad que permitirá evidenciar de forma directa la aplicación de las tres leyes de Newton. La evaluación se enfocará en la capacidad de análisis crítico durante la observación del lanzamiento y en la identificación de los principios físicos involucrados, articulando teoría y práctica.

Finalmente, en la novena sesión, cada grupo realizará una exposición final donde explicará cómo se aplicaron las leyes de Newton en el diseño, construcción y lanzamiento del cohete. La estrategia culminará con un ejercicio de coevaluación en el que los

estudiantes valorarán el aporte individual y colectivo dentro de sus equipos. La evaluación de esta última sesión integrará los tres criterios generales: comprensión conceptual, comunicación y argumentación, y trabajo en equipo.

Momento 4. Síntesis y socialización (Sesiones 9)

En este momento, la evaluación se centrará en el producto final (el cohete y su lanzamiento), en las exposiciones orales y en la coevaluación. Los diarios de aprendizaje tendrán un papel clave, pues permitirán a los estudiantes reflexionar sobre lo aprendido, las dificultades enfrentadas y las habilidades fortalecidas. El docente continuará con el diario de campo, registrando logros y oportunidades de mejora para futuras implementaciones.

El impacto pedagógico de este momento radica en que constituye la síntesis del proceso: los estudiantes vinculan teoría y práctica, reflexionan sobre su aprendizaje y desarrollan autonomía. El cohete, como producto final, se convierte en un dispositivo didáctico que integra ciencia, creatividad y trabajo en equipo, dejando aprendizajes significativos que trascienden el aula.

Tabla 2. Momentos de la estrategia didáctica

Momento de la estrategia didáctica	Objetivo	Actividad	Recursos	Vinculación con objetivos y criterios de evaluación
Sesión 1				
Recolección de información	Analizar que comprenden de las 3 leyes de Newton	Responder preguntas para recopilar información	Guía, página 5-10	Comprensión conceptual inicial
Toma de decisiones	Decidir con que cuerpo se trabajara el proyecto	Responder preguntas para recopilar información	Guía, página 5-10	Comunicación y argumentación al socializar intereses
Sesión 2				
Motivación en la coherencia	Despertar el interés y la curiosidad en los alumnos hacia la coherencia	Observar ciertos videos de sucesos llamativos de la historia de la coherencia y	Guía, página 11 a 13 , videos de YouTube	Comunicación y argumentación al socializar intereses

		responder que fue lo que más llamó la atención		
Centrar el proyecto	Establecer qué tipo de cohete se construirá, teniendo claro todos los recursos necesarios.	Responder preguntas que enfocarán la idea del prototipo del cohete que se deberá construir.	Guía, página 14 y 15.	trabajo en equipo al consensuar el reto.
Sesión 3				
Aproximación a la primera ley de Newton	Lograr generar una introducción a la primera ley de Newton	Los estudiantes primero trabajarán de forma individual y luego en grupos, viendo videos , experimentando y respondiendo preguntas específicas. Esto les permitirá expandir su comprensión de la primera ley de Newton.	Guía, página 16 y 22. Videos de YouTube	Comprensión conceptual, al relacionar teoría con experimentos.
Definir Exposiciones	Dejar claro qué tema corresponde a cada grupo.	Se dividirán cuatro temas entre los grupos del curso: masa, peso, masa inercial y masa gravitacional.	Internet, libros, videos.	comunicación, al preparar exposiciones
Sesión 4				
Realizar exposiciones	Lograr que los estudiantes tengan una aproximación a las definiciones de lo que es masa, peso, masa inercial y masa gravitacional	Pasaba cada grupo pasa con su cartelera a exponer el tema que le correspondía	Carteleras	Comunicación al exponer, comprensión conceptual al diferenciar magnitudes, y trabajo en equipo en la preparación
Aproximación a la segunda ley de Newton	Lograr generar una introducción a la segunda ley de Newton	los estudiantes responden ciertas preguntas de la guía	Guía, pagina 23	comprensión conceptual
Sesión 5				
Experimento que relaciona la 2 Ley de Newton	Lograr que todos los grupos relacionen los temas vistos con un	Cada grupo deberá medir el tiempo en lo que demora recorre cierta	Carrito de juguete, diferentes masa, cinta métrica.	Comprensión conceptual con práctica experimental y

	experimento practico	distancia un carrito, cambiando la masa y el peso		trabajo en equipo en la medición y análisis.
Definir Exposiciones	Dejar claro que para la siguiente clase unos grupos al azar se escogen para realizar una exposición	algunos grupos expondrá sobre la 3 Ley de Newton	Panfleto	trabajo en equipo
Sesión 6				
Aproximación a la tercera ley de Newton	Lograr comprender la 3 ley de Newton mediante un experimento	Algunos grupos realizarán un exposición sobre la 3 Ley de Newton	Panfleto	Comunicación al exponer, trabajo en equipo
Experimento relacionado con la 3 Ley de Newton	Lograr que todos los grupos relacionen los temas vistos con un experimento practico	Cada grupo deberá realizar un montaje, donde un globo quede pegado a una pajilla y esta segre mover de extremo a extremo de la cuerda y responder ciertas preguntas al final	Globo, tijeras, cuerda, pajita, cinta, guía	Comprensión conceptual al observar acción-reacción, trabajo en equipo en montaje, y comunicación en la exposición.
Sesión 7				
Construcción del cohete	Lograr que todos los grupos construyan su cohete y que además logre ser funcional.	Cada grupo se enfocará en la construcción del cohete y, al final de la sesión, deberán responder una serie de preguntas relacionadas con su construcción.	Botella de plástico, cartón, pegante, cinta, bicarbonato, vinagre	Trabajo en equipo en construcción, comprensión conceptual en el diseño
Prueba piloto del cohete	Probar el cohete que se construyó la clase anterior	Se deberá salir al parque con la finalidad de poner a prueba el cohete y ver que se le puede mejorar para la prueba definitiva	Cohete construido	argumentación en ajustes tras la prueba piloto
Sesión 8				
Aproximación a la tercera ley de Newton	Lograr comprender la 3 ley de Newton mediante el lanzamiento del cohete	Se realiza el lanzamiento del cohete, con el fin de analizar en qué momento se logra evidenciar cada ley, enfocándonos	Guía, página 34- 36 Cohete	Comprensión conceptual en aplicación práctica, comunicación en la discusión grupal, y trabajo en equipo en el montaje.

		sobre todo en la 3 ley		
Sesión 9				
Exposición final	Lograr describir en qué momento se observa cada ley en el lanzamiento del cohete	Hacer exposición por grupos acerca de las 3 leyes de Newton	Tablero,	Comunicación y argumentación en la exposición, trabajo en equipo al presentar resultados
Coevaluación	Realizar la evaluación	se realizará una coevaluación entre los integrantes de los grupos	Rúbricas	reflexión mediante la coevaluación.

Tabla 2. *Momentos de la estrategia didáctica.* Elaboración propia

3.7 Guía de trabajo

Para este trabajo de grado se buscó dinamizar y organizar el trabajo en el aula. En este sentido, la estrategia didáctica generó una guía, resultado de la experiencia didáctica, en la cual se implementó un conjunto de actividades intencionadas (tabla 1) con el objetivo de alcanzar las metas de enseñanza propuestas. Esta guía, elaborada en Canva, consta de 39 páginas (Anexo 1.1). En ella se describen las preguntas, respuestas y actividades a realizar. Es importante aclarar que la guía se fue modificando en el transcurso del proyecto.

La guía de trabajo elaborada para este proyecto (ver Anexo 1.1) contiene las actividades desarrolladas durante las sesiones, incluyendo preguntas orientadoras, espacios para registrar observaciones, reflexiones individuales y grupales, y experimentos prácticos relacionados con las leyes de Newton. Esta guía fue ajustada a lo largo del proceso según las necesidades de los estudiantes y los avances del proyecto, convirtiéndose así en un instrumento flexible que acompañó la evolución de la experiencia didáctica.

3.8 Reflexión de la estrategia didáctica

La implementación de esta estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permitió evidenciar que los estudiantes, a pesar de sus limitaciones iniciales en el ámbito matemático y en la comunicación oral, lograron avanzar hacia una comprensión más clara y aplicada de las tres leyes de Newton. Uno de los principales logros fue que el aprendizaje dejó de ser un proceso centrado en la repetición de fórmulas para convertirse en una experiencia significativa, en la cual los conceptos físicos se vincularon con experimentos reales y con la construcción de un cohete a escala como producto final.

Desde la perspectiva de habilidades transversales, la estrategia favoreció el desarrollo del trabajo en equipo y la comunicación, aunque con ritmos distintos en cada grupo. El Grupo 1, por ejemplo, mostró una mejora progresiva en la cohesión y en la capacidad de argumentar, mientras que el Grupo 2 mantuvo una buena organización inicial, pero evidenció retrocesos en la comunicación hacia las sesiones finales. Estas diferencias demuestran que el ABP, más que homogeneizar, permite visibilizar fortalezas y debilidades de cada grupo, ofreciendo oportunidades diferenciadas de mejora.

En cuanto a las dificultades, se presentaron tensiones relacionadas con la planeación y la distribución de materiales, así como con la inseguridad en las primeras exposiciones orales. No obstante, estas dificultades se convirtieron en oportunidades de aprendizaje, pues los estudiantes comprendieron la importancia de la preparación, la responsabilidad compartida y la necesidad de expresar con claridad sus ideas.

Finalmente, para el docente, la experiencia representó un aprendizaje valioso en términos de diseño e implementación de estrategias innovadoras. Se constató que abrir espacios de participación activa, donde los estudiantes tienen voz en la definición del proyecto y en la construcción del conocimiento, no solo aumenta la motivación, sino que también fortalece la autonomía y la capacidad reflexiva. En este sentido, la estrategia confirma el potencial del ABP como una metodología efectiva para transformar la enseñanza de la física en experiencias cercanas, motivadoras y formativas.

Resultados y análisis

En este capítulo se presentan los resultados y análisis de la estrategia didáctica implementada en el grado décimo. Cada sesión se organiza mostrando las preguntas y actividades de la guía, las respuestas de los grupos de trabajo, y posteriormente se realiza el análisis de cada grupo y una comparación entre ellos. Para realizar este análisis se han definido 3 criterios principales:

1. **Trabajo en equipo:** Es fundamental en ABP, ya que el aprendizaje se construye colaborativamente y a través de la interacción entre pares (Vergara Ramírez, 2017)..
2. **Comprensión conceptual de la física :** Es clave porque no se trata solo de hacer un cohete,sino de comprender los principios de la física
3. **Comunicación y argumentación:** También es importante, ya que el ABP exige que los estudiantes expresen, defiendan y contrasten ideas, favoreciendo el desarrollo de competencias críticas y reflexivas (Bonilla, 2018).

4.1 Resultados

Sesión 1

La primera sesión es fundamental ya que marca el inicio del proyecto, En ella se genera el camino por el cual se guiará este proceso, además se busca conocer qué tanto saben los estudiantes de las 3 Leyes de Newton. Esto mediante una encuesta.

Preguntas	Opciones de respuesta	% de estudiantes
¿Qué crees que es la Mecánica?	A. Es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que lo afectan. B. Es una parte de la química que estudia los materiales y su composición. C. Es el estudio del universo D. Es la ciencia que se	A. un 90% escogió esta respuesta B. un 0% escogió esta respuesta C. un 0% escogió esta respuesta D. un 10% escogió esta respuesta

	encarga de reparar autos y máquinas	
¿Cómo crees que podríamos trabajar mejor el tema de la Mecánica ?	A. movimiento de automóviles B. movimiento de objetos voladores C. movimientos del cuerpo humano D. movimiento de animales	A. un 20% escogió esta respuest B. un 70% escogió esta respuest C. un 8% escogió esta respuest D. un 2% escogió esta respuesta
¿Cómo crees que podríamos aprender mejor sobre la Mecánica?	A. Experimentos B. Videos C. actividades prácticas fuera del aula D. lecturas	A. un 30% escogió esta respuesta B. un 10% escogió esta respuesta C. un 60% escogió esta respuesta D. un 0% escogió esta respuesta
¿Qué crees que estudian las leyes de Newton?	A. El comportamiento de los fluidos. B. Las fuerzas y el movimiento de los objetos. C. La formación de planetas y estrellas. D. No estoy seguro/a.	A. un 0% escogió esta respuesta B. un 100% escogió esta respuesta C. un 0% escogió esta respuesta D. un 0% escogió esta respuesta
Si empujas un objeto sobre una mesa y este se detiene, ¿por qué crees que sucede?	A. Porque la fuerza desaparece B. Porque hay una fuerza que lo frena C. Porque el objeto pierde energía un D. No estoy seguro/a	A. un 20% escogió esta respuesta B. un 20% escogió esta respuesta C. 60% escogió esta respuesta D. un 0% escogió esta respuesta
¿Qué crees que es la masa ?	• La masa es que tan pesado es un cuerpo • La masa es lo que contiene un objeto • La masa es lo mismo es como la masa de un objeto • La masa es como la parte interna de un cuerpo	• La masa es todo lo que nos rodea • Es el contenido de un objeto • La masa es el volumen de un cuerpo • La masa creo que es la materia que tiene un objeto

¿Qué crees que es el peso?	• El peso es la cantidad de algo • El peso de un objeto depende de que tan difíciles es para mover • El peso es lo que pesa una persona o un objeto • El peso es lo que hay uno en otro	• El peso es la cantidad de masa que tienen los objetos • El peso es la forma en que se mide la masa de un objeto • Es como el peso de un objeto • El peso es como el que sostiene una gravedad que ejerce
¿El peso y la masa son lo mismo ?	• No son lo mismo • No, son diferentes • Si, si son lo mismo, porque el peso y la masa es lo que pesa un objeto • No son lo mismo	• No son lo mismo • Si, porque para saber cuánto pesa la masa toca saber el peso • No, no son iguales • Creo que sí, ya que la masa es la cantidad que obtiene y el peso sería la masa
¿Qué crees que es aceleración?	• Cuando un carro esta quieto y arranca • Yo pienso que la aceleración es una forma con la cual tu puedes calcular y poder dar el resultado • Es una velocidad que cambia • Es algo que corre mucha mas cada tiempo	• La aceleración es una cosa que produce energía • La aceleración es que cambia la velocidad a través del tiempo • Es la fuerza que obtiene un objeto para ir del punto A al punto B • Es un aumento de velocidad
¿Qué crees que es la fuerza?	• La fuerza es algo que hace mover los objetos • La fuerza es como tener una fuerza ideal que se puede relacionar con la masa • Es la carga que tiene un objeto • Es cual alguien intente levantar cosas pesadas	• Es lo que tiene un apersona para levantar cierto peso • La fuerza es que podría modificar lo grande de un objeto • Es como que tan fuerte es alguien • Acción que mueve el estado de reposo

¿La fuerza y la aceleración se relacionan ?	• creo que si • No, no se relacionan • No • No tienen nada que ver	• Si, porque al alzar hay mucha energía. • no, no se relacionan. • No se relacionan. • No, para nada se relacionan.
Para finalizar esta sesión se les dio un tiempo para que los estudiantes formarán los grupos, y se dejó muy en claro que debían tener cuidado al momento de escoger su equipo, ya que iban hacer los que estarán acompañando en el transcurso del proyecto .		

SESIÓN 2

Durante la primera sesión, se generaron momentos de diálogo, donde se buscaba un conocimiento global en los grupos, logrando comunicación asertiva entre los integrantes, a través de observar ciertos videos, generando un acercamiento al tema de la historia en la coherencia y reflexionar sobre aspectos éticos, políticos. Además de generar unas bases claras para la construcción del cohete. A continuación se observará las respuestas de los grupos.

La carrera espacial 🚀 La gran batalla de la Guerra Fría	
Estudiante 1 Rubiano	En general este video en todos sus aspectos fue entretenido y relevante
Estudiante 2 Freco	todo esto se originó a partir de un momento de ego y lucha para verse mejor, o en otras palabras, ser el mejor
Estudiante 3 Saenz	es sorprendente como de un momento a otro USA tomó la delantera, coronándose así como la mejor potencia mundial
Estudiante 4 Hernandez	En el primer video se puede destacar como la coherencia fue crucial en la guerra fría, puesto que ponía que quien llegase primero a la luna obtendría más ventaja sobre su rival, eso que EE.UU. consiguió frente a su mayor contrincante, la URSS (Actualmente Rusia

Opinión Grupo 1	Es sorprendente ver cómo la cohetaría ha sido tan influyente a lo largo de la historia, desde la disputa por determinar qué nación sería la mayor potencia mundial durante la Guerra Fría, hasta la tragedia del transbordador Challenger. La carrera espacial no solo buscaba revelar los misterios del espacio exterior, sino que también se convirtió en un escenario de competencia política y tecnológica.
Opinión grupo 2	lo que nos pareció más interesante como grupo sobre el tema del video es como la unión soviética y. estados unidos intentaban constantemente ponerse por delante del otro, y aunque fue un periodo de mucha tensión, esta rivalidad los impulsa a crear más avances tecnológicos y obtener hazañas increíbles
La verdadera historia de Laika, la perrita astronauta 🐕🚀	
Opinión grupo 1	Sobre la historia de Laika nos llamó la atención el hecho de que un animal callejero haya podido participar de este evento, pero también el dilema ético que esto representa desde el ser humano sobre el uso de otros seres e incluso el final de la vida de otros seres vivos.
Opinión grupo 2	Se resalta el envío de animales al espacio, lo cual genera debate en torno al bienestar animal. El caso de Laika, la perra enviada en un pequeño cohete sin posibilidad de sobrevivir, puede considerarse maltrato animal. Aunque el experimento buscaba probar la efectividad de los proyectos espaciales, resulta cuestionable la forma en que se llevaron a cabo estas pruebas.
A 35 años de la mayor tragedia espacial de EEUU: explosión del transbordador challenger	
Opinión grupo 1	muestra que así como los viajes espaciales son algo sorprendente y difícil de lograr, también tiene sus riesgos como la explosión del transbordador Challenger, debido a que puede haber fallas, que terminan en tragedias. No obstante aspectos llamativos del video es la manera en cómo en tan unos pocos segundos por una falla milimétrica, pueda generarse un accidente de tal calamidad, y no solo por las vidas que se perdieron, sino también por el trabajo de un cohete que conlleva mucha dedicación y esfuerzo, y a la final por descuido o fallas técnicas haya ocurrido semejante situación
Opinión grupo 2	Se muestra que los viajes espaciales, aunque sorprendentes, conllevan grandes riesgos, como la

	explosión del transbordador Challenger. Un detalle técnico mínimo puede desencadenar una tragedia de gran magnitud, no solo por la pérdida de vidas humanas, sino también por el esfuerzo y la dedicación invertida en el proyecto. Este caso evidencia la fragilidad de la exploración espacial frente a fallas técnicas.
--	---

Luego de analizar los videos los alumnos tenían que realizar una actividad donde debían generar un prototipo de cohete el cual buscaba cumplir cierta misión, cada grupo optó por formas y cualidades diferentes del cohete, en esta misma actividad se debía exponer que cohete se había pensado y como este podía ser el mejor cohete para lograr destruir un asteroide. A continuación, en la imagen 1, se presentan algunas de las imágenes más destacadas del ejercicio realizado.

Imagen 1

Dibujos realizados por los estudiantes, cohete imaginario

Figura 1a:

Cohete imaginario (realizado por el grupo 1)
2)

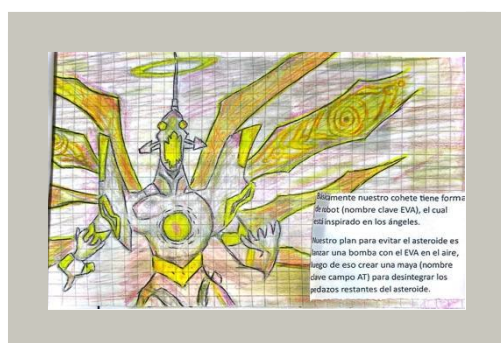


Figura 1b:

Cohete imaginario (realizado por el grupo 2)

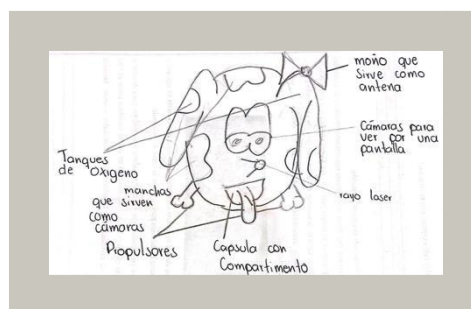


Imagen 1. Cohetes imaginarios. elaboración propia

En el momento de la exposición se logra observar que en los 2 grupos los estudiantes tenían cierto miedo de exponer la idea que se había consolidado, frente a esta situación se buscó generar un espacio de confianza para que los estudiantes se sintieran más cómodos al momento expresar su idea,

Luego de esto se dio paso para que los alumnos comenzarán a pensar en cómo se debía construir el cohete en la vida real, donde se les realiza preguntas con el fin de guiar al grupo.

La primera pregunta fue la siguiente:

¿Cuáles son los aspectos clave a considerar para diseñar y construir el cohete casero más eficiente, teniendo en cuenta variables como el tipo de combustible, la aerodinámica, la selección de materiales y otros factores relevantes?	
Opinión grupo 1	Los factores más importantes a tener en cuenta son: • Tipos de cohetes caseros posibles: analizar las diferentes opciones de construcción, considerando los recursos disponibles, los materiales accesibles, el capital con el que se cuenta, la eficiencia del modelo y el costo de los materiales. • Forma, masa y estructura: La forma influye directamente en la eficiencia del vuelo, por lo que se debe elegir un diseño aerodinámico. La masa afecta el despegue y la trayectoria. Por ejemplo, en un cohete de agua es necesario calcular el peso del líquido en distintas etapas para garantizar la continuidad del vuelo. La estructura debe ser lo suficientemente ligera para facilitar el despegue, pero resistente para asegurar la durabilidad. • Condiciones ambientales: El entorno donde se realice el lanzamiento es fundamental. En un espacio abierto, el viento puede dificultar la trayectoria del cohete. El clima es uno de los factores más influyentes. • Reacciones químicas y físicas: Son determinantes para el despegue del cohete. Ejemplos: reacción de bicarbonato con vinagre, combustión de alcohol o la presión del agua en un cohete de agua. Es necesario

	evaluar qué tan eficiente resulta la reacción para generar la energía suficiente que impulse el cohete.
Opinión grupo 2	El combustible será agua y aire, la aerodinámica será con botellas, que ayuda a que la presión salga
¿Cuáles son las tareas específicas que debo realizar en este proyecto?	
Opinión grupo 1	Como tal ninguno ha de tener un papel específico dentro de este proyecto, pues en cada uno se busca aportar de la misma manera, pero de no ser así, o se aporta más económicamente, o se aporta más a cuestión de la gestión del proyecto, como planificación, liderazgo, investigación, ideas/creatividad.
Opinión grupo 2	Se deberá realizar una colaboración grupal, buscando que se tenga el mejor rendimiento en es proyecto, donde cada integrante deberá aportar de la misma forma
¿Qué tipo de cohete se construirá?	

Opinión grupo 1	Se construirá un cohete con alcohol.
Opinión grupo 2	Un cohete hidraulico
¿Qué materiales/recursos necesito para hacer este proyecto?	
Opinión grupo 1	Necesitamos alrededor de 7000\$, y materiales reciclables. Los materiales que se van a comprar son: Encendedor piezoeléctrico, mechero de botón, cables de cobre, palitos de paleta. Los materiales reciclables son: alcohol (todos tienen en casa), base/soporte de cualquier material, papel, una botella. Otros materiales: Silicona, pistola de silicona
Opinión grupo 2	Será necesario botellas de gaseosa, agua, una bomba de aire, tubos PVC y un corcho

¿En qué proceso del proyecto necesito ayuda o colaboración para avanzar de manera efectiva?	
Opinión grupo 1	No consideramos que se requiera ayuda extra dentro de la elaboración del cohete, puesto que es muy fácil elaborarlo.
Opinión grupo 2	se necesitará ayuda en el momento que lance el cohete

Sesión 3

Para la tercera sesión se introdujo la primera ley de Newton, con esta los chicos tenían que observar en primer lugar un experimento sencillo y luego ver ciertos videos de YouTube los cuales estaban en la guía propuesta y responder unas preguntas que se les planteaba, se debía hacer primero de manera individual y luego llegar a un consolidado con el grupo, con el fin de generar esta primera noción de esta ley.

En este primer experimento los estudiantes debían colocar una moneda encima de una hoja, sobre una mesa y luego jalar rápidamente la hoja y observar qué sucede.

Actividad 1	
¿Qué sucedió con la moneda?	
Grupo 1	La moneda al momento de jalar la hoja rápidamente, no se movió ni un centímetro de su posición inicial.

Grupo 2	Al jalar la hoja, esta cambio de posición, sin embargo, la moneda que estaba encima se quedo en la misma posición.
¿Por qué la moneda tuvo ese comportamiento?	
Grupo 1	Podría ser que la moneda tuvo ese comportamiento gracias a la gravedad
Grupo 2	Porque se jalo muy rápido la hoja, es lo mismo que sucede cuando se jala un mante una mesa todas las cosas quedan encima
Después de analizar el video, cada estudiante deberá escribir en su cuaderno lo que comprendió de forma individual. Posteriormente, trabajarán en equipo para llegar a un acuerdo y registrar una respuesta conjunta en esta guía.	
Estudiante 1	Del video logre entender que las cosas no se moverán al menos de que haya un fuerza externa
Estudiante 2	Logró comprender que cada objeto siempre va a intentar estar quieto
Estudiante 3	Comprendí que la ley de la inercias es muy importante en la vida, ya que esta da explicación de porqué las cosas tiene a quedarse quietas
Estudiante 4	Este video fue muy interesante, ya que con esto se logra comprender un poco mejor el porqué la moneda se quedó en su lugar inicial, ya que la inercia busca que equilibrio de las fuerzas en un cuerpo, logrando ese estado de reposo, y este solo se romperá si hay un fuerza externa que afecte al cuerpo.
Opinión Grupo 1	La ley de la inercia o primera ley de Newton, trata acerca de que todo cuerpo permanece en estado de reposo a causa que todas las fuerzas que se ejercen son iguales; a menos que una

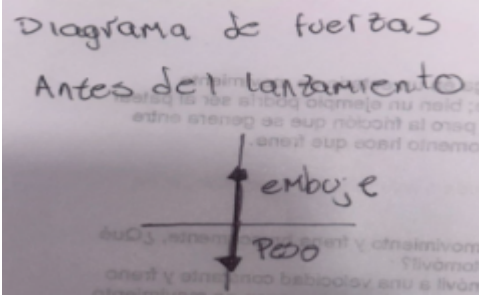
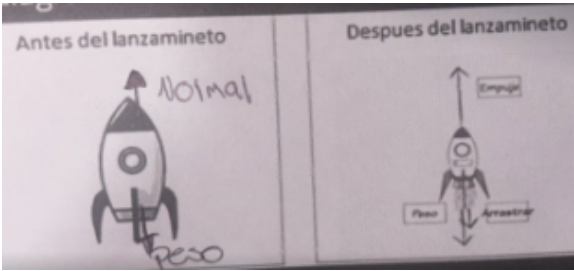
	fuerza mayor le ponga en un estado de movimiento constante, hasta que otra fuerza le contrarreste; bien un ejemplo podría ser al patear una pelota, la fuerza ejercida impulsa al balón, pero la fricción que se genera entre este y el suelo, y la fuerza del aire, en algún momento hace que frene.
Estudiante 5 Avellaneda	Es interesante como en el video nos explican la primera ley de Newton, dejando en claro, que todo cuerpo siempre va a tender al reposo
Estudiante 6 Tomas	Me llama demasiado la atención la importancia de esta ley, ya que nos explica que para que un cuerpo se mueva o se detenga se debe aplicar una fuerza.
Estudiante 7 Simon	Entendí que la inercia es algo que tiene todos los cuerpos y que entre mayor sea la masa, será más difícil de romper esa inercia
Estudiante 8 Mathias	De este video comprendí que entre mayor sea el peso, más difícil será mover un objeto o detenerlo.
Opinión grupo 2	El video nos habla de la primera ley de Newton, la inercia, Esta ley nos dice que todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento a menos que una fuerza actúe sobre él, lo que significa que los objetos no cambian por sí solos, sino que necesitan de una fuerza que los empuje, frene o desvíe.
Si estas conduciendo un automóvil en movimiento y frena bruscamente, ¿Qué efecto experimentan los ocupantes del automóvil?	
Grupo 1	Si me encuentro conduciendo en un auto móvil a una velocidad constante y freno bruscamente, el carro se detiene, pero los pasajeros aún permanecen en movimiento al no haber fuerza que los frene, es decir, siguen derecho. Esto lo explica la primera ley de Newton: "todo cuerpo permanece en un estado de reposo hasta que una fuerza actúe"

	sobre él'
Grupo 2	Cuando un automóvil que va en movimiento, frena de una forma brusca, los ocupantes tienden a lanzarse hacia delante, esto sucede porque sus cuerpos están en movimiento, junto con el auto y, al frenar repentinamente, sus cuerpos intentan seguir en movimiento debido a la inercia.
¿Cómo se relaciona este cambio con la primera ley de Newton?	
Grupo 1	Dicho anteriormente, la primera ley de Newton nos habla sobre la ley de la inercia, de manera que los ocupantes del carro permanecen en movimiento hasta que una fuerza actúe sobre ellos, caso ha de ser del cinturón de seguridad que detiene el movimiento al que iban los cuerpos; en el caso de no tener puesto el cinturón de seguridad se chocarían con lo que tienen enfrente
Grupo 2	Porque la primera ley de Newton dice que un objeto en movimiento permanece en movimiento a menos que este sea frenado por otra fuerza, por eso los pasajeros siguen hacia delante cuando el auto frena.
Después de ver el video, realizar un análisis individual del contraste entre lo observado en el video y las respuestas proporcionadas en el punto 3. Posteriormente, llevar a cabo este mismo análisis en grupo.	
Estudiante 1	la niña sigue con la aceleración que tenía el carro antes de frenar
Estudiante 2	La niña sigue derecho por no tener el cinturón puesto
Estudiante 3	la niña sale volando por cuestiones de la inercia
Estudiante 4	Por el hecho de la inercia la niña sigue el movimiento que ya tenía, el cual era el de

	carro, y por no tener cinturón ella sale volando
Opinión Grupo 1	En el video se muestra como una familia disfruta de un paseo en carro, pero la niña que va en el asiento de atrás no lleva cinturón de seguridad, entonces lo que pasa es: debido a la ley de la inercia, la niña sigue en un estado de movimiento, por lo cual muere al ser expulsada del carro por un frene brusco a causa de que este iba a gran velocidad, de este modo nos hace pensar que si se hubiese puesto el cinturón de seguridad, este hubiese frenado el movimiento de la niña, de manera que hubiera sobrevivido, mostrándonos también una manera de concientizar lo importante del uso de los cinturones de seguridad.
Estudiante 5	La niña sale volando por cuestion de la inercia
Estudiante 6	La niña sigue derecho por no tener el cinturón puesto, esto genera que no pueda frenar con el carro
Estudiante 7	Esto sucede gracias a la ley de la inercia, ya que la niña sigue el movimiento inicial que tenía
Estudiante 8	La niña sale volando por la primera ley de Newton.
Opinión grupo 2	En el video se ve como una niña sale volando cuando el carro frena, esto sucede ya que no tenia el cinturon puesto, esto generó que por la ley de la inercia la niña siguiera con la trayectoria que ya tenía
Actividad 2	
Se debe colocar un vaso sobre una superficie plana. A continuación, se coloca un cartón sobre el vaso de manera horizontal y, finalmente, se coloca la pelota sobre el cartón, alineada con la apertura del vaso.	

• Ahora deberán jalar rápidamente el cartón hacia un lado y observar que sucede • responder las siguientes preguntas, primero individual y luego las respuestas grupales deberán ir en la guía :	
¿Qué sucedió con la pelota?	
Grupo 1	La pelota reaccionó de 2 maneras distintas. La primera de ellas fue que la pelota debido a su forma esférica y material (en este caso fue de espuma) tuvo un ligero arrastre y rotación con el cartón, de modo que no entró dentro del vaso. Lo segundo fue que al jalar el cartón ligeramente inclinado para abajo, la pelota logró entrar al vaso en una misma rotación generada por su forma con el roce del cartón. Además se logra evidenciar la ley de la inercia en este experimento, con la fuerza de gravedad atrayendo la pelota hacia abajo –donde se encontraba el vaso-, y la fuerza que frena la pelota al momento de caer en el vaso.
Grupo 2	Cuando se alejó rápidamente el cartón para un lado, la pelota cayó dentro del vaso, esto ocurre porque la pelota tiende a caer en reposo debido a la inercia, mientras el cartón se movía. Al no aplicar una fuerza directa sobre la pelota, esta no sigue el movimiento del cartón y cayó verticalmente por la gravedad.
¿Cómo se evidencia el concepto de inercia en este experimento?	
Grupo 1	La ley de la inercia se evidencia porque, al jalar el cartón de forma rápida, la pelota tiende a permanecer en reposo y cae en el vaso. Esto ocurre porque ninguna fuerza actúa directamente sobre ella en ese instante, y según la Primera Ley de Newton, un cuerpo en reposo permanece en reposo si no se le aplica una fuerza. Pero también influye al material, forma y el peso del objeto, porque al ser una pelota pequeña de espuma, es por simple lógica liviana, por lo cual en ocasiones

	no caía directo al vaso, porque el cartón tiene suficiente influencia gracias a la fuerza aplicada para jalar, pero cabe recordar que una fuerza evidenciada que actuó sobre la pelota, fue al momento del impacto al momento de caer dentro del vaso, y la fuerza de gravedad.
Grupo 2	se evidencia porque al momento de jalar la hoja que zootecnia la pelota, la pelota tiende a quedarse en su lugar debido a la inercia, y como ya no hay soporte debajo, cae directamente al vaso
¿De qué manera la primera ley de Newton se refleja en el movimiento de los cohetes?	
Grupo 1	Cuando el cohete logra volar rompe la inercia que tiene
Grupo 2	Porque el cohete una vez en el espacio, se mueve en línea recta de manera constante sin usar motores, ya que ni hay fricción para detenerlos.
¿Qué papel juega la inercia en el lanzamiento y movimiento de un cohete?	
Grupo 1	bastante, ya que al momento de lanzarse se debe generar un empuje para que este rompa la inercia y este seguirá en movimiento.
Grupo 2	La inercia permite que el cohete entre en movimiento una vez ha sido lanzado, incluso después de que sus motores se apagan. Durante el lanzamiento los motores deben vencer la inercia del cohete en reposo. Pero una vez en el espacio, donde no hay fricción la inercia hace que el cohete siga moviéndose en línea recta y a velocidad constante sin necesidad de aplicar una fuerza.
Ver el siguiente video y realizar un diagrama de fuerza en la siguiente imagen	

Grupo 1	 Diagrama de fuerzas Antes del lanzamiento Imagen 2. Diagrama de fuerzas grupo 1. elaboración propia
Grupo 2	 Antes del lanzamiento Después del lanzamiento Imagen 3. Diagrama de fuerzas grupo 1. elaboración propia
Al observar el despegue del cohete en el video, ¿cómo definirías el concepto de inercia?, recuerda que este concepto lo observamos en el primer video.	
Grupo 1	La ley de la inercia es el estado de reposo constante del cohete en su base, pero también se refiere a su movimiento continuo la hora de que sus propulsores le impulsen hacia arriba.
Grupo 2	La inercia es esta la cual genera que los objetos sigan su estado de movimiento.

Sesión 4

La sesión 4 estuvo centrada en las exposiciones sobre conceptos fundamentales para lograr comprender la segunda ley de Newton (masa, peso, masa inercial, masa gravitacional, fuerza y aceleración).

Exposición grupo 1

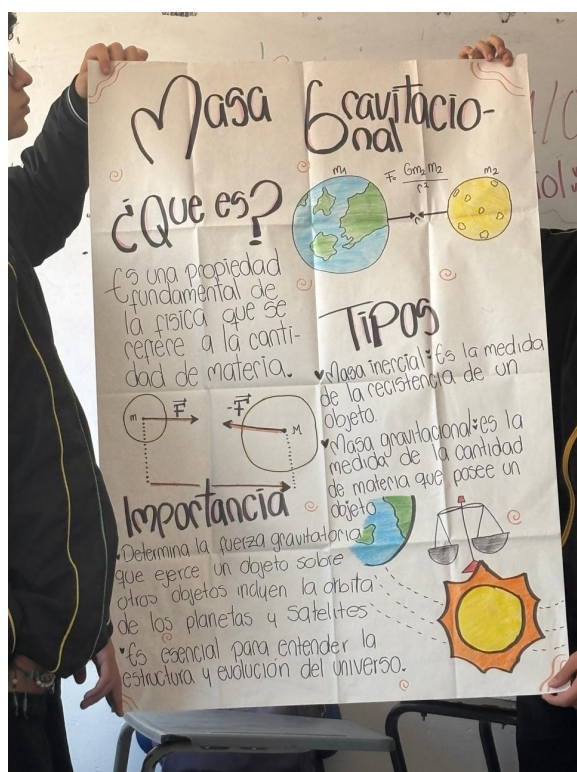


Imagen 4. Cartelera grupo 1. elaboración propia

Exposición grupo 2

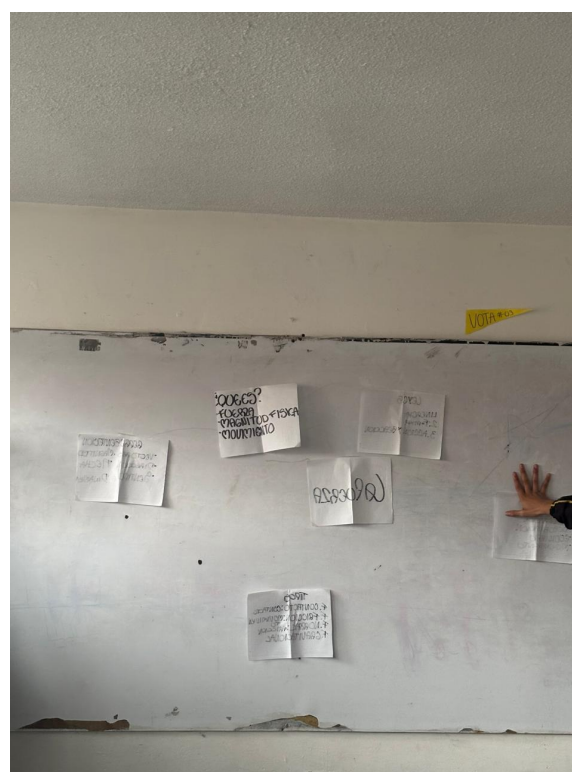


Imagen 5. Cartelera grupo 1. elaboración propia

En este grupo se pudo observar que tenían clara la idea y la expresaban de manera organizada; sin embargo, el 0% de los participantes habló con un tono de voz bajo. Además, mostraron deficiencias en la postura corporal, no sabían qué hacer con las manos y mantenían poco contacto visual con el público.

En este grupo se pudo observar que tenían claras las ideas. La mayoría de los participantes utilizó un buen tono de voz, mantuvo una postura adecuada e interactuó con el público mediante una dinámica diferente de exposición. En lugar de presentar una cartelera tradicional, pegaron cuatro hojas alrededor de la palabra central 'Fuerza' y

Este grupo presenta una cartelera bien elaborada la cual es una muy buena herramienta al momento de exponer.	pedían a un estudiante que eligiera una de ellas para exponer el contenido correspondiente.
¿Qué se entiende por masa inercial y masa gravitacional desde tu perspectiva?	
Grupo 1	Entendemos por masa inercial a la resistencia que opone un cuerpo contra una fuerza que se le es aplicada, y por masa gravitacional a la fuerza de atracción entre 2 cuerpos.
Grupo 2	La masa inercial es la resistencia de un objeto inerte a cambiar su estado y la masa gravitacional es la fuerza con la cual un objeto se siente atraído por otro objeto
¿Qué se entiende por el concepto peso?	
Grupo 1	El peso es la fuerza de gravedad ejercida sobre una masa
Grupo 2	Es una fuerza que ejerce cualquier masa
¿Qué se entiende por el concepto masa?	
Grupo 1	La masa es la cantidad de materia que posee un objeto, representado de única manera como un valor. EJ: g, kg...
Grupo 2	Es la cantidad de volumen de un cuerpo
¿Es lo mismo el peso y la masa?	
Grupo 1	No son lo mismo, pues aunque ambas han de ser magnitudes vectoriales, el peso tiene dirección y la masa solo valor numérico.
Grupo 2	No, ya que la masa no cambia sin importar donde se encuentre ubicado, ya sea en la tierra o marte , mas que el peso si varia dependiendo la fuerza de la gravedad del objeto atrayente.

Sesión 5

En esta sesión se realizará un experimento y preguntas guiados para lograr comprender la segunda ley de newton

Experimento 1

Sin agregar masa al carro, se aplicarán diferentes pesos a la cuerda que está amarrada al auto. Cada que se cambia el peso se deberá medir el tiempo.

Grupo 1

Peso	Masa (g)	Tiempo (s)
155g* 9.8	80g	83 cm =0.77s
170g*9.8	80g	83 cm= 0.48s
250g*9.8	80g	83 cm= 0,37s

Grupo 2

Peso	Masa (m)	Tiempo (s)
170	120 g	83cm = 0.52s
250	120 g	83cm = 0,32s
300	120g	83cm = 0,30s



Imagen 6. Experimento cambio de peso. elaboración propia

Experimento 2

Ahora, sin cambiar el peso aplicado a la cuerda, se irán agregando diferentes masas al carrito. Cada vez que se modifique la masa, será necesario medir y registrar el tiempo correspondiente.

Grupo 1

Peso (N)	Masa (m)	Tiempo (s)
$170\text{g} \cdot 9.8$	$80\text{g} + 155\text{g}$	$83\text{cm} = 0.60\text{s}$
$170\text{g} \cdot 9.8$	$80\text{g} + 170\text{g}$	$83\text{cm} = 0.66\text{s}$
$170\text{g} \cdot 9.8$	$80\text{g} + 250\text{g}$	$83\text{cm} = 1.43\text{s}$

Grupo 2

Peso (N)	Masa (m)	Tiempo (s)
----------	----------	------------

250g	120 g +170	0. 65s
250g	120 g+250	0.72s
250g	120g +300	1.1 s



Imagen 7. Experimento cambio de masa. elaboración propia

¿Cómo afecta la fuerza (peso) aplicada a la aceleración del carro?

Grupo 1

El peso tiene mucho que ver, pues de él depende si el carro acelera rápido (cuando es mayor a la

	masa), si va lento (Cuando es un poco mayor o igual a la masa) o no avanza/aceleración neutra (Cuando es considerablemente menor a la masa). En conclusión, si no fuese por el peso, el carro seguiría en un estado de reposo.
Grupo 2	El peso afecta a la aceleración debido a que la masa inercial hace que el carrito le sea más difícil acelerar y también aumentar la fricción contra el suelo.
¿Cómo afecta la masa a la aceleración del carro?	
Grupo 1	Esto va relacionado con la anterior pregunta, pues también se debe considerar si la masa es mayor o menor al peso, ya que de esto depende de la aceleración del carro, no obstante, sin fuerza que lo empuje o atraiga el carro sin importar su masa estará en un estado de reposo.
Grupo 2	La masa afecta, ya que un carro mas pesado necesitara mas fuerza para acelerar por la masa inercial.
¿Qué observaron cuando aumentaron la masa o la fuerza?	
Grupo 1	Observamos que la masa de la fuerza es proporcional, si la fuerza era mucho mayor el carro iba más rápido, si la masa era mayor el carro iba más lento.
Grupo 2	Cuando aumentaron la masa del carrito fue necesario aplicar más fuerza para que se moviera con la misma aceleración.
¿Cómo se relacionan estos resultados con la construcción y el despegue de un cohete casero?	
Grupo 1	Lo mismo mencionado anteriormente, con la única diferencia que si la masa llega a ser mucho mayor que la fuerza de combustión/propulsión, el cohete no podría llegar a volar.

Grupo 2	Los resultados muestran que para que un cohete despegue, se debe aplicar una fuerza que supere la masa del cohete y venza gravedad. Entre más pesado sea el cohete (mayor masa), más fuerza necesita para despegar.
En el cohete quien realizará la fuerza para que este consiga generar movimiento ?	
Grupo 1	La combustión/propulsión de gases generados por la reacción química entre el alcohol y el fuego
Grupo 2	La fuerza la genera la expulsión del aire.
¿cómo se relacionará la cantidad de masa y fuerza que se deba hacer en el cohete para que llegue a su máxima altura?	
Grupo 1	Mencionado anteriormente, se busca una mínima cantidad de masa, para que la fuerza de combustión/propulsión la empuje de una manera más eficiente, recordando lo importante de su grado de inclinación. Pues si no es suficiente fuerza de propulsión el cohete no despegue, y si se aumenta la masa al cohete, esto va a afectar directamente a su peso, que va a dificultar su vuelo.
Grupo 2	Para alcanzar una mayor altura, se necesita que la fuerza aplicada sea grande en relación con la masa del cohete.
Para finalizar esta sesión se dejará la tarea de realizar una pequeña cartelera sobre la 3 ley de Newton la cual se deberá exponer la siguiente clase	

Sesión 6

En esta sesión se realizará una exposición sobre la tercera Ley De Newton, con el fin de que los estudiantes tengan bases sólidas para lograr comprender de una mejor manera el experimento que se realizara después. para finalizar deberán responder ciertas preguntas

Exposición

Grupo 1

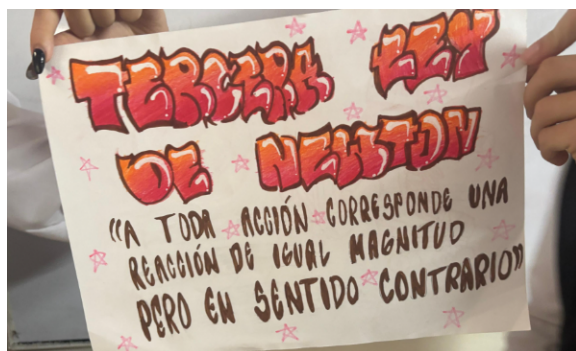


Imagen 8. Cartelera Tercera Ley de Newton, grupo 1.

elaboración propia

Grupo 2

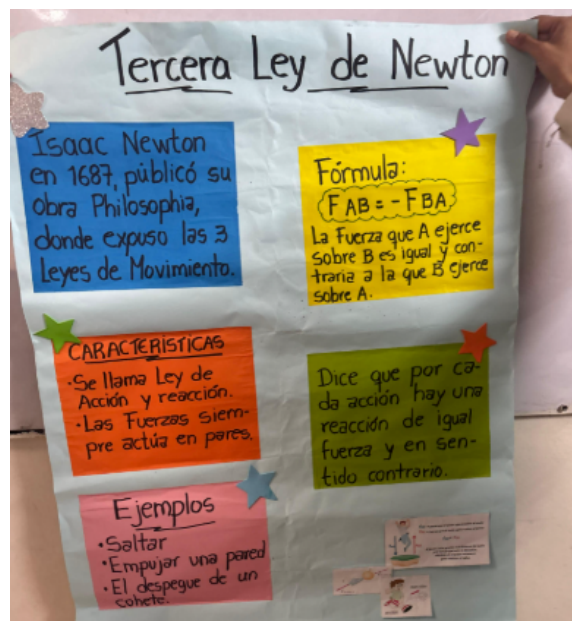


Imagen 9. Cartelera Tercera Ley de Newton, grupo 2.

elaboración propia

En esta exposición los estudiantes mejoraron notablemente el tono de voz, aunque un integrante (Rubiano) aún presentó dificultades, manteniendo un volumen bajo. Por otra parte, la postura corporal también mostró avances; sin embargo, persistieron algunos problemas en el contacto visual con el público. En cuanto a la expresión de ideas, fueron muy claros y lograron relacionarlas adecuadamente con el funcionamiento del cohete.

En esta exposición se pudo observar que solo dos integrantes del grupo se habían preparado adecuadamente. Los estudiantes Matías y Tomás no tenían muy claros los conceptos, lo que les dificultó mantener contacto visual con el público. En contraste, Avellaneda y Simón fueron quienes sacaron adelante la exposición, demostrando un buen tono de voz, una postura adecuada y logrando captar la atención de los demás estudiantes.

Experimento

Grupo 1

Grupo 2



Imagen 10. Experimento Tercera Ley de Newton, grupo 1.
elaboración propia



Imagen 11. Experimento Tercera Ley de Newton, grupo 2.
elaboración propia

El Grupo 1 logró realizar con éxito el experimento, ya que todos los integrantes contaban con los materiales asignados. En el proceso tuvieron cierta dificultad para mantener la cuerda tensionada, lo que generó un pequeño roce entre ellos y un intercambio de palabras en tono elevado. Sin embargo, una vez que lograron que el experimento funcionara correctamente y recibieron la felicitación del profesor, se tranquilizaron y continuaron con la actividad de preguntas.

El Grupo 2 tardó un poco en realizar el experimento debido a que inicialmente les faltaba la pajilla. Una vez la consiguieron, tuvieron dificultades para pegar el globo de manera efectiva, lo que les tomó bastante tiempo. Finalmente lograron completar el experimento, aunque se evidenciaron ciertos problemas internos relacionados con lo ocurrido en la exposición anterior y con el hecho de que no todos los integrantes habían llevado los materiales asignados.

¿Cómo se relaciona esta actividad con el funcionamiento de un cohete real?

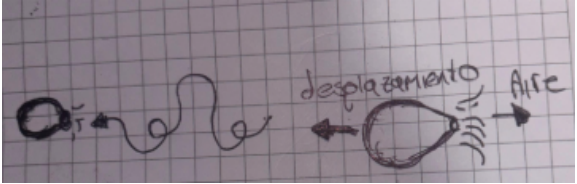
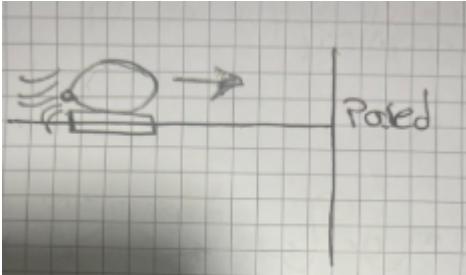
Grupo 1

Esta actividad se relaciona mucho debido a que podemos hacer la comparación entre la presión del aire del globo, y la presión dentro de la cámara de combustión dentro del cohete; en ambos casos esa presión obliga a los gases a salir, y en esa salida provocan un empuje del cohete y el globo.

Grupo 2

Esta actividad se relaciona con el funcionamiento de un cohete real porque demuestra los principios básicos de la tercera ley de Newton: "A toda acción corresponde una reacción de igual magnitud y en sentido opuesto". Al igual que en un cohete

	real, cuando se aplica una fuerza (como la expulsión de gas o aire), el cohete se mueve en la dirección contraria.
¿Cómo podríamos aplicar esta idea en el diseño de nuestro cohete final?	
Grupo 1	Esta pregunta es ambigua, a causa de que podremos interpretar como el globo en el cohete, o la propulsión de gases del cohete. En primera opción, podría ser inflar un globo dentro de la botella para que esta se vea impulsada por el globo. La segunda opción ya viene de por sí en el diseño de nuestro cohete, la reacción química entre el alcohol y el fuego que genera una reacción química que hace una combustión de gases, que provoca una propulsión o empuje de la botella
Grupo 2	Podemos aplicar esta idea enfocándonos en hacer que la fuerza de expulsión (acción) sea lo más eficiente posible para lograr un mayor impulso (reacción). Esto significa mejorar la boquilla del cohete, reducir su peso innecesario y asegurarnos de que el empuje esté bien dirigido hacia abajo para que el cohete se eleve recto y con fuerza.
¿Qué factores pueden influir en el movimiento del cohete (masa, fuerza, dirección del aire)?	
Grupo 1	Todos, absolutamente todos. Si aumenta la masa, de manera indispensable aumenta el peso, provocando menos vuelo del cohete y viceversa. La fuerza del empuje va directamente relacionada con la masa, aunque también depende de esta para mayor velocidad y/o distancia. La dirección del aire una de las más importantes, pues de esta depende de hacia donde se direcciona nuestro cohete y con qué fuerza lucha para volar.

Grupo 2	Masa: Cuanto menor sea la masa del cohete, mayor será su aceleración si la fuerza aplicada es la misma. Fuerza: A mayor fuerza de empuje, mayor será el alcance y la velocidad del cohete. Dirección del aire: El viento o la resistencia del aire pueden desviar el cohete o frenar su movimiento, por lo que es importante tener un diseño aerodinámico que minimice esta resistencia.
Dibuja lo observado .	
Grupo 1	 Imagen 12. Dibujo de lo observado, grupo 1. elaboración propia
Grupo 2	 Imagen 13. Dibujo de lo observado, grupo 2. elaboración propia
Explicación de la relación entre el experimento y la tercera ley de Newton.	
Grupo 1	Aca se logra observar la cuestión de acción y reacción, donde al momento de soltar el globo sale el aire (acción) lo que ocasiona que el globo se desplace (reacción)
Grupo 2	Se puede identificar esta ley muy facil, ya que el globo al estar lleno de aire y ser saltado sale volando, donde se evidencia la acción y la

	reacción
Relación de la actividad con el objetivo final del proyecto (construcción del cohete).	
Grupo 1	Realmente está muy relacionado, ya que se podría decir que tiene el mismo funcionamiento de un cohete, donde este tiene cierto gas y al momento de ser impulsado se desplaza, solo que el globo al tener una forma no tan aerodinámica este no logra llevar muy lejos
Grupo 2	El experimento está relacionado con el cohete que se va a realizar, se podría decir que tiene el mismo funcionamiento, pero el globo tiene solo aire, a diferencia el cohete que realizaremos que será de agua y aire.

Sesión 7

Esta sesión es fundamental ya que es acá donde los estudiantes comenzaban a darle forma a la cuestión del cohete.

Cohete del grupo 1

Cohete del grupo 2



Imagen 14. Cohete , grupo 1. elaboración propia



Imagen 15. Cohete , grupo 2. elaboración propia

¿Fueron suficientes los materiales?

Grupo 1

Los materiales más que suficientes pero la problemática la reacción química con el alcohol, y no teníamos la botella adecuada

Grupo 2

Sí, los materiales fueron suficientes para construir.

¿Qué materiales faltaron?

Grupo 1

falto el alcohol industrial, la botella grande que cambió a la chiquita, y el fuego (mechera) que reemplazaría a la chispa para mejor

	combustión. Pero se lograron obtener.
Grupo 2	No faltó ningún material. Contábamos con todo lo necesario: dos botellas plásticas, un corcho, una aguja de inflar balones (para bicicleta), y una bomba de bicicleta.
¿Lograste finalizar la construcción del cohete y del lanzador?	
En esta ocasión no se logró	En esta ocasión no se logró, ya que no se contaba con los materiales necesarios.
Grupo 2	Sí, logramos armar tanto el cohete como el lanzador de manera completa y funcional.
¿Qué te faltó para completar el cohete y el lanzador?	
Grupo 1	Falto una botella adecuada y alcohol industrial
Grupo 2	Nada. Todos los elementos estaban listos y en buen estado, por lo que se pudo completar sin complicaciones.
¿Cuánto tiempo extra creen que deberán invertir para completar el cohete y el lanzador?	
Grupo 1	Alrededor de 3 horas.
Grupo 2	0 horas
Prueba piloto del cohete	
Grupo 1	No logra realizar este primer intento ya que el alcohol no fue suficiente
Grupo 2	Logra generar el lanzamiento a la perfección

Sesión 8

Prueba final del cohete y responder ciertas preguntas para ir finalizando el proyecto

Cohetes finales

Grupo 1



Imagen 16. Cohete final, grupo 1. elaboración propia

Grupo 2



Imagen 17. Cohete final, grupo 2. elaboración propia

¿Por qué sube el cohete? ¿por qué baja el cohete?

Grupo 1

El cohete sube debido a la propulsión de los gases y su grado de inclinación. Baja porque va disminuyendo su fuerza de propulsión, provocando que el peso sea aún más fuerte que este y caiga el cohete en descenso.

Grupo 2

primero el cohete hace una fuerza que como reacción lo impulsa hacia arriba con fuerza hasta aceleración punta, luego por la fuerza de la gravedad acelera hacia al suelo

¿En qué momento se logra apreciar la primera ley de Newton?

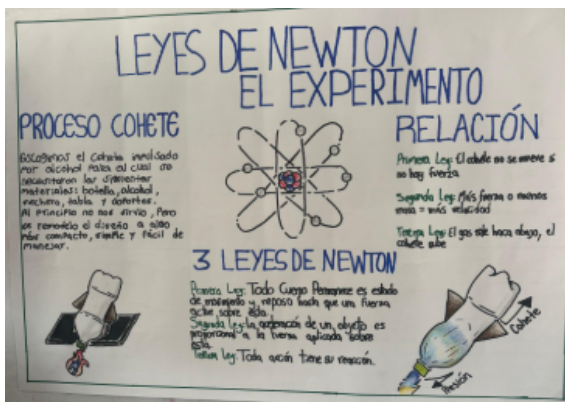
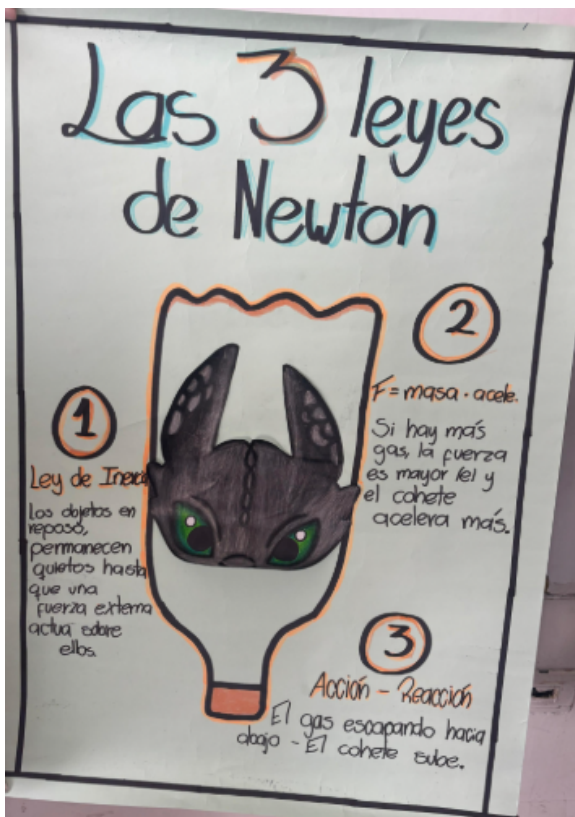
Grupo 1

Se logra apreciar en dos momentos. La

	primera es cuando permanece inmóvil en la base pues ninguna fuerza ha actuado sobre él. La segunda es cuando permanece en movimiento en el aire hasta que la fuerza del impacto contra el suelo actúa sobre él.
Grupo 2	el cohete siempre estaría en reposos hasta que se le aplica la fuerza que lo impulsa hasta el cielo, pero debido a la fricción del aire y la gravedad disminuye esta aceleración lo que perturba su masa inercial cambiando su velocidad
¿En qué momento se logra apreciar la segunda ley de Newton?	
Grupo 1	Se logra apreciar cuando el cohete despeg. Al momento de la combustión una fuerza mayor actúa sobre el cohete de manera que este se impulsa/vuela.
Grupo 2	la aceleración del cohete es proporcional a la fuerza de reacción aplicada sobre este lo cual siendo evidenciado en el lanzamiento del cohete y la aceleración que este obtiene
¿En qué momento se logra apreciar la tercera ley de Newton?	
Grupo 1	Toda acción tiene su reacción. En el momento de la combustión, la reacción química entre el alcohol y el fuego, provoca unos gases que por la presión se ven obligados a salir por la parte de atrás, específicamente la boquilla de la botella, lo que genera una reacción, la cual es empujar el cohete hacia adelante.
Grupo 2	la fuerza de reacción del cohete que empuja hacia arriba al cohete, también cuando empuja al aire y este lo empuja hacia abajo como reacción cancelando la fuerza y su aceleración
¿Cómo las ecuaciones de Newton ayudan a explicar el movimiento del cohete?	

Grupo 1	La ecuaciones de las leyes de Newton no pueden ayudar a explicar de mejor manera el movimiento del cohete, a causa de que nos dan específicamente el valor numérico de cada acción.
Grupo 2	La primera ley indica que el cohete no se moverá hasta que una fuerza actúe sobre él. La segunda ley muestra que su aceleración depende de la fuerza de los motores y su masa ($F = m \cdot a$), por eso, al expulsar gases con fuerza y reducir su masa al quemar combustible, el cohete acelera. La tercera ley es clave: al expulsar gases hacia abajo (acción), el cohete es empujado hacia arriba (reacción). Así, estas leyes permiten entender cómo despegue y se mueve un cohete.
¿Por qué todos los cohetes no llegaron a la misma altura?	
Grupo 1	Todos los cohetes no llegaron a la misma altura debido a diversos factores. El primero de ellos es el grado de inclinación, unos cohetes estaban especializados para llegar más alto, mientras que el nuestros se encargaba de la distancia. El segundo de ellos es la fuerza de propulsión, algunos cohetes no tuvieron la suficiente propulsión (en este caso los de bicarbonato), mientras que el de agua, y el nuestro de alcohol, tuvieron buena propulsión. Diseño; el diseño/decoración de algunos provocaba que el cohete estuviera más pesado, además por su estructura y funcionamiento, también provocó que no lograran gran altura, excepto los dos anteriores mencionados. Reactivos, quizá los de bicarbonato, su reacción química no era tan potente como el reactivo del alcohol, de nosotros.

Grupo 2	pudo ser debido a que no todos tuvieron la misma fuerza de reacción, por los diferentes modelos y como estos se enfrentaron a la resistencia del aire, también pudo inferir el peso o un mal funcionamiento del lanzamiento
----------------	--

Sesión 9	
Exposiciones	
Grupo 1	Grupo 2
 Imagen 18. Cartelera exposición final, grupo 1. elaboración propia	 Imagen 19. Cartelera exposición final, grupo 2. elaboración propia

"En esta sesión, el Grupo 1 mostró un desempeño destacado, ya que logró explicar con claridad el proceso de construcción del cohete, los inconvenientes que surgieron y las soluciones implementadas. Además, supieron señalar en qué momentos se evidenciaba cada una de las leyes de Newton. En general, todos los participantes mantuvieron un nivel de voz adecuado y una postura correcta, con excepción del estudiante Rubiano, quien presentó dificultades tanto en su expresión de ideas como en el manejo de la postura.	En esta sesión, el Grupo 2 logró completar su exposición con éxito, aunque presentó algunas dificultades. Los estudiantes Simón y Thomas tuvieron problemas para explicar con claridad cómo se evidencian las tres leyes de Newton en el cohete. Además, Simón mantuvo un tono de voz bajo y mostró deficiencias en la postura
--	---

4.2. *Análisis*

4.2.1 *Analisis guías*

El desarrollo del proyecto siguió la lógica del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): diagnóstico y elección del reto (sesiones 1–2), aproximaciones conceptuales y exposiciones (3–4), experimentación guiada (5–6), construcción y pruebas (7–8) y cierre con presentaciones finales (9). El análisis se organiza en torno a tres criterios: trabajo en equipo, comprensión conceptual y comunicación/argumentación.

Trabajo en equipo

Desde el inicio, en la sesión 2, se evidenciaron estilos de colaboración diferentes. EL grupo 1 mostró iniciativa e innovación, eligiendo trabajar con un cohete impulsado por alcohol, mientras que el grupo 2 se inclinó por un cohete de agua a presión, donde priorizaron seguridad y practica. Estas elecciones iniciales marcaron el estilo de trabajo posterior, pues como advierte Vergara (2017), la toma temprana de decisiones en ABP suele condicionar la dinámica del grupo en todo el proyecto.

En esta misma sesión el grupo 1 al inicio tuvo problemas para definir los materiales, al final lograron generar un consenso, donde dejaron bien claro que materiales eran los que necesitan, mientras que el grupo 2 alcanzó consensos más rápidos, aunque limitando la creatividad.

Durante las sesiones 3 a 6, que incluyeron los experimentos de la moneda, el carrito y el globo, se observaron avances importantes en la organización del Grupo 1. En el experimento del carrito, por ejemplo, lograron una distribución equilibrada de roles: un integrante se encargó del cronometraje, otro del registro de datos, un tercero de manipular el material y un cuarto de supervisar que las condiciones del ensayo se mantuvieran estables. Esta dinámica no solo permitió obtener resultados más confiables, sino que también garantizó la participación activa de todos los miembros, aspecto esencial dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos Vergara (2017). En la exposición sobre las tres leyes de Newton también se reflejó esta organización, pues presentaron una actividad bien estructurada y con ideas articuladas. No obstante, en el experimento del globo surgieron algunas tensiones que se tradujeron en un aumento del tono de voz entre ciertos integrantes. Aun así, estas dificultades forman parte natural del proceso de aprendizaje colaborativo, y lo relevante es que lograron resolver el inconveniente y culminar con éxito la práctica.

Por otro lado, el Grupo 2 mostró una dinámica menos constante. En el experimento del carrito, consiguieron organizarse de manera efectiva, distribuyendo funciones y logrando obtener los datos con precisión. Sin embargo, en la exposición de las tres leyes de Newton se evidenció una falta de coordinación, pues no hubo una división clara de los temas a presentar, lo que afectó la coherencia de su intervención. Esta misma dificultad se reflejó en el experimento del globo: al no contar con todos los materiales necesarios, el desarrollo de la actividad se vio limitado, generando confusión entre los integrantes. A pesar de ello, el grupo logró completar el experimento, aunque con menos fluidez en comparación con el Grupo 1.

En las sesiones 7 y 8, el Grupo 1 enfrentó dificultades en la construcción del cohete, pues en un inicio no lograron avanzar debido a la falta de algunos materiales. Sin embargo, gracias a su capacidad de reorganización y al trabajo colaborativo, consiguieron superar el obstáculo y finalmente elaboraron un prototipo funcional y creativo. Estas situaciones, lejos de ser un retroceso, forman parte natural del proceso de aprendizaje en proyectos colectivos, donde los imprevistos se convierten en oportunidades para fortalecer

la cooperación. Lo más significativo fue que lograron transformar la dificultad inicial en un logro concreto, demostrando resiliencia y flexibilidad, cualidades que, como señala Bonilla (2018), resultan esenciales en experiencias de Aprendizaje Basado en Proyectos. En cambio el grupo 2 mantuvo un orden y disciplina en la construcción del cohete, donde en la sesión 7 logró la construcción y funcionalidad del cohete a la perfección.

Comprensión conceptual de la física

La encuesta diagnóstica de la sesión 1 mostró que ambos grupos tenían un conocimiento vago de las leyes de Newton, lo que evidenció la necesidad de actividades de construcción conceptual. Esto coincide con lo planteado por Romero (2009), quien señala que el aprendizaje significativo ocurre cuando el estudiante puede relacionar los nuevos conceptos con los conocimientos previos y dotarlos de sentido dentro de su estructura cognitiva.

En la sesión 3, al trabajar la inercia, el grupo 1 explicó la permanencia de la moneda en su lugar atribuyéndola a la atracción de la gravedad, una concepción errada pero común entre los estudiantes. El Grupo 2, en contraste, utilizó la analogía del mantel, señalando que la moneda permanecía quieta debido a que no había una fuerza suficiente que modificara su estado, lo que refleja una comprensión más cercana a la descripción física de la inercia. Según Giancoli (2008), la inercia es precisamente la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento o reposo cuando la fuerza neta sobre ellos es nula

Es importante destacar que la inclusión de videos explicativos en esta sesión ayudó a afianzar los conceptos. El Grupo 1, que inicialmente presentaba mayores dificultades, logró reconocer posteriormente que la permanencia de la moneda se debía a la inercia y no a la gravedad, mostrando una evolución conceptual significativa. En este sentido, la actividad no solo permitió evidenciar errores iniciales, sino también abrir un espacio para la reconstrucción de saberes, confirmando lo que afirma Vergara (2017) sobre el papel del Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia que facilita la transición de explicaciones intuitivas hacia comprensiones más cercanas al conocimiento científico.

En la sesión 4, el Grupo 1 mostró un nivel aceptable de comprensión frente a los conceptos abordados. Definieron la masa inercial como la resistencia de un cuerpo a modificar su estado de movimiento bajo la acción de una fuerza, y la masa gravitacional como la propiedad que determina la atracción mutua entre cuerpos. Estas aproximaciones resultan pertinentes, pues reflejan una comprensión más cercana al modelo formal descrito por Giancoli (2008), quien distingue la masa inercial, relacionada con la segunda ley de Newton de la masa gravitacional vinculada con la ley de gravitación universal, y enfatiza que, aunque ambas magnitudes son conceptualmente diferentes, experimentalmente resultan equivalentes en la descripción del movimiento. Asimismo, lograron establecer la diferencia entre peso y masa, al señalar que la masa corresponde a una magnitud escalar invariable, mientras que el peso, entendido como una fuerza, posee magnitud y dirección Hewitt (2017).

Por su parte, el Grupo 2 evidenció un dominio más sólido del tema, tanto en la exposición oral como en la resolución de las preguntas de la guía. Sus definiciones de masa inercial y gravitacional fueron más precisas y coherentes con la explicación científica aceptada, y enfatizaron con claridad que la masa permanece constante independientemente del lugar, mientras que el peso depende directamente de la aceleración gravitacional local (Tipler & Mosca, 2008). Esta distinción es clave, pues marca un avance en la apropiación de los principios de la dinámica newtoniana, especialmente en lo que respecta al papel diferenciado de la masa y el peso en el estudio del movimiento.

La sesión 5 fue un punto de inflexión: en el experimento del carrito, el Grupo 1 logró diferenciar entre masa (cantidad de materia) y peso (fuerza de gravedad), aplicándolo a los resultados experimentales. El Grupo 2 a pesar que en la sesión anterior se evidencio que tenían un buen dominio del tema, en esta sesión se observa que llegan a confundir los conceptos de peso y masa, lo que limitó su comprensión.

En la sesión 6, el Grupo 1 logró reconocer el fenómeno durante el experimento y vincularlo con el diseño del cohete, identificando que el principio que hacía moverse al

globo sería el mismo que impulsa el prototipo con alcohol. Este ejercicio de transferencia del conocimiento representa un avance importante, pues pasaron de la simple observación del fenómeno a la aplicación del concepto en un contexto proyectual, lo cual, según Vergara (2017), constituye un indicador de aprendizaje significativo dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos, al permitir que los estudiantes apliquen sus conocimientos en contextos reales y con sentido para ellos.

El Grupo 2, en cambio, aunque identificó correctamente la relación acción–reacción en el globo, se quedó en explicaciones más aisladas del proyecto, limitándose a describir lo observado sin dar un paso claro hacia su aplicación al cohete. Esto revela una comprensión parcial: entienden el concepto en el plano del experimento, pero aún no logran establecer conexiones sólidas con el reto principal. Este aspecto coincide con lo planteado por Bonilla (2018), quien sostiene que en el Aprendizaje Basado en Proyectos el desafío no radica únicamente en completar actividades, sino en propiciar que los estudiantes reflexionen sobre sus procesos y comprendan el sentido formativo de lo que construyen colectivamente.

En la sesión 7 y 8 se logra observar que el grupo 1 logra trasladar la idea de fuerza, masa y aceleración al diseño de su prototipo, tomando decisiones que reflejaban la comprensión de cómo la variación de la masa de agua o el sellado del cohete influyen en la fuerza propulsora y, por ende, en la aceleración alcanzada. A pesar de enfrentar inicialmente dificultades con los materiales, su capacidad de reorganización les permitió culminar con un cohete funcional y creativo, que evidenció en la práctica el principio de acción–reacción descrito en la tercera ley de Newton. Por parte del grupo 2 se logra observar un manejo del lenguaje conceptual, haciendo referencias explícitas a la acción-reacción para explicar el fundamento del cohete, logrando trasladar esto al producto final que es el cohete.

En la sesión 9, ambos lograron articular las tres leyes en sus presentaciones finales: el Grupo 1 destacó por establecer una relación más clara entre la teoría y la práctica: lograron explicar cómo cada ley se manifestaba en el lanzamiento de su cohete,

apoyándose en los resultados de las pruebas y en la funcionalidad alcanzada con su prototipo, y el Grupo 2 por su parte, mostró un discurso más riguroso en términos conceptuales, con definiciones correctas y el uso de terminología adecuada, pero sus explicaciones se mantuvieron en un plano más descriptivo, sin una conexión tan evidente con los resultados experimentales. De esta manera, si bien evidencian apropiación conceptual.

comunicación y argumentación

En la sesión 4, la primera exposición formal, el Grupo 1 tuvo problemas de voz, postura y claridad, mientras que el Grupo 2 se destacó por un discurso más ordenado. La rúbrica de evaluación mostró que ambos grupos estaban en un nivel inicial en el criterio de argumentación.

En la sesión 5 y 6, el Grupo 1 tiene un gran avance frente a la primera exposición, donde llegan a tener un mejor tono de voz y mejor postura, además avanzó al justificar sus explicaciones con ejemplos narrativos y observaciones derivadas de los experimentos con el carrito y el globo, logrando establecer relaciones de causa–efecto entre la teoría y lo observado en la práctica. El Grupo 2 mostró un retroceso, ya que no hubo una adecuada coordinación ni gestión. Esto ocasionó que la mitad de los participantes no tuviera claridad sobre lo que debía exponer, lo que a su vez generó dispersión en el público.

En la sesión 9, El Grupo 1 mostró un avance significativo al integrar teoría y práctica en su exposición final. Sus explicaciones relacionaron de manera clara cómo la primera ley se evidenció en el estado de reposo del cohete antes del lanzamiento, la segunda ley en la relación entre la fuerza generada por la presión del agua y la aceleración alcanzada, y la tercera ley en el principio acción–reacción que impulsó el vuelo. Lo relevante fue que apoyaron cada argumento con la experiencia concreta del funcionamiento de su prototipo, lo cual reforzó la credibilidad de su discurso. Como plantea Galeano (2000), el ABP es potente cuando los estudiantes son capaces de transferir sus conocimientos a situaciones reales y cercanas, como en este caso la construcción y análisis del cohete.

El Grupo 2 presentó un discurso más estructurado y técnico, cuidando las definiciones y recurriendo a ecuaciones como $F = ma$ para fundamentar sus explicaciones. Si bien su cohete logró un funcionamiento exitoso, al momento de relacionar dicho resultado con la explicación de las tres leyes de Newton se evidenciaron ciertas dificultades, lo que limitó la claridad y la coherencia de su exposición. Desde la perspectiva pedagógica, Mercado, Merlano y Nisperuza (2018) destacan que el Aprendizaje Basado en Proyectos exige que los estudiantes articulen el conocimiento teórico con la práctica, de modo que la comprensión no quede en un nivel memorístico, sino que se evidencie en la resolución de problemas y en la capacidad de argumentación.

4.2.2. Análisis diario de aprendizaje

Para este análisis se tomaron como base los diarios de aprendizaje escritos por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto. En los Anexos 2.1 a 2.9 se presentan fragmentos representativos de estos diarios, que permiten conocer sus reflexiones personales, emociones, dificultades y aprendizajes significativos en cada sesión.

Los diarios de aprendizaje representan un recurso cualitativo que permitió acceder a la experiencia subjetiva de los estudiantes durante el desarrollo del proyecto. A diferencia de las guías de trabajo o las exposiciones, estos diarios no siguieron una estructura rígida, sino que recogieron impresiones espontáneas sobre lo que más llamó la atención, las dificultades encontradas y las ideas que emergieron en cada sesión. Por esta razón, su análisis se abordó desde una perspectiva inductiva e interpretativa, en coherencia con lo planteado por Vergara (2017), quien señala que la evaluación en ABP debe concebirse como un proceso reflexivo que valore tanto el conocimiento como las vivencias de los estudiantes.

Un primer aspecto a resaltar es el momento inicial del proyecto, cuando el docente lanzó la “pregunta quiebre” que dio origen a la experiencia: “¿Cómo se aprendería mejor las leyes de Newton?”. Según los estudiantes, fue este cuestionamiento el que permitió elegir la coherencia como estrategia de aprendizaje: “el profesor nos hizo una pregunta

quiebre, con la cual empezamos el proyecto del cohete, y todo el curso escogió la coherería”. (Anexo 2.1) Este inicio es coherente con lo que plantea Vergara (2017), quien señala que en el ABP el planteamiento de un reto auténtico funciona como detonante de la motivación y del sentido del aprendizaje.

Posteriormente, en las exposiciones sobre los conceptos básicos, varios estudiantes reconocieron avances tanto en el plano disciplinar como en el desarrollo de habilidades transversales. Una estudiante afirmó que la actividad le permitió “mejorar el trabajo en equipo dentro del salón y desarrollar otras actividades como la creatividad, comunicación y la oratoria”.(Anexo 2.2). Esta reflexión evidencia que la experiencia no se limitó a la apropiación conceptual, sino que también fortaleció competencias comunicativas y sociales, en línea con Mercado, Merlano y Nisperuza (2018), quienes destacan que el ABP integra el aprendizaje cognitivo con habilidades de cooperación y comunicación.

En términos conceptuales, otro estudiante valoró el aporte de la exposición al señalar: “me quedó claro la diferencia entre masa y peso, pues en la vida diaria utilizamos la expresión de peso en lugar de masa”. (Anexo 2.3) Este comentario evidencia un proceso de resignificación conceptual, en el que las ideas cotidianas comienzan a transformarse hacia explicaciones científicas más precisas. En esta línea, Giancoli (2008) advierte que en el uso común, suelen confundir la masa —como cantidad de materia— con el peso —como fuerza de gravedad—, por lo que la comprensión de esta diferencia es un paso fundamental para la enseñanza de la dinámica newtoniana. A su vez, Vergara (2017) sostiene que el Aprendizaje Basado en Proyectos permite precisamente este tipo de reconstrucciones conceptuales, ya que sitúa la teoría en contextos experimentales y colaborativos donde los estudiantes contrastan sus concepciones iniciales con la experiencia.

En el experimento del carrito, los estudiantes comenzaron a establecer relaciones entre las magnitudes físicas: “podemos aprender y evidenciar que la fuerza, la masa y la aceleración están muy relacionadas, y que si alguna de estas cambia todas las demás se verán afectadas”.(Anexo 2.4). Esta afirmación revela un proceso de comprensión de la

segunda ley de Newton ($F = ma$), donde los alumnos no solo aplican la fórmula, sino que reconocen la interdependencia de las variables. Según Romero (2009), este tipo de relaciones conceptuales evidencian un aprendizaje significativo, en el cual los nuevos conocimientos se integran con estructuras previas de manera comprensiva y no mecánica

En el experimento del globo, los diarios recogen explicaciones cercanas a la tercera ley de Newton: “la acción es la presión del aire expulsada, y la reacción es el desplazamiento del globo”.(Anexo 2.5). Otro estudiante señaló que “este experimento simple nos ayuda a comprender de manera sencilla este principio y es indispensable a la hora de crear nuestro cohete”.(2.6) Estos testimonios muestran cómo una práctica sencilla fue valorada como clave para comprender un principio abstracto, coincidiendo con lo planteado por Bonilla (2018), quien destaca que el Aprendizaje Basado en Proyectos favorece la conexión entre el conocimiento teórico y la experiencia práctica, permitiendo que los estudiantes otorguen sentido a lo que aprenden.

El momento más significativo fue la construcción del cohete, donde emergieron tanto frustraciones como aprendizajes profundos. Un estudiante narró las dificultades iniciales y la serie de preguntas que surgieron: “¿qué estaba mal?, ¿por qué no servía?, ¿cuál era la causa de su fallo?, ¿qué hacíamos mal?, ¿era mi culpa por creer que un cohete a base de alcohol nos funcionaría perfecto?”. (Anexo 2.7). Estas reflexiones muestran la emergencia de un pensamiento crítico orientado a la búsqueda de soluciones, en coherencia con lo planteado por Hernández et al. (2014) sobre la importancia de la reflexión en los procesos de aprendizaje, y con Vergara (2017), quien sostiene que el ABP fomenta la autonomía y la capacidad de los estudiantes para analizar y corregir sus propios errores.

La perseverancia también se reflejó en el diario: el mismo estudiante cuenta que investigó por su cuenta hasta descubrir el error “en este experimento se requiere un alcohol con porcentaje del 85%, debía ser más inflamable”(Anexo 2.8), mostrando autonomía y capacidad de reorientar la práctica. En contraste, otro grupo narró cómo lograron el éxito en el primer intento (Anexo 2.9), lo cual también evidenció la diversidad

de trayectorias dentro del proyecto. Más allá del resultado inmediato, lo valioso fue que los errores se convirtieron en oportunidades de aprendizaje, como lo expresó un estudiante: “todo esto hace que cualquier estrés, esfuerzo y desespero hayan valido la pena”

4.2.3 *Análisis Autoevaluación*

La autoevaluación se realizó mediante un formato que incluía preguntas cerradas y abiertas sobre el trabajo en equipo, la comprensión de los contenidos y la comunicación. En los Anexos 3.1 a 3.4 (Grupo 1) y 3.5 a 3.8 (Grupo 2) se presentan ejemplos de estas autoevaluaciones, que muestran cómo los estudiantes valoraron su propio proceso y el de sus compañeros.

La autoevaluación se constituyó en un componente esencial del proyecto, al permitir que los estudiantes reflexionaran de manera crítica sobre su propio proceso de aprendizaje y desempeño dentro del grupo. Esta práctica, coherente con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), promueve la metacognición y la autorregulación, al posibilitar que los participantes reconozcan sus avances, dificultades y responsabilidades en el cumplimiento de los objetivos colectivos. Según Atienza (2008), la autoevaluación fomenta la corresponsabilidad, al invitar a cada estudiante a asumir un rol activo en la valoración del trabajo realizado. De igual modo, Hernández, Fernández y Baptista (2014) destacan que este tipo de ejercicios impulsa la reflexión sobre los logros y errores, convirtiéndose en una oportunidad de mejora continua.

En esta misma línea, Vergara (2017) sostiene que la evaluación en el ABP debe concebirse como un proceso formativo y dialógico, donde los estudiantes no solo son receptores de juicios, sino también protagonistas en la construcción de sus propios criterios de valoración. En coherencia con estos planteamientos, la autoevaluación desarrollada en este proyecto permitió identificar percepciones individuales y colectivas sobre aspectos como el trabajo en equipo, la comprensión conceptual y la comunicación, cuyos resultados se sintetizan en la siguiente tabla

En la tabla 2 resumen, se sintetizan los resultados obtenidos por los grupos 1 y 2 en los criterios de Trabajo en equipo, comprensión conceptual y comunicación y argumentación, evidenciando diferencias significativas en las dinámicas de trabajo.

Tabla 3. Resumen autoevaluación

Autoevaluación		
Criterios	Grupo 1	Grupo 2
Trabajo en equipo	Colaboración general positiva, pero con tensiones internas (e.g., el estudiante 1 no participó activamente).	Colaboración armónica, pero con debilidades en la deliberación crítica y distribución de responsabilidades.
Comprensión conceptual	Evidencian una evolución conceptual significativa, pasando de errores iniciales a explicaciones fundamentadas.	Dominio conceptual sólido en algunos integrantes, pero con dependencia de líderes para sostener explicaciones.
Comunicación y argumentación	Mejoras en exposición oral y argumentación, aunque persisten dificultades en algunos integrantes.	Discurso estructurado, pero con necesidad de mayor preparación previa y práctica en exposiciones.

Tabla 3. *Resumen autoevaluación*. elaboración propia

Grupo 1

La autoevaluación del Grupo 1 permite evidenciar tanto logros como tensiones internas en el proceso del proyecto. En las preguntas de opción múltiple, la mayoría de los integrantes calificaron positivamente el nivel de compromiso del grupo y el logro de los objetivos, señalando que trabajaron de manera adecuada y alcanzaron el producto final. (Anexo 3). Esto refleja una valoración general optimista del trabajo colectivo. Sin embargo, al contrastar estas respuestas con los comentarios escritos, emergen contradicciones significativas: aunque algunos estudiantes afirman que el grupo funcionó bien, el estudiante 4 señala directamente que “el estudiante 1 prácticamente no ayudó en

nada”(Anexo 3.1) y que no trabajaría nuevamente con él. Esta tensión muestra cómo la percepción global del grupo puede diferir de las experiencias individuales, poniendo de relieve problemas en la equidad de participación.

Desde el criterio de trabajo en equipo, los datos cuantitativos reflejan un consenso general en torno a la colaboración, mientras que las respuestas abiertas visibilizan las desigualdades en la distribución de responsabilidades. Esto coincide con lo planteado por Atienza (2008), quien subraya que el ABP requiere una implicación activa y corresponsable de todos los participantes, aspecto que debe ser continuamente reforzado mediante procesos de evaluación compartida

En relación con la comprensión conceptual, las respuestas de opción múltiple indican que la mayoría de los estudiantes reconocen haber comprendido mejor las tres leyes de Newton gracias a la experiencia (Anexo 3). Este resultado se complementa con los comentarios escritos, en los que los estudiantes mencionan haber logrado explicar fenómenos concretos del cohete y reforzar lo visto en clase (Anexo 3.1).

Tal como plantea Giancoli (2008), la comprensión de los principios de la dinámica se consolida cuando los estudiantes logran vincular las formulaciones teóricas con experiencias experimentales que les permitan observar directamente los efectos de la fuerza, la masa y la aceleración. En esta misma línea, Vergara (2017) sostiene que el Aprendizaje Basado en Proyectos potencia la construcción del conocimiento al situar los conceptos en contextos reales y colaborativos, permitiendo que los alumnos transformen la teoría en acción y el conocimiento en experiencia significativa.

Respecto a la comunicación y argumentación, los ítems cerrados reflejan que los estudiantes consideran que su capacidad de exposición mejoró de forma significativa. Esta percepción se corrobora en los testimonios escritos, donde un estudiante 3 afirma que “gracias al estudiante 4 mejoré mi forma de exponer”,(Anexo 3.2) lo cual evidencia el impacto positivo de la colaboración entre pares. No obstante, persisten observaciones críticas sobre las dificultades de algunos integrantes en la expresión oral y la postura

corporal, lo que indica que, si bien hubo progreso, no todos alcanzaron el mismo nivel de avance.

Grupo 2

La autoevaluación del Grupo 2 refleja un balance general positivo en el trabajo en equipo, aunque con matices importantes que permiten comprender las dinámicas internas. En las preguntas de opción múltiple, la mayoría de los integrantes se califican en un nivel de colaboración alta, lo que indica que consideran haber cumplido con sus responsabilidades y aportado al desarrollo del proyecto. Sin embargo, esta evaluación colectiva positiva se tensiona con algunos comentarios escritos que revelan diferencias en la percepción del esfuerzo y la manera de construir acuerdos.

Por ejemplo, el estudiante 7 señala que “debemos mejorar en el pensamiento crítico, ya que no debatimos mucho para llegar a un acuerdo, sino que tal vez solo una persona elegía qué responder”. (Anexo 3.6) Esta afirmación deja en evidencia que, a pesar de la colaboración, existieron limitaciones en la discusión y en la construcción colectiva del conocimiento. En contraste, la estudiante 5 afirma que “se mejoró la parte de pensamiento crítico porque tuvimos que calificarnos entre nosotros, lo que hizo apreciar el trabajo del otro”. (Anexo 3.7). Estas dos visiones muestran cómo, dentro del mismo grupo, algunos estudiantes reconocen debilidades en la deliberación, mientras otros destacan avances en la valoración crítica del trabajo en equipo.

En cuanto a la comprensión conceptual, las respuestas de opción múltiple evidencian confianza en la apropiación de los contenidos, pues varios estudiantes se ubicaron en los niveles más altos de desempeño. Sin embargo, al analizar las respuestas abiertas, se percibe que esta seguridad estuvo más asociada a la claridad de ciertos integrantes que asumieron un rol protagónico, que a un dominio homogéneo de todos los miembros. En este sentido, la autoevaluación refleja una dependencia en algunos estudiantes para sostener la explicación de los conceptos, lo que limita la construcción colectiva del saber.

Respecto a la comunicación y argumentación, varios integrantes reconocen que mejoraron en su manera de exponer frente a la clase. el estudiante 8 destaca que “la dinámica que usamos nos ayuda a captar la atención de los demás”, (Anexo 3.8), lo cual conecta con los principios del ABP, al promover la creatividad y la autonomía en la comunicación de resultados Vergara (2017). Sin embargo, también Gonzales Tomas menciona la necesidad de mayor preparación previa: “faltó ensayar más antes de la exposición”, lo que coincide con las observaciones del docente sobre la importancia de fortalecer la organización y la práctica de las presentaciones.

Finalmente, un hallazgo relevante es que, a diferencia del Grupo 1 donde las tensiones personales fueron más evidentes, en el Grupo 2 se evidencia un clima de trabajo más armónico, aunque con debilidades en la deliberación crítica y en la distribución de responsabilidades. Este contraste muestra que, mientras el Grupo 1 destacó por un aprendizaje más profundo pero con conflictos internos, el Grupo 2 reflejó una mayor cohesión relacional, aunque con un avance conceptual y argumentativo más limitado.

4.2.4. Análisis Diario de campo

El diario de campo del docente (ver Anexo 5) recoge observaciones realizadas durante cada sesión del proyecto. Este instrumento permitió reflexionar sobre la participación de los estudiantes, ajustar las actividades según las necesidades del grupo y evaluar el impacto de la estrategia didáctica. A través de este registro se identificaron fortalezas, dificultades y oportunidades de mejora en la implementación del ABP.

El diario de campo se constituyó en una herramienta central no sólo para registrar el proceso, sino también para dinamizar la autoevaluación docente. A lo largo de las nueve sesiones, el registro muestra que el docente no se limitó a consignar observaciones, sino que adaptó la estrategia inicial, integrando nuevas actividades cuando fue necesario. Esto es coherente con lo planteado por Vergara (2017), quien sostiene que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) debe ser un proceso flexible y dialógico, en el cual tanto estudiantes como docentes reorientan el camino del proyecto a partir de lo vivido en clase.

Un ejemplo claro aparece en la sesión 1, donde, al ver que los estudiantes manifestaban un interés mayoritario por objetos voladores, el docente modificó la actividad inicial y replanteó la pregunta de investigación para que escogieran entre aviones, globos y cohetes. Finalmente, la mayoría optó por los cohetes, lo que marcó el rumbo del proyecto. Esta decisión muestra cómo la voz del estudiantado incidió en la planificación, fortaleciendo su motivación y compromiso, en coherencia con lo planteado por Sánchez y Galvis (2016), quienes destacan que los ambientes de aprendizaje significativos se construyen cuando el estudiante participa activamente y asume un papel protagónico en su proceso formativo.

Asimismo, en la sesión 5, a partir de las inquietudes de algunos grupos, el docente introdujo la propuesta de iniciar la siguiente sesión con exposiciones sobre la tercera ley de Newton. Este ajuste no estaba previsto inicialmente, pero se implementó como respuesta a la necesidad detectada de profundizar en la comprensión conceptual. Así, el diario evidencia cómo la planeación se convirtió en un proceso vivo, en constante reajuste.

En términos de avances conceptuales, el registro documenta una evolución clara: desde la confusión inicial en la sesión 1, donde los estudiantes atribuían la detención de un objeto a la “pérdida de energía” o confundir masa con peso (“la masa es qué tan pesado es un cuerpo”), hasta la sesión 9, en la que pudieron explicar cómo cada una de las tres leyes de Newton se manifestaba en el lanzamiento del cohete. Este tránsito confirma lo señalado por Giancoli (2008), respecto a que la comprensión de la dinámica se fortalece cuando los estudiantes confrontan sus concepciones previas con experiencias prácticas.

En relación con la comunicación y argumentación, el diario muestra un recorrido progresivo: las exposiciones iniciales (sesión 4) se caracterizaron por discursos fragmentados y tono de voz bajo, mientras que hacia las sesiones finales, especialmente el Grupo 1, se observó mayor seguridad y coherencia en la presentación. El docente identifica también retrocesos, como en la sesión 6 con el Grupo 2, donde la improvisación redujo la claridad conceptual. Este seguimiento permitió retroalimentar y ajustar las

dinámicas, garantizando que la comunicación oral se convirtiera en un objetivo transversal del proceso.

Respecto al trabajo en equipo, el diario detalla diferencias notables entre los grupos. El Grupo 1 pasó de tensiones iniciales (sesión 2) y fallas de planeación (sesión 7) a consolidar un prototipo exitoso y funcional en la sesión 8, evidenciando resiliencia y capacidad de reorganización. En contraste, el Grupo 2 se destacó por su orden y preparación constante, aunque mostró una dependencia marcada hacia un solo integrante en la sesión 9. Estas observaciones llevaron al docente a proponer acciones para mejorar la equidad en la participación, lo que confirma lo señalado por Mercado, Merlano y Nisperuza (2018) sobre la importancia de garantizar la corresponsabilidad en experiencias colaborativas.

Finalmente, desde la perspectiva de la autoevaluación docente, el diario revela una postura crítica y reflexiva. El profesor reconoce la necesidad de reforzar la diferencia entre conceptos científicos y concepciones cotidianas (sesión 1), de guiar hacia explicaciones fundamentadas (sesión 2), de fortalecer la argumentación (sesión 4), y de consolidar la relación teoría-práctica en los lanzamientos (sesión 8). En línea con Hernández et al. (2014), esta práctica reflexiva asegura que el ABP no se limite a una secuencia de actividades, sino que se convierta en una experiencia de mejora continua tanto para estudiantes como para el propio docente

4.2.5. Análisis Coevaluación

La coevaluación se aplicó al final del proyecto, permitiendo que los estudiantes evaluaran el desempeño de sus compañeros dentro del grupo. Este instrumento incluyó criterios como colaboración, responsabilidad, comunicación y pensamiento crítico. Los resultados se presentan en los Anexos 4.1 (Grupo 1) y 4.2 (Grupo 2), donde se pueden observar las valoraciones realizadas por los estudiantes

La coevaluación constituyó un momento clave para el cierre del proyecto, pues permitió a los estudiantes asumir un rol activo en la valoración del trabajo colaborativo y reflexionar sobre su propio desempeño y el de sus compañeros. Esta estrategia, coherente

con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), transformó la evaluación en un proceso formativo y dialógico. Tal como señala Atienza (2008), la coevaluación fomenta la metacognición al invitar a los estudiantes a analizar críticamente el proceso grupal, reconociendo fortalezas y aspectos por mejorar.

En la tabla 2 resumen, se sintetizan los resultados obtenidos por los grupos 1 y 2 en los criterios de colaboración, responsabilidad, comunicación y pensamiento crítico, evidenciando diferencias significativas en las dinámicas de trabajo.

Tabla 4. resumen coevaluación

Coevaluación		
Criterio	Grupo 1	Grupo 2
Colaboración	Colaboración activa con tensiones internas; algunos miembros no participaron equitativamente	Colaboración armónica pero con menor deliberación; decisiones tomadas por pocos
Responsabili	Desigualdad en la distribución de tareas; algunos miembros no asumieron responsabilidades	Responsabilidad compartida, aunque con dependencia de algunos miembros
Comunicación	Mejoras en la expresión oral gracias al apoyo entre pares; dificultades iniciales en postura y voz	Discurso estructurado y técnico; necesidad de mayor preparación previa
Pensamiento crítico	Reflexión crítica sobre el proceso; algunos miembros identificaron problemas y propusieron mejoras	Reconocimiento de la importancia de valorar el trabajo de los compañeros; necesidad de mejorar la discusión crítica

Tabla 4. *Resumen coevaluación.* elaboración propia

En el criterio de colaboración, el Grupo 1 mostró una participación activa, aunque con tensiones internas derivadas de la falta de equidad en la participación. Algunos miembros no se involucraron de la misma manera en las actividades, lo que generó discusiones y reclamos entre los compañeros. Esta situación, si bien compleja, promueve

aprendizajes valiosos en torno a la resolución de conflictos y al reconocimiento de la corresponsabilidad. Por el contrario, el Grupo 2 manifestó una colaboración más armónica, pero con menor deliberación: las decisiones eran tomadas por pocos integrantes, lo que redujo la participación crítica del resto del grupo. Este contraste evidencia lo planteado por Vergara (2017), quien destaca que el ABP no se limita a la división de tareas, sino que implica la construcción conjunta del conocimiento mediante el diálogo y la negociación de ideas.

Respecto a la responsabilidad, en el Grupo 1 se identificó una distribución desigual de tareas, pues algunos estudiantes asumieron mayor carga de trabajo que otros. Esta situación coincidió con las observaciones consignadas en el diario de campo del docente, donde se registraron tensiones similares durante la construcción del cohete. En contraste, el Grupo 2 mostró una distribución más equilibrada de responsabilidades, aunque con cierta dependencia hacia los estudiantes con mayor dominio conceptual. Este hallazgo demuestra que la coevaluación permitió visibilizar dinámicas internas que no siempre son perceptibles desde la mirada del docente, reforzando la importancia de involucrar a los estudiantes como evaluadores activos de sus propios procesos, tal como proponen Sánchez y Galvis (2016), quienes destacan el valor formativo y reflexivo de la evaluación participativa en contextos de aprendizaje colaborativo.

En cuanto a la comunicación, ambos grupos reconocieron avances, aunque con matices distintos. El Grupo 1 resaltó mejoras en la expresión oral gracias al apoyo entre pares, superando dificultades iniciales relacionadas con la postura y la voz. El Grupo 2, por su parte, destacó un discurso más técnico y estructurado, pero también identificó la necesidad de una preparación más rigurosa antes de las exposiciones. Estos resultados demuestran que la práctica de la coevaluación ayudó a los estudiantes a tomar conciencia de sus propias habilidades comunicativas, promoviendo la autorregulación del aprendizaje, tal como lo plantean Hernández, Fernández y Baptista (2014), para quienes la reflexión crítica sobre la propia práctica y la de los otros constituye un componente esencial del aprendizaje significativo.

Finalmente, en el criterio de pensamiento crítico, los estudiantes de ambos grupos coincidieron en la importancia de la reflexión colectiva. El Grupo 1 mostró una actitud autocrítica frente a los problemas y propuso mejoras para futuros proyectos, mientras que el Grupo 2 reconoció el valor de evaluar el trabajo de los demás y la necesidad de fortalecer la discusión crítica. Este aspecto es fundamental dentro del ABP, ya que, como sostiene Vergara (2017), la coevaluación convierte la evaluación en un acto de formación, diálogo y construcción colectiva del conocimiento.

En conjunto, la coevaluación permitió cerrar el proyecto de manera integral, articulando la valoración del desempeño grupal con la reflexión sobre el aprendizaje individual y colectivo. Su impacto pedagógico se reflejó en el fortalecimiento de habilidades sociales como la empatía, el respeto por la diversidad de opiniones y la capacidad de ofrecer retroalimentación constructiva. Además, contribuyó a consolidar el sentido de corresponsabilidad y a reafirmar la importancia de la evaluación como un proceso formativo en coherencia con los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos.

Conclusión del capítulo

En primer lugar, en cuanto al trabajo en equipo, se evidenció una evolución diferenciada entre los dos grupos. El Grupo 1 transitó de conflictos iniciales y dificultades en la planeación hacia un desempeño más resiliente, logrando consolidar un prototipo funcional pese a contratiempos. El Grupo 2, por su parte, mantuvo un orden y organización más estable desde el inicio, aunque en ocasiones dependió de uno o pocos integrantes para sostener la dinámica grupal. Estas diferencias reflejan lo planteado por Bonilla (2018), quien señala que en el Aprendizaje Basado en Proyectos las dificultades e imprevistos constituyen parte inherente del proceso y se transforman en oportunidades para fortalecer la cooperación y el aprendizaje colectivo.

En relación con la comprensión conceptual, el proyecto permitió superar confusiones iniciales en torno a nociones como masa, peso o inercia, avanzando progresivamente hacia explicaciones más sólidas y fundamentadas. Mientras que en las

primeras sesiones los estudiantes atribuían la detención de un objeto a la “pérdida de energía” o confundían masa con peso, hacia la sesión 9 lograron articular las tres leyes de Newton en la explicación del lanzamiento de sus cohetes. Este tránsito refleja lo planteado por Giancoli (2008), quien muestra que la comprensión de los principios de la dinámica se fortalece cuando los estudiantes observan y analizan fenómenos físicos a través de experiencias experimentales que ilustran las leyes de Newton. A su vez, Vergara (2017) sostiene que el Aprendizaje Basado en Proyectos permite este tipo de reconstrucciones conceptuales, ya que sitúa la teoría en contextos reales donde los estudiantes contrastan sus concepciones iniciales con la práctica y construyen sentido a partir de la experiencia.

En cuanto a la comunicación y argumentación, los estudiantes mostraron un avance progresivo. De exposiciones iniciales con discursos fragmentados y poco seguros (sesión 4), se llegó a presentaciones finales en las que algunos grupos lograron integrar la teoría con la práctica, sustentando sus afirmaciones en los resultados experimentales del cohete. Tal como advierten Mercado, Merlano y Nisperuza (2018), el ABP exige a los estudiantes no solo comprender los conceptos, sino también comunicar sus hallazgos y construir argumentos frente a la comunidad académica.

Los diarios de aprendizaje permitieron constatar la experiencia subjetiva de los estudiantes, evidenciando que la motivación inicial se generó a partir de la “pregunta quiebre” y que la experimentación —aunque llena de dificultades— fortaleció tanto la apropiación conceptual como habilidades transversales como la creatividad, la perseverancia y la cooperación. En este sentido, se confirma lo planteado por Hernández, Fernández y Baptista (2014) (2014), quienes destacan que el ABP fomenta procesos de indagación y autoevaluación frente al error, convirtiendo las fallas en oportunidades de aprendizaje.

La autoevaluación de los grupos reveló aspectos complementarios. Mientras en las respuestas de opción múltiple predominó una visión positiva sobre la colaboración y el cumplimiento de objetivos, en los comentarios escritos emergieron tensiones internas y desigualdades en la participación. Por ejemplo, algunos estudiantes señalaron la ausencia

de aportes de ciertos compañeros, mientras otros destacaron la mejora en la exposición gracias al apoyo de sus pares. Estas percepciones coinciden con lo advertido por Atienza (2008), quien plantea que la corresponsabilidad es un reto constante en proyectos colaborativos.

El diario de campo docente permitió integrar la mirada reflexiva del profesor, mostrando cómo la planeación fue flexible y se ajustó a las necesidades emergentes del grupo, ya fuera incorporando nuevas actividades por petición de los estudiantes o reforzando explicaciones conceptuales cuando las confusiones persistían. En coherencia con Vergara (2017), el ABP se configuró aquí como un proceso dialógico en el que los ajustes pedagógicos se convirtieron en parte esencial del aprendizaje. Además, esta herramienta contribuyó a la autoevaluación docente, identificando fortalezas (motivación, experimentación, aprendizajes significativos) y dificultades (desequilibrios en el trabajo en equipo, retrocesos en la argumentación), lo que refuerza la idea de la evaluación como un proceso reflexivo y continuo (Hernández et al., 2014).

Proyección futura de los alcances pedagógicos y didácticos:

La experiencia de aplicar el ABP en la construcción y despegue de cohetes escolares ha mostrado ser efectiva para mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes en cuanto a las leyes de Newton y fortalecer sus habilidades transversales como el trabajo en equipo, la argumentación y la comunicación. Sin embargo, también se han identificado algunas dificultades, como la gestión del tiempo y la resistencia inicial a la colaboración en equipo, que reflejan los retos inherentes a este tipo de aprendizaje colaborativo.

En términos de los alcances pedagógicos, se ha confirmado que el ABP facilita una apropiación significativa de los conocimientos, ya que los estudiantes interactúan directamente con el contenido de manera activa, resolviendo problemas reales. Sin embargo, la gestión del tiempo y la necesidad de ajustes pedagógicos según las

necesidades emergentes del grupo son aspectos que deben ser tenidos en cuenta para futuras implementaciones.

Posibilidades futuras de adaptación y expansión:

Adaptación a otros temas de mecánica: Este enfoque puede ser replicado y adaptado a otros temas de mecánica, como el movimiento circular o el trabajo y energía, en los cuales los estudiantes también pueden experimentar de manera práctica las leyes físicas. La construcción de prototipos o la realización de experimentos controlados relacionados con estos conceptos puede ser igualmente efectiva en la comprensión de principios fundamentales como la ley de la gravitación o la conservación de la energía.

Expansión a otras asignaturas de ciencias: Además de su aplicación en física, el ABP puede ser extendido a otras asignaturas de ciencias, como la química, donde los estudiantes pueden aplicar el método científico a través de experimentos prácticos y proyectos de investigación relacionados con reacciones químicas o la teoría del ácido-base. Igualmente, en biología, se podrían abordar temas como el ciclo del agua o el estudio de ecosistemas a través de proyectos donde los estudiantes construyan modelos o realicen experimentos para analizar fenómenos biológicos en su entorno.

Desarrollo de proyectos interdisciplinarios: Una de las grandes ventajas del ABP es que fomenta la interdisciplinariedad, ya que los estudiantes no solo aprenden física, sino que desarrollan habilidades de comunicación, resolución de problemas y pensamiento crítico, competencias que son útiles en cualquier ámbito académico o profesional. En este sentido, se podrían implementar proyectos que integren diversas áreas del conocimiento, como el diseño de sistemas mecánicos, que combinen física, matemáticas y tecnología.

Conclusiones

El proyecto desarrollado permitió cumplir con el objetivo general, al implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediante la construcción de un cohete a escala

para favorecer la comprensión de las tres leyes de Newton. La experiencia evidenció que, al integrar teoría y práctica experimental, los estudiantes lograron transitar de concepciones intuitivas hacia explicaciones más fundamentadas, lo cual confirma la pertinencia del ABP como estrategia didáctica en la enseñanza de la física (Vergara, 2017; Bonilla, 2018).

En cuanto al primer objetivo específico —implementación de sesiones educativas orientadas a explicar los principios de las tres leyes de Newton—, se evidenció que las actividades diseñadas, desde los experimentos iniciales con la moneda, el carrito y el globo, hasta la construcción y lanzamiento del cohete, facilitaron una apropiación progresiva de conceptos como inercia, masa, peso, fuerza y acción–reacción. Los estudiantes lograron reconocer errores iniciales y reelaborar sus explicaciones a partir de la práctica, lo que confirma la importancia de vincular la teoría con la experimentación en la enseñanza de la dinámica, tal como destaca Giancoli (2008) al mostrar cómo los fenómenos observables permiten afianzar los principios de Newton en contextos reales de aprendizaje.

Respecto al segundo objetivo específico —analizar el impacto de la experiencia didáctica en los estudiantes—, el uso de instrumentos como los diarios de aprendizaje, las evaluaciones y el diario de campo permitió constatar que el ABP no solo fortaleció la comprensión conceptual, sino también habilidades transversales como la comunicación, la argumentación y el trabajo en equipo. Aunque se presentaron tensiones internas en algunos grupos, estas se transformaron en oportunidades para el aprendizaje colaborativo, en coherencia con lo planteado por Mercado, Merlano y Nisperuza (2018), quienes sostienen que el Aprendizaje Basado en Proyectos favorece el desarrollo integral del estudiante al combinar el saber disciplinar con competencias sociales y comunicativas.

En relación con el tercer objetivo específico, el desarrollo de un prototipo funcional de cohete, ambos grupos lograron construir y lanzar modelos operativos, aunque con trayectorias distintas. Mientras el Grupo 1 experimentó más dificultades materiales que lo llevaron a replantear su diseño, el Grupo 2 mostró mayor organización inicial. Este

contraste evidencia que el ABP permite reconocer el error como parte esencial del aprendizaje y fomenta la resiliencia, aspecto subrayado por Bonilla (2018).

Finalmente, el cuarto objetivo específico —evaluar el proceso de aprendizaje— se cumplió mediante la triangulación de instrumentos, lo que permitió identificar avances y dificultades en ambos grupos. El Grupo 1 mostró un mayor progreso en la integración entre teoría y práctica, mientras que el Grupo 2 destacó por su organización y disciplina, aunque con limitaciones en la deliberación crítica. Desde la perspectiva docente, el diario de campo funcionó como una herramienta de autoevaluación que posibilitó ajustar la estrategia pedagógica y reflexionar sobre el impacto del proceso. En coherencia con Atienza (2008), la evaluación dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos debe concebirse como un espacio dialógico, reflexivo y orientado a la mejora continua, más que como un juicio final.

En síntesis, el proyecto evidenció que la enseñanza de las leyes de Newton mediante ABP genera aprendizajes significativos al vincular la teoría con la práctica, potenciar la motivación estudiantil y favorecer la construcción colectiva del conocimiento. No obstante, también se identificaron desafíos relacionados con la distribución equitativa de roles, la necesidad de fortalecer la argumentación científica y la preparación previa de las exposiciones. Estos hallazgos no deben entenderse como limitaciones, sino como oportunidades de mejora para futuras implementaciones de ABP en el aula.

Bibliografía

Aguilar, L. (2007). *Dinámica de cohete*.

Aksenov, P., & Voronin, N. (2021, 6 de septiembre). *Yuri Gagarin: los peligros ocultos en el primer vuelo tripulado al espacio*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56712749>

Amiguet, T. (2012, 3 de noviembre). *Laika, una astronauta muy perruna*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/hemeroteca/20121103/54354115435/laika-sputnik-ii-perros-astro-nautica-rusia-viajes-espaciales-carrera-del-espacio.html>

Amazings Noticias de la Ciencia. (2013, 29 de agosto). *Vanguard 1, el objeto de fabricación humana que más tiempo lleva en el espacio*. <https://noticiasdelaciencia.com/art/27900/vanguard-1-el-objeto-de-fabricacion-humana-que-mas-tiempo-lleva-en-el-espacio>

Atienza, J. (2008). *Aprendizaje basado en problemas*. Valencia, España: Ediciones UPV.

Bautista, M., & Salazar, F. (2011). *Hipertexto físico I*. Editorial Santillana.

Bonilla, A. (2018). *Aprendizaje basado en proyectos: Una propuesta didáctica basada en la lectura de “La vuelta al mundo en 80 días” de Julio Verne*. Universidad de Valladolid.

Cancino, P. (2024). *La eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de un aprendizaje significativo y las habilidades del Siglo XXI*. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades

Carcavilla, A., & Puey, M. L. (2019). *Reflexiones didácticas sobre algunos razonamientos lógicos a ley de Newton y su relación con las ideas previas de los alumnos. con la primer* Revista Brasileira de Ensino de Física

Colegio Liceo José Cortez Brown. (2022). *Masa, peso e inercia*. Fundación Oficio Diocesano de Educación Católica de Valparaíso.

Cortez, B. (2014). *Historia espacial: recuento histórico de su evolución y desarrollo*. Universidad de Los Andes.

Díaz-Delgado, R. A., & Maringer-Duran, D. A. (2021). *La enseñanza del concepto de fuerza: Algunas reflexiones*. Latin American Journal of Science Education

Galeano, L. (2000). *Aprendizaje basado en proyectos*. Universidad de Colima.

Giancoli, D. C. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (4ª ed., Vol. 1). Pearson Educación.

Grigionl, L., et al. (2015). *Fuerza y movimiento*. Universidad Nacional de Rosario.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Herrera, Á. (2009). *El constructivismo en el aula*. Revista Innovación y Experiencias Educativas.

Hewitt, P. (2017). *Física conceptual*. Pearson Educación.

Khan Academy. (2015). *¿Qué es la aceleración?* <https://es.khanacademy.org/science/physics/one-dimensional-motion/acceleration-tutorial/a/acceleration-article>

Marín, D. (2014, 5 de octubre). *La historia de la sonda Luna 3 o la relación entre la CIA y las primeras imágenes de la cara oculta de nuestro satélite.* Eureka. <https://danielmarin.naukas.com/2014/10/05/la-historia-de-la-sonda-luna-3-o-la-relacion-entre-la-cia-y-las-primeras-imagenes-de-la-cara-oculta-de-nuestro-satelite/>

Mercado, F. W. M., Merlano, A. M. H., & Nisperuza, E. P. F. (2018). *Aprendizaje basado en proyectos: Una estrategia para desarrollar competencias en estudiantes de secundaria en Colombia.* *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 1–20.

Peña, Y. A. (2018). *Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades cognitivas en física desde el estudio de la mecánica de fluidos y la aplicación de sus principios al análisis de un cohete hidráulico* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Universidad Pedagógica Nacional.

Pérez, M. (2005). *¿Cuál es el origen de la masa?.*, Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

Roca Vicent, M., & Gumbau Gil, M. Á. (2017). *Cohetes de agua: La parte divertida de las leyes de Newton.* Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València.

Rojas Patarroyo, J. (2020). *Aproximación al concepto de función lineal a través de un enfoque basado en proyectos: “Armamos la bici y aprendamos matemáticas”* [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Romero, F. (2009). *Aprendizaje significativo y constructivismo.* Revista digital para profesionales de la enseñanza.

Sánchez, R. (2020). *La historia de los cohetes espaciales.* *Revista Muy Interesante.* <https://www.muyinteresante.es/ciencia/21370.html>

Sánchez Guzmán, L. A., & Galvis Martínez, C. (2016). *Fuera del aula: Ambientes divertidos para un aprendizaje significativo* [Trabajo de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/items/598c68c6-fa60-4e07-a398-33cfad81ed24>

Segura, D. (2000). *¿Es posible pensar otra escuela?* Escuela Pedagógica Experimental.

Tipler, P., & Mosca, G. (2008). *Física para la ciencia y la tecnología*. Editorial Reverté.

Vergara Ramírez, J. J. (2017). *Aprendo porque quiero: El aprendizaje basado en proyectos (ABP) paso a paso*. Madrid, España: Ediciones SM.

Young, H., & Freedman, R. (2018). *Física universitaria con física moderna* (Vol. 1). Pearson Educación.

ANEXOS

Los siguientes anexos complementan el desarrollo del proyecto y permiten evidenciar el proceso vivido por los estudiantes. Se incluyen fragmentos de la guía de trabajo, diarios de aprendizaje, autoevaluaciones, coevaluaciones y registros del diario de campo docente. Estos materiales fueron fundamentales para el análisis y evaluación de la experiencia didáctica, y reflejan tanto los avances conceptuales como las dinámicas grupales y reflexiones personales que surgieron durante el proyecto.

ANEXOS

Anexo	Contenido	Ubicación en el texto
Anexo 1.1	Guía de trabajo	Sección 3.7
Anexos 2.1–2.9	Diarios de aprendizaje	Sección 4.2.2
Anexos 3.1–3.8	Autoevaluaciones	Sección 4.2.3

Anexos 4.1–4.2	Coevaluaciones	Sección 4.2.5
Anexo 5	Diario de campo docente	Sección 4.2.4

Anexo 1. Guía final



Información sobre la guía

Objetivo general de la guía



Fomentar una comprensión sólida de las leyes de Newton a través de la construcción y el lanzamiento de un cohete, implementando el aprendizaje basado en proyectos

Objetivos específicos

Primera etapa: Indagación de la problemática en la población a trabajar.

Segunda etapa: Guiar a la población para que pueda generar una solución a la problemática a resolver.

Tercera etapa: Se busca que los estudiantes investiguen y expliquen cada una de las tres leyes de Newton, identificando situaciones cotidianas que reflejen su aplicación.



Cuarta etapa: Los estudiantes diseñan y construyen un cohete con materiales reciclados o de bajo costo, aplicando sus conocimientos sobre las leyes de Newton para enfrentar desafíos de diseño y resolución de problemas.

Quinta etapa: Los estudiantes efectúan múltiples lanzamientos de sus cohetes, registrando la altura y la distancia alcanzadas, y evaluando los resultados a la luz de las leyes de Newton.

Sexta etapa: Que los estudiantes reflexionen sobre su experiencia, identificando qué funcionó, qué no, y cómo podrían mejorar sus diseños, alentando el pensamiento crítico y la autoevaluación.

Septima etapa: Que los estudiantes preparen una presentación que explique la relación entre su proyecto de cohete y las leyes de Newton, incluyendo los procesos de diseño, construcción y análisis de datos.



Sesión 1

La Carrera de Sofía

Sofía participaba en una carrera de bicicletas. Al inicio, su bicicleta estaba en reposo. Cuando comenzó a pedalear, recordó la Primera Ley de Newton : un objeto en reposo permanece así hasta que una fuerza actúa sobre él.

Aceleró con fuerza y notó que cuanto más pedaleaba, más rápido iba. $F = ma$, pensó, registrando la Segunda Ley de Newton : la aceleración depende de la fuerza aplicada y la masa de su bicicleta.

En una curva, inclinó su cuerpo y sintió cómo la bicicleta reaccionaba en sentido contrario. Su entrenador siempre le decía: "Por cada acción,, la Tercera Ley de Newton .



Gracias a la física, entendió mejor su bicicleta y cruzó la meta con una gran sonrisa. ¡La dinámica era la clave de la velocidad!



Instrucciones: Responde las siguientes preguntas de acuerdo con tus conocimientos previos. No es necesario que todas las respuestas sean exactas; esta encuesta nos ayudará a entender lo que ya sabes sobre el tema

¿Qué crees que es la Mecánica?"

- ☐ Es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que lo afectan
- ☐ Es una parte de la química que estudia los materiales y su composición.
- ☐ Es el estudio del universo
- ☐ Es la ciencia que se encarga de reparar autos y máquinas.



¿Cómo crees que podríamos trabajar mejor el tema de la Mecánica ?

- ☐ movimiento de automoviles
- ☐ movimiento de objetos voladores
- ☐ movimientos del cuerpo humano
- ☐ movimiento de animales

¿Cómo crees que podríamos aprender mejor sobre la Mecánica?

- ☐ Experimentos
- ☐ Videos
- ☐ actividades practicas fuera del aula
- ☐ lecturas



¿Has escuchado hablar sobre las leyes de Newton? Si es así, ¿qué sabes sobre ellas?

En tu vida diaria, ¿puedes mencionar algún ejemplo donde creas que se aplican las leyes de Newton?



¿Qué crees que estudian las leyes de Newton? (Marca una opción)

- ☐ El comportamiento de los fluidos
- ☐ Las fuerzas y el movimiento de los objetos
- ☐ La formación de planetas y estrellas
- ☐ No estoy seguro/a

Si empujas un objeto sobre una mesa y este se detiene, ¿por qué crees que sucede? (Marca una opción)

- ☐ Porque la fuerza desaparece
- ☐ Porque hay una fuerza que lo frena
- ☐ Porque el objeto pierde energía
- ☐ No estoy seguro/a



¿Qué crees que es la masa ?

¿Qué crees que es el peso?

¿El peso y la masa son lo mismo?



¿Qué crees que es la Fuerza?

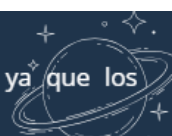


¿Qué crees que es la aceleración?

¿La fuerza y la aceleración se relacionan?



Sesión 2



1. Hacer grupos de 4 personas, es crucial que escojan bien sus grupos, ya que los integrantes estarán juntos hasta el final del proyecto
2. Ver los siguientes videos, que exploran la historia de la cohetaría, destacando las narrativas más fascinantes y conmovedoras. Deberán responder individualmente lo que más le llamo la atención de los videos y luego redactar solo un párrafo en grupo.

A. La carrera espacial  | La gran batalla de la Guerra Fría
<https://www.youtube.com/watch?v=MhPs5kRjqg4>

- ¿Qué aspecto del video capturó más tu atención?



B. La verdadera historia de Laika, la perrita astronauta
<https://www.youtube.com/watch?v=PkoFMF-6XfU>



- ¿Qué aspecto del video capturó más tu atención?

C. A 35 años de la mayor tragedia espacial de EEUU: explosión del transbordador challenger
<https://www.youtube.com/watch?v=HJiGEOWch8s>

- ¿Qué aspecto del video capturó más tu atención?



3. Responder la pregunta de la siguiente situación:

En un futuro cercano, nuestro planeta enfrenta una creciente amenaza de asteroides que podrían representar un peligro para la Tierra. Como científicos e ingenieros, se nos ha asignado la tarea de desarrollar un sistema de defensa utilizando cohetes. ¿Cómo diseñarías y construirías un cohete capaz de desviar un asteroide potencialmente peligroso?



Responder en grupo y se deberá hacer una exposición del cohete que crearon en equipo, y decir porque su cohete sería el indicado para defender la tierra del asteroide. (el cohete se deberá dibujar en un octavo de cartulina).

4. Ahora se pensará en, ¿Cuáles son los aspectos clave a considerar para diseñar y construir el cohete casero más eficiente, teniendo en cuenta variables como el tipo de combustible, la aerodinámica, la selección de materiales y otros factores relevantes?

5. Luego de escoger el modelo de cohete, responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las tareas específicas que debo realizar en este proyecto?

- ¿Qué tipo de cohete se construirá?

6. ✨ Ahora con base en las respuestas de las preguntas anteriores, responder las siguientes incógnitas:

- ¿Qué materiales/recursos necesito para hacer este proyecto?

- ¿En qué proceso del proyecto necesito ayuda o colaboración para avanzar de manera efectiva?



Sesión 3



Objetivo de la sesión: Que los estudiantes comprendan el concepto de inercia a través de una actividad práctica que los prepare para aplicarlo en el diseño y funcionamiento de un cohete casero.

Materiales:

Video beam

Vaso plástico

Cartón rígido

Una pelota pequeña

Una moneda



Actividad 1



1. Colocar una moneda encima de una hoja de papel sobre una mesa. Después jala la hoja rápidamente hacia un lado y observar que sucede. Responder las siguientes preguntas.

- ¿Qué sucedió con la moneda?



- ¿Por qué la moneda tuvo ese comportamiento?



—

2. Ahora deberán observar el siguiente video

<https://www.youtube.com/watch?v=BwpvOr7OyrU>



Después de analizar el video, cada estudiante deberá escribir en su cuaderno lo que comprendió de forma individual. Posteriormente, trabajarán en equipo para llegar a un acuerdo y registrar una respuesta conjunta en esta guía.

3. Responder las siguientes preguntas

- Si estas conduciendo un automóvil en movimiento y frena bruscamente, ¿Qué efecto experimentan los ocupantes del automóvil?

- ¿Cómo se relaciona este cambio con la primera ley de Newton?



4. Ahora se verá el siguiente video

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



- Después de ver el video, realizar un análisis individual del contraste entre lo observado en el video y las respuestas proporcionadas en el punto 3. Posteriormente, llevar a cabo este mismo análisis en grupo.

Actividad 2

1. Se debe colocar un vaso sobre una superficie plana. A continuación, se coloca un cartón sobre el vaso de manera horizontal y, finalmente, se coloca la pelota sobre el cartón, alineada con la apertura del vaso.

2. Ahora deberán jalar rápidamente el cartón hacia un lado y observar que sucede

3. responder las siguientes preguntas, primero individual y luego las respuestas grupales deberá ir en la guía :



- ¿Qué sucedió con la pelota?



- ¿Cómo se evidencia el concepto de inercia en este experimento?

- ¿De qué manera la primera ley de Newton se refleja en el movimiento de los cohetes?

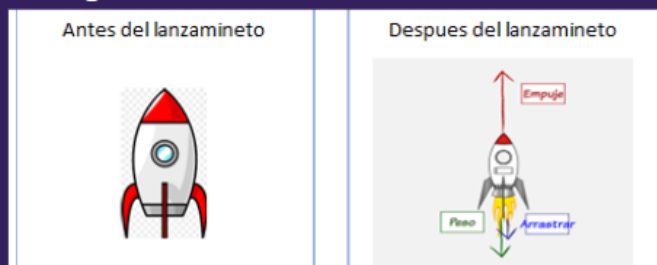
- ¿Qué papel juega la inercia en el lanzamiento y movimiento de un cohete?



4. Ver el siguiente video

<https://www.youtube.com/watch?v=KOygw3QfO9o>

Hacer un diagrama de fuerzas antes del lanzamiento.

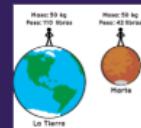
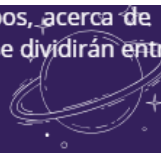


Ahora deberán responder la siguiente pregunta.

- Al observar el despegue del cohete en el video, ¿cómo definirías el concepto de inercia?, recuerda que este concepto lo observamos en el primer video.

Para finalizar ver el siguiente video y para la próxima clase hacer una exposición en grupos, acerca de la masa inercial, la masa gravitacional, la masa, el peso, la aceleración y la fuerza. Estos temas se dividirán entre los grupos.

<https://www.youtube.com/watch?v=wz3Wsjq-F9Q>



Sesión 4

Después de las exposiciones, responde primero individualmente y luego en grupo las siguiente preguntas: ¿Qué entiendes por masa inercial y masa gravitacional desde tu perspectiva?

—
¿Qué se entiende por el concepto peso?

—
¿Qué se entiende por el concepto masa?

—
¿Es lo mismo el peso y la masa?



Sesión 5



Objetivo de la sesión : Identificar, a través de la actividad, la relación entre fuerza, masa y aceleración.

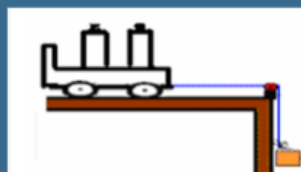
Materiales:

- Un carrito de juguete o una base con ruedas.
- Pesas pequeñas o bolsas de arena (diferentes masas).
- Una cuerda o banda elástica fuerte para aplicar la fuerza.
- Cinta métrica o regla.
- Cronómetro (puede ser del celular).



Preparación del experimento

1. Coloque el carrito en una superficie plana y asegúrelo a la cuerda o banda elástica.
2. Mide un trayecto de 2 metros y márcalo.



Primera fase

Sin agregar masa al carro, se aplicarán diferentes pesos a la cuerda que está amarrada al auto. Cada que se cambia el peso se deberá medir el tiempo.

Peso ($\frac{kgm}{s^2}$)	Masa (<u>m</u>)	Tiempo (<u>s</u>)

Segunda fase



Ahora, sin cambiar el peso aplicado a la cuerda, se irán agregando diferentes masas al carrito. Cada vez que se modifique la masa, será necesario medir y registrar el tiempo correspondiente.

Peso ($\frac{kgm}{s^2}$)	Masa (m)	Tiempo (s)

Responder las siguientes preguntas :

- ¿Cómo afecta la fuerza (peso) aplicada a la aceleración del carro?

- ¿Cómo afecta la masa a la aceleración del carro?

Cierre y conexión con el proyecto



1. Cada grupo compartirá sus resultados y conclusiones, y se deberán guiar de las siguientes preguntas:

- ¿Qué observaron cuando aumentaron la masa o la fuerza?

- ¿Cómo se relacionan estos resultados con la construcción y el despegue de un cohete casero?

- En el cohete quien realizara la fuerza para que este consiga generar movimiento ?

- ¿cómo se relacionará la cantidad de masa y fuerza que se deba hacer en el cohete para que llegue a su máxima altura?

Elaborar una cartelera sobre la tercera ley de Newton para la próxima clase. Cuatro grupos serán seleccionados para exponer su trabajo.

Responder las siguientes preguntas individualmente después de la exposición

- ¿Cómo influye la tercera ley de Newton en el funcionamiento de un cohete y qué elementos del diseño pueden optimizar su propulsión?
- Si tuvieras que mejorar el rendimiento de tu cohete, ¿qué cambios podrías hacer en su estructura o fuente de propulsión para aprovechar mejor la acción y reacción?
- Además de los cohetes, ¿en qué otros dispositivos o medios de transporte podrían observar la aplicación de la tercera ley de Newton, y cómo podrías inspirarte en ellos para tu diseño?

Sesión 6

Objetivo de la sesión: Comprender la tercera ley de Newton a través de la experimentación práctica.

Materiales

- 1 globo grande
- 1 pajilla (pitillo/popote)
- 2 metros de hilo
- Cinta adhesiva
- Tijeras



Procedimiento:

1. Pasar el hilo a través de la pajilla y sujetarlo firmemente entre dos puntos (puede ser entre dos sillas o en una pared).
2. Inflar el globo sin amarrarlo y pegarlo a la pajilla con cinta adhesiva.
3. Soltar el globo y observar cómo se desplaza a lo largo del hilo.
4. Relacionar el movimiento del globo con la tercera ley de Newton (el aire expulsado genera una reacción que impulsa el globo en la dirección opuesta).

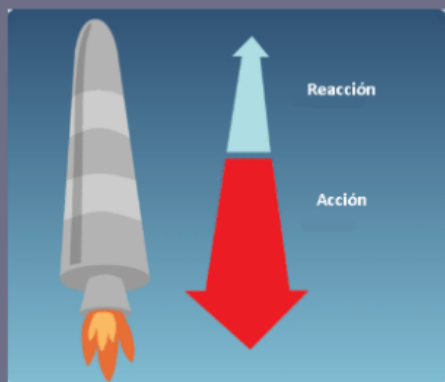
Actividad

1. Deberán responder las siguientes preguntas en el cuaderno y luego discutir en clase.
 - ¿Cómo se relaciona esta actividad con el funcionamiento de un cohete real?
 - ¿Cómo podríamos aplicar esta idea en el diseño de nuestro cohete final?
 - ¿Qué factores pueden influir en el movimiento del cohete (masa, fuerza, dirección del aire)?

2. Dibuja lo observado .

3. Explicación de la relación entre el experimento y la tercera ley de Newton.

4. Relación de la actividad con el objetivo final del proyecto (construcción del cohete).



Sesión 7



objetivo de la sesión: Lograr fabricar el cohete

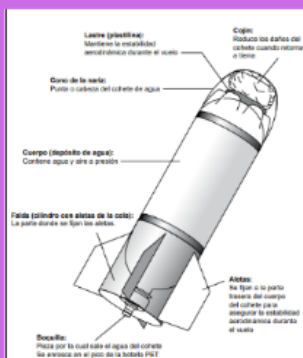
- ¿Fueron suficiente los materiales?

- ¿Qué materiales faltaron?

- ¿Lograste finalizar la construcción del cohete y del lanzador?

- ¿Qué te faltó para completar el cohete y el lanzador?

- ¿Cuánto tiempo extra creen que deberán invertir para completar el cohete y el lanzador?



Sesión 8

Objetivo de la sesión : Demostrar experimentalmente las leyes de Newton, especialmente la tercera ley, a través del lanzamiento de un cohete

Actividad

1. Despegar cohete. Luego se deberá hacer un diagrama de fuerzas antes del despegue, durante el vuelo y cuando el cohete se le termina el combustible.

Antes del vuelo	Durante el vuelo	Sin combustible

2. Los estudiantes deberán responder las siguientes preguntas :

- ¿Por qué sube el cohete? ¿por qué baja el cohete?

- ¿En qué momento se logra apreciar la primera ley de Newton?

- ¿En qué momento se logra apreciar la segunda ley de Newton?

- ¿En qué momento se logra apreciar la tercera ley de Newton?

- ¿Cómo las ecuaciones de Newton ayudan a explicar el movimiento del cohete?

- ¿Por qué todos los cohetes no llegaron a la misma altura?

3. Para finalizar deberán hacer una exposición en grupo, hablando acerca de las 3 leyes de Newton y como estas se lograron evidenciar en el lanzamiento del cohete.

4. Hacer un informe acerca del todo el proyecto, donde se de análisis de la teoría 3 leyes de Newton con sus experiencias y experimentos.

Sesión 9

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- Comunicación oral
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas
- Pensamiento crítico
- Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Nombre del compañero	Participación en el equipo	Responsabilidad en tareas asignadas	Respeto y colaboración	Aporte de ideas	Aporte de ideas	Promedio

Anexo 2. Diarios de aprendizaje

Anexo 2.1. Diarios

PREGUNTAS:

Vimos una serie de preguntas dentro de una guía, cosa que me gustó, puesto que la serie de preguntas era un recordar de las leyes de Newton, pero en mi caso que nunca les había visto pude aprender los conceptos básicos, para manejar de manera sutil el tema. Básicamente aprendí nuevos conceptos y funciones sobre el tema ya anteriormente mencionado. La idea de preguntas de opción múltiple y las de respuesta abierta, me han parecido muy útiles el hecho de interpretar una pregunta acerca de un tema a tu manera y conocimiento, y ver que te quedó bien, te hace sentir satisfecho y te da más seguridad para dar una definición, en cambio, al equivocarse, la frustración o ese sentimiento de que te equivocaste te motiva a aprender más. Las preguntas de opción múltiple es una manera muy entretenida a responder una serie de preguntas, de manera que al entretener de cierta manera al cerebro, las respuestas correctas quedan de una u otra forma más fácil guardada la información.

No obstante, el profesor nos hizo una pregunta quiebre, con la cual empezamos con el proyecto del cohete, misma pregunta encontrada en una guía, y era: ¿Cómo se aprendería mejor las leyes de Newton? O algo así; a lo cual todo el curso escogió una de las respuestas de selección múltiple, la cual era con cohetes. Abriendo paso al inicio del proyecto del cohete casero por equipos/grupos separados hacia un mini cohete funcional.

Exposición

Para seguir con los conceptos cada grupo realizó una exposición de un tema, los temas fueron, la masa, la gravedad, la fuerza, el peso y otros relacionados lo cual nos permitió tener una explicación práctica de fenómenos naturales y también una forma de mejorar el trabajo en equipo dentro del salón y desarrollar otras habilidades como la creatividad, la comunicación y la oratoria, además que exponer exige un mayor dominio del tema.



Anexo 2.3. Diarios

EXPOSICIONES:

Las exposiciones acerca de las distintas magnitudes físicas (escalares y vectoriales) han sido muy importantes, pues me ayudaron a recordar a como diferenciarlos y su aplicación, puesto que dichas magnitudes son todas aquellas cosas que se pueden medir en la física, sustancial diferenciarlas sabiendo que las magnitudes vectoriales son las únicas que cuentan con dirección/sentido, y las escalares solo valor numérico. Pero lo importante, es que todas entran a jugar al momento en que se aplican las leyes de Newton, es decir, las leyes de Newton se aplican en todo momento con el uso indispensable de las magnitudes físicas. Me pareció agradable que el profesor siempre trataba al final de cada explicación aclarar un poco más el tema, pues gracias a él me quedó clara la diferencia entre masa y peso, pues en la vida diaria utilizamos la expresión de peso en lugar de masa, puesto que la masa es un valor constante que no cambia en ningún momento (como nuestra masa corporal, aunque pueda aumentar o disminuir su valor dependiendo de nuestros hábitos), y el peso es la fuerza de atracción sobre la masa. Del resto fueron conceptos breves y precisos que ayudaron a explorar el campo de las magnitudes.

Anexo 2.4. Diarios

Con el experimento se tenían que responder algunas preguntas relacionadas y llenar unos cuadros en los que se evidenciarían los resultados del experimento, en este cuadro se debía poner el peso, la masa y el tiempo de cada una de las veces que el experimento se realizó

Conclusión

Con este experimento que se realizó en esta tercera sesión, pudimos aprender y evidenciar que la fuerza, la masa y la aceleración están muy relacionadas y que si alguna de estas cambia o varía, todas las demás se verán afectadas.

Anexo 2.5. Diarios

DIARIO DE APRENDIZAJE - SESIÓN 4
 EXPERIMENTO DEL GLOBO
 Dentro de este experimento, entendimos mejor como funciona la tercera ley de Newton (cada acción tiene una reacción), pues al soltar la boca de la bomba, el aire dentro del globo al salir, liberó una presión dentro de este, de manera que la bomba se impulsó en dirección contraria a la salida del aire. La acción, la presión del aire expulsada; la reacción, el desplazamiento del globo en dirección contraria. Aunque es algo sencillo, demuestra cómo incluso el movimiento de una bomba está regido por las leyes de la física. Me pareció una forma muy entretenida de aprender, además, me ayudó a reforzar el concepto de esta ley, que explícita o implícitamente se aplica a muchas situaciones de la vida diaria.

Anexo 2.6. Diarios

En esta sesión hicimos un experimento práctico para entender la tercera ley de Newton.  un hilo en los dedos, le pasamos una pajilla y pegamos el globo a la pajilla sin amarrar. Cuando soltamos salió disparado por el hilo hacia atrás, demostrando que toda acción corresponde una reacción de igual magnitud pero en sentido contrario. Este experimento simple nos ayudó a comprender de manera sencilla este principio y es indispensable a la hora de crear nuestro propio cohete. 

Anexo 2.7. Diarios

DIARIO DE APRENDIZAJE - SESIÓN 5

CONSTRUCCIÓN DEL COHETE:

A la hora de empezar a construir el cohete denotamos un poco de dificultades a la hora de la reacción entre el alcohol y la electricidad, pero aún así seguimos construyéndolo tal cual mostraba el video; pero no funcionó, ya que hubieron complicaciones en su estructura y tamaño (también la reacción anteriormente mencionada); pues añadirle más cosas a la botella pequeña, costaba un aumento en su masa, afectando su peso, dificultando su vuelo.

PRUEBA DE VUELO:

Primer intento oficial del vuelo del cohete antes de la prueba final del proyecto. Llegamos con lo que teníamos, no sabíamos como llegar a que el cohete funcionara; el alcohol se regaba, el cohete pesaba, con poco alcohol tampoco servía, y si prendía no avanzaba, estábamos desesperados, me preguntaba continuamente ¿Qué estaba mal? ¿Por qué no servía? ¿Cuál era la causa de su fallo? ¿Qué hacíamos mal? ¿Era mi culpa por creer que un cohete a base de alcohol nos funcionaría perfectamente?

En el transcurso de este día martes al viernes, me reuní con uno de mis compañeros de grupo (resolviendo antes el problema del cohete por chat grupal), pues uno no tenía permiso de salir y otro se encontraba ocupado. De acuerdo a mis investigaciones a profundidad y ensayos de combustión, encontré un error, ya que para este experimento se requería un alcohol con el porcentaje por 85% +, debido a ser más inflamable, por lo cual se

Anexo 2.8. Diarios

DIARIO DE APRENDIZAJE - SESIÓN 6

VUELO FINAL:

Ya con la solución encontrada, detalles añadidos a las botellas, y una base modificada, logramos darle luz al experimento, con vuelos que iban desde lo más raso, hasta lo más alto. Acá aprendí más que una lección de física, fue una lección de vida, pero mas reforzada. La paciencia, con determinación y persistencia, es igual a una victoria que alegra.

La satisfacción de ver un cohete funcional, que solo resultaba en fracaso, que era muy estresante hallar el error, ese detalle casi imposible de corregir o encontrar, resultó muy aliviador. Pues de que servía abandonar un proyecto por otro del mismo (por ejemplo el cohete de agua), eso sería una salida fácil, una salida de un cobarde, pero persistir en algo que no sale, que la determinación sea tan grande como para no abandonar el proyecto, y sobre todo llevarlo con paciencia; todo eso hace que cualquier estrés, esfuerzo y desesperación, hayan valido la pena.

Anexo 2.9. Diarios

El equipo realizó un cohete
basado en la presión
ejercida con una bomba
de bicicleta, gracias al
agua que funcionaba como
combustible y hacia
que saliera volando
y de paso mojara
todo lo que estuviera
cerca de este. Este proy-
ecto es como concluye
este diario, con una
vida exitosa



Anexo 3. Autoevaluación

Anexo 3.1 Autoevaluación Estudiante 4

Rubiel Francisco Hernández Navarrete 10^ºB

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- ☒ Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- ☐ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- ☐ Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- ☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- ☐ Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- ☐ Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- ☒ Comunicación oral
- ☒ Trabajo en equipo
- ☒ Resolución de problemas
- ☒ Pensamiento crítico
- ☒ Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

Dentro del proyecto aprendí, como ya escogí anteriormente en la pregunta 1; Comprendí en gran parte las leyes de Newton, cosa que me atrevería a decir que puedo responder cualquier pregunta relacionado a lo aprendido en el proyecto, cabe mencionar que también puedo asociarlas con gran facilidad a contextos de la realidad.

Para una próxima experiencia me gustaría no poner en mi grupo a Julian, pues a pesar de colaborar un poco con la compra de materiales no aportó prácticamente en nada. Pero como tal la experiencia no cambiaría nada.

3. Habilidades Desarrolladas

- * **Comunicación oral y Trabajo en equipo:** Estas dos habilidades comparten una misma experiencia y mejora en conjunto. Con respecto a anteriores actividades grupales no me sabía expresar o dirigir a mis compañeras, además de ser permisivo, acarrearles la nota y el trabajo, por no saber dirigir/manejar el grupo. La mejora la evidenció en una fatiga al inicio por las mismas razones (todo yo), entonces ahí entendí a tener carácter, ser claro con lo que ordeno y no dejar que me tomen de cocheche; fue entonces ahí que Totena y Greco me colaboraron y apoyaron muy bien en el proyecto. Excepto Rubiano que no hizo prácticamente nada.
- * **Resolución de problemas:** Esto viene de la mano de frustración, sobre carga y trabajo individual. Cuando supe liderar la resolución de problemas a mano de una buena comunicación con Greco y Totena, el proyecto fue haciendo se más sencillo.
- * **Pensamiento crítico:** Este proyecto me ayudó a dejar el bloqueo mental y estrés, pues tenía que tener paciencia, y gracias a eso mi pensamiento crítico tuvo una nueva fortaleza: Calma, velocidad, y detalle.
- * **Organización y Responsabilidad:** El proyecto como tal me hizo aprender a manejar multitarea, debido a que tenía que dedicarle un espacio a aprender y solucionar los inconvenientes presentados.

Anexo 3.2. Autoevaluación Estudiante 3

David Sáenz Tob

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- ☒ Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- ☐ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- ☐ Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- ☐ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- ☒ Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- ☐ Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- ☒ Comunicación oral
- ☐ Trabajo en equipo
- ☒ Resolución de problemas
- ☐ Pensamiento crítico
- ☐ Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

J.R/I/10

-Comunicación Oral = Yo senti que mejore esta habilidad en el momento de exponer por que aprendi de Francisco a expresarme de mejor manera y mas tecnica

-Resolución de problemas = Hubo un momento en el que no sabiamos como resolver un problema que era que el cohete no despegaba por segunda vez entonces yo invente en espichar la botaria y despues que volviera a su forma original, haciendo esto el problema se resolvió por que despues se pudo volar las veces que fuera.

WR/12

De este proyecto aprendí muchas cosas buenas como las leyes de newton que se evidenciaron al momento de construir el cohete y probarlo pude ver y aprender sobre este tema también con compañeros como Gero y Francisco aprendí a como trabajar en equipo aprendí a ser más ágil para resolver problemas me senti muy cómodo trabajando con ellos aprendí como expresarme mejor gracias al ejemplo de francis y en general fue eso.

Anexo 3.3. Autoevaluación Estudiante 2

~~Dora~~ Santiago Cerio Aragón 10B

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- ☒ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- ☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- Comunicación oral
- ☒ Trabajo en equipo
- ☒ Resolución de problemas
- Pensamiento crítico
- Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

R= Trabajo en equipo: yo sí sabía que mejoré este ya que cuando antes no estaba en un grupo con mis amigos, no me corrían ni ayudaban en equipo y en este trabajo sí.

Resolución de problemas: aprendí a saber los problemas que surgen en el equipo y así saber resolver todo el proyecto, por que nos corrían y aunque hubieran problemas se soluciona.

U.R. = pues aprendí lo relacionado de las leyes de newton y lo relacionado con la velocidad, la resistencia y la aceleración, y la verdad no mejorara nada ya que pues me divertí, compartí con mis compañeros y me fue bien en la actividad así que pues no mejorara nada pues fue una actividad larga pero muy completa y le doy gracias al profesor por la actividad

Anexo 3.4. Autoevaluación Estudiante 1

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.

☒ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.

- Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.

- Participé en algunas actividades, pero no en todas.

- Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- Comunicación oral

☒ Trabajo en equipo

- Resolución de problemas

- Pensamiento crítico

- Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

R=Bueno Pues lo que aprendi del proyecto, supe de muchas formas como volar un cohete, digamos el de nosotros se hizo con alcohol, un encendedor, una botella y con eso hicimos nuestro lo principal digamos en era mas o menos supe como hacerlo y pues en pocas palabras nos quedo hasta chimba lo que me gustaria cambiar es tener algo mas preparado Para que nos valga algo mucho mejor

S

Grupo 2

Anexo 3.5. Autoevaluación Estudiante 6

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- ☒ Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- ☐ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- ☐ Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- ☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- ☐ Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- ☐ Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- ☒ Comunicación oral
 - ☐ Trabajo en equipo
 - ☐ Resolución de problemas
- ☒ Pensamiento crítico
- ☒ Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

Con este proyecto aprendí sobre las leyes de Newton de varias maneras lo que contribuyó al buen entendimiento del tema. Durante este proyecto, aprendimos mediante videos y exposiciones acerca de la teoría de las leyes de Newton. Sin embargo, los experimentos y actividades prácticas (especialmente el cohete) nos ayudaron a entender las temas de una manera más visual, por estas razones personalmente no quedaron dudas acerca de las leyes de Newton.

Habilidades desarrolladas

• **Comunicación oral:** esta habilidad siento que no la desarrollé solo yo sino también mis compañeros de grupo ya que al ser un proyecto que necesitaba estar en constante comunicación con los demás, era muy importante el poderse expresar de manera correcta y eficiente, esto para poder avanzar el proyecto de mejor manera. Otro caso que contribuyó fueron las exposiciones ya que en estas es vital el saberse expresar ante los demás, razón por la que las habilidades de comunicación oral aumentaron de una u otra forma.

• **Pensamiento crítico:** esta habilidad se desarrolló principalmente con las actividades individuales que se realizaron después de los experimentos, esto debido a que debíamos analizar lo ocurrido en los experimentos y argumentar según nuestras experiencias cuales eran las posibles causas y consecuencias fomentando el pensamiento crítico de una manera más teórica.

• **Organización y responsabilidad:** este aspecto fue de lo que más se necesitaba para cumplir correctamente con las actividades propuestas, ya que el trabajo en grupo implica una gran responsabilidad debido a que lo que hagas o dejes de hacer, no te va a afectar solo a ti, también a los demás miembros del grupo. Además, es necesario organizarnos para cumplir eficientemente con los trabajos y lograrlo de la mejor manera.

Anexo 3.6 Autoevaluación Estudiante 7

Tamás González

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:
 - ☒ • Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
 - Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
 - Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.
2. Participación personal en el equipo:
 - Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
 - ☒ • Participé en algunas actividades, pero no en todas.
 - Mi participación fue mínima.
3. Habilidades desarrolladas:
(Selecciona las que consideres que mejoraste)
 - ☒ • Comunicación oral
 - Trabajo en equipo
 - ☒ • Resolución de problemas
 - Pensamiento crítico
 - ☒ • Organización y responsabilidad
4. Reflexión personal:
Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

Este proyecto me sirvió para entender las leyes de Newton y sobre todo poder verlas en funcionamiento, ya que en el cohete se pueden evidenciar las leyes, como por ejemplo la inercia, la cual explica que si no se le aplica fuerza a un objeto este permanecerá estático, o en movimiento, todo esto nos permite comprender como funcionan, y sobre todo evidenciar como estas leyes y la física en general están presentes en todos los aspectos de la vida cotidiana. También, por medio de diversas experimentos pudimos evidenciar diferentes cosas, como por ejemplo la aceleración o la misma inercia y como se relacionan la fuerza, masa y aceleración.

Anexo 3.7 Autoevaluación Estudiante 5

Mónica Arrellaneda KB

Autoevaluación del Estudiante

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERIA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

- 1. Comprensión de conceptos:**
 - ☒ Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto. ✓
 - ☐ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
 - ☐ Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.
- 2. Participación personal en el equipo:**
 - ☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis. ✓
 - ☐ Participé en algunas actividades, pero no en todas.
 - ☐ Mi participación fue mínima.
- 3. Habilidades desarrolladas:**
(Selecciona las que consideres que mejoraste)
 - ☐ Comunicación oral
 - ☒ Trabajo en equipo ✓
 - ☒ Resolución de problemas ✓
 - ☒ Pensamiento crítico ✓
 - ☒ Organización y responsabilidad ✓

*- Trabajo en equipo porque aprendí a convivir mejor con mis compañeros de equipo y cada uno hacer su parte.
Resolución de problemas porque todas las discusiones terminaron bien, pensando crítico porque tuvimos que enfrentarnos entre nosotros lo que no hizo que el trabajo del otro y organización y responsabilidad porque aprendí a responder por mi parte de los trabajos.*
- 4. Reflexión personal:**
Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

- A partir del proyecto aprendí conceptos esenciales sobre la física y también como hacer trabajos en grupo y solucionar diversas calamidades o problemas que sucedían al trabajar en grupo, desarrollamos responsabilidad y congeniamos con nuestras compañeras.

Aprendimos conceptos tales como el peso, la masa, la gravedad, la energía, también sobre las leyes de Newton y la fuerza, conceptos que fueron implementados en la creación del cohete, de manera didáctica y divertida, sobre que podríamos mejorar para una próxima experiencia considero que tal vez podríamos hacer algo mas didactico que las guías como por ejemplo un seminario o actividades relacionadas a lo que hicimos en cada fase

Anexo 3.8 Autoevaluación Estudiante 8

AUTOEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Marca con una X la opción que más se acerque a tu experiencia:

1. Comprensión de conceptos:

- ☒ Comprendí muy bien las leyes de Newton y las apliqué en el proyecto.
- ☐ Comprendí algunas partes, pero aún tengo dudas.
- ☐ Me costó mucho relacionar la teoría con el cohete.

2. Participación personal en el equipo:

- ☒ Fui activo, propuse ideas y ayudé en la construcción y análisis.
- ☐ Participé en algunas actividades, pero no en todas.
- ☐ Mi participación fue mínima.

3. Habilidades desarrolladas:

(Selecciona las que consideres que mejoraste)

- ☒ Comunicación oral
- ☒ Trabajo en equipo
- ☒ Resolución de problemas
- ☒ Pensamiento crítico
- ☒ Organización y responsabilidad

4. Reflexión personal:

Escribe brevemente: ¿Qué aprendiste del proyecto y qué te gustaría mejorar para una próxima experiencia?

Yo aprendí como se ejerce las 3 leyes de Newton en mi vida cotidiana, aprendí a tener un poco más de liderazgo, en la comunicación mejoré y aprendí a resolver el conflicto, pero lo más importante, es que con el experimento y con el diario entendí más bien ya que con lo que entendía del experimento lo plasmaba en el diario y me parecía divertido, podría decir que es uno de los proyectos más divertidos y entendibles, donde nuestra imaginación y creatividad se pone a prueba.

• En la comunicación oral, trabajo en equipo, resolución de problemas, pensamiento crítico, y la organización y responsabilidad lo mejora ya que como tal soy bueno en todos, pero al estar en un grupo tener diferentes opiniones, hay algunas veces la comunicación se ve afectada, pero en la resolución de conflictos yo los resolvía, y eso es algo positivo ya que antes no podía resolverlos, siento que mi pensamiento crítico mejora ya que ahora me cuestiono más cosas en física, la organización y la responsabilidad ya la tengo pero siento que mejora y ahora me esfuerzo más.

En resumen en todo mejora ya que aprendí cosas, y lo más importante es que me da mejor en la comunicación y ya puedo desenvolverme.

Por otro lado frente a la comunicación realizamos una actividad la cual nos ayudo a llevar una buena exposición, donde esta dinamica que usamos nos ayudo a captar la atención de los demás.

Anexo 4. Coevaluación

Anexo 4.1. Grupo 1

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Santiago Guezo Arangel 12/5

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Francisco N	4	4	4	4	4
David Saez	4	2	3	2	2.75
Rubeno Julian	2	1	1	2	1.5
Santiago Guezo	4	3	3	3	3.25

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

David Saez Totona

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Santiago Guezo	4	3	3	2	
Daniel Hernandez	4	4	4	4	
Julian Rubiano	2	1	2	1	

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Daniel Francisco Hernandez

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
David Felipe Saez Totona	3	3	4	3	
Santiago Guezo Arango	3	3	4	3	
Julian David Rubiano Ruiz	1	1	1	2	

Anexo 4.2 Grupo 2

Simón González
Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
 (4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Tomás González	3	4	3	3	3,25
Mario Avellaneda	3	3	3	4	3,25
Matthias Morales	4	3	3	3	3,25

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
 (4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Tomás González

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Simón González	3	4	4	3	3,5
Maria Avellaneda	3	3	2	4	3
Matthias Morales	4	4	3	3	3,5

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Matías Morales	4	4	4	4	16
Simón González	4	4	3	4	15
Tomás González	4	4	3	4	15

Coevaluación entre Pares

COEVALUACIÓN DEL PROYECTO DE COHETERÍA ESCOLAR

Cada integrante evaluará a sus compañeros con base en la siguiente escala:
(4 = Excelente, 3 = Bueno, 2 = Regular, 1 = Bajo)

Nombre del compañero	Colaboración	Responsabilidad	Comunicación	Pensamiento crítico	Promedio
Audriana	4	4	4	4	16
Simón González	4	4	3	4	15
Tomás González	4	4	2	4	14

Anexo 5. Diario de campo

https://docs.google.com/document/d/1jwI5-o9Xvldp07GgMK_qEu15a_E4ijGmD2XvGodtP08/edit?usp=sharing