

Mathematical analysis of free fall based on visual experiments within the unified high school program.

Análisis matemático de caída libre mediante experimentos en el bachillerato unificado.

Autores:

Mero-Bazurto, Joffre Ricardo
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
Estudiante de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Física y Matemáticas
Manabí – Ecuador



e1314516046@live.ulead.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-0957-6545>

Vélez-Anzulez, María Esperanza
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
Estudiante de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Física y Matemáticas
Manabí – Ecuador



e1315565208@live.ulead.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0005-0478-7589>

Alcivar-Castro, Eddie José
UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-EXTENSIÓN CHONE
Dr. Ciencias de la Educación Especialización Físico-Matemático. Magister
Manabí – Ecuador



eddie.alcivar@uleam.edu.ec



<http://orcid.org/0000-0001-7296-6021>

Fechas de recepción: 10-JUN-2025 aceptación: 10-JUL-2025 publicación: 30-SEP-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La investigación tuvo como objetivo realizar un análisis matemático de la caída libre mediante experimentos que integran recursos didácticos, como videos e imágenes, para favorecer el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional “Cinco de Mayo” del cantón Chone. Se identificó como problemática principal que los estudiantes presentan dificultades para relacionar matemáticamente la altura, el tiempo y la aceleración de un objeto en caída libre. En el marco teórico se definieron los conceptos clave y se analizaron los errores más frecuentes, lo que permitió proponer mejoras en el proceso de enseñanza. La investigación adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, y utilizó el método inductivo. Como técnica principal se aplicó un cuestionario para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el estudio matemático de la caída libre. Los resultados evidenciaron dificultades persistentes en la interpretación de los análisis matemáticos relacionados con la caída libre, lo que subraya la necesidad de replantear las metodologías pedagógicas para lograr una comprensión más significativa.

Palabras claves: Análisis matemático; caída libre; metodología; metodologías pedagógicas

Abstract

The research aimed to carry out a mathematical analysis of free fall through experiments that incorporate didactic resources such as videos and images, in order to promote the development of mathematical thinking in first-year high school students at the Fiscomisional Educational Unit “Cinco de Mayo” in the canton of Chone. The main issue identified was that students experience difficulties in mathematically relating the height, time, and acceleration of an object in free fall. In the theoretical framework, key concepts were defined and the most common errors were analyzed, which made it possible to propose improvements in the teaching process. The research adopted a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods, and employed the inductive method. A questionnaire was used as the main technique for analyzing and interpreting the results obtained from the mathematical study of free fall. The results revealed persistent difficulties in interpreting mathematical analyses related to free fall, highlighting the need to reconsider pedagogical methodologies in order to achieve more meaningful understanding.

Keywords: Mathematical analysis; free fall; methodology; pedagogical methodologies

Introducción

La presente investigación se enfocó en determinar cómo influye el análisis matemático en la comprensión de objeto en caída libre en estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional “Cinco de Mayo”. Para ello, se emplearon recursos visuales, videos e imágenes de experimentos, que permitió a los estudiantes observar y reflexionar sobre el comportamiento del fenómeno, facilitando una participación más activa en el proceso de aprendizaje y superando el rol pasivo tradicional. Como señalan Vera , Rivera, Fuentes, & Romero Maltrana (2015), el uso de videos experimentales constituye una herramienta poderosa para potenciar el aprendizaje de la física, al favorecer la motivación y la comprensión conceptual. Además, González Polo & Castañeda (2023), destacan que una comprensión profunda requiere que los estudiantes puedan establecer relaciones y transitar con flexibilidad entre representaciones gráficas, algebraicas, tabulares y verbales, identificando las conexiones entre ellas.

El análisis matemático desempeña un papel clave en la interpretación de fenómenos físicos, ya que permite a los estudiantes establecer relaciones entre variables como tiempo, velocidad y aceleración. Se evidenció que, al integrar recursos visuales con procedimientos matemáticos, los estudiantes logran una comprensión más clara del comportamiento de los cuerpos en caída libre, favoreciendo así un aprendizaje más significativo y contextualizado. Estudios recientes mencionan que, el uso de videos, simulaciones y laboratorios virtuales no solo mejora la motivación del estudiante, sino que facilita significativamente su comprensión de los fenómenos físicos (Becerra Rodriguez et al., 2020).

Los estudiantes del área de física de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional “Cinco de Mayo” presentaban dificultades para comprender y aplicar el análisis matemático relacionado al fenómeno de la caída libre de los cuerpos. Estas dificultades se abordaron mediante la implementación de recursos visuales (videos e imágenes de experimentos), lo cual permitió captar la atención de los estudiantes, facilitando una interpretación más significativa del tema.

A través de estos materiales, los estudiantes lograron establecer relaciones entre los conceptos observados y los procedimientos matemáticos necesarios para analizar este tipo de movimiento. Según Chazot (2024), del sitio oficial de FizziQ, “a través de videos del mundo



real, los estudiantes comprenden e investigan visualmente el movimiento, uniendo la teoría con la aplicación práctica”.

El objetivo de la investigación realizar un análisis matemático de la caída libre mediante experimentos que integran recursos didácticos en el primer año de bachillerato.

Esta metodología busca aportar a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en Física, promoviendo el uso de estrategias didácticas que integren recursos visuales con el análisis matemático. Los hallazgos obtenidos permiten reflexionar sobre la necesidad de replantear las metodologías tradicionales y avanzar hacia enfoques más activos, que favorezcan la comprensión profunda de los fenómenos físicos desde la perspectiva del estudiante. Como señalan Vera, Rivera, Fuentes & Romero Maltrana (2015), “no existe una metodología de enseñanza-aprendizaje, en el contexto de la física, que sea mejor que aquella ligada a la experimentación” (p. 3).

Los métodos para enseñar física suelen ser de manera mecánica lo que crea problemas en los estudiantes para comprender temas como la caída libre de los cuerpos en el estudio de la cinemática, la metodología debería ser flexible e innovadora.

Material y métodos

La metodología aplicada tuvo un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, que permitió indagar, analizar y comprender las percepciones de los estudiantes del bachillerato unificado sobre este fenómeno físico. Este enfoque facilitó la observación y el análisis de los conocimientos previos, así como de las dificultades comunes que enfrentan los estudiantes al estudiar la caída libre en un contexto experimental, profundizando en cómo estos factores influyen en su aprendizaje y comprensión del tema. Según Creswell & Plano Clark (2017), citados por Salvador García, Chiva Bartoll, Capella Peris & Ruiz Montero (2020), el enfoque mixto aprovecha las fortalezas de ambos métodos —la profundidad del cualitativo y la posibilidad de generalización del cuantitativo— para ofrecer una comprensión más completa del fenómeno estudiado. En su dimensión cualitativa, la investigación se desarrolló en un entorno de aprendizaje natural, donde los estudiantes interpretaron videos de experimentos sobre caída libre, lo que permitió observar de forma detallada su comprensión conceptual y su proceso de razonamiento.

Esta metodología ayudó a caracterizar las dificultades de aprendizaje en el primer año de bachillerato unificado, capturando los desafíos específicos en el análisis matemático y experimental de la caída libre. Se explicaron aportes cuantitativos mediante el uso de un cuestionario y análisis estadísticos para recoger datos sobre el nivel de comprensión de los estudiantes y los resultados de sus interpretaciones. A través de la estadística descriptiva, se identificaron patrones de respuesta y se evaluó el rendimiento en la resolución de problemas de caída libre.

Se utilizó el método documental mediante una revisión exhaustiva de textos y artículos científicos enfocados en la enseñanza de la física y el análisis de la caída libre, con el fin de estructurar el marco teórico de la investigación y de identificar enfoques pedagógicos previos aplicados en este tema específico.

La población de la Unidad Educativa Fiscomisional “Cinco de Mayo” del cantón Chone está conformada por 824 estudiantes matriculados, de ellos se seleccionó al azar 49 estudiantes del primero de Bachillerato General Unificado.

Resultados

Los resultados que se muestran en esta investigación corresponden a los datos obtenidos en el cuestionario diseñado para estudiantes del primer año de bachillerato unificado, específicamente sobre el fenómeno de la caída libre de los cuerpos. Este tema se aborda como parte experimental de la física, donde los estudiantes suelen pensar que “los cuerpos pesados caen más rápidamente que los ligeros”, una concepción errónea muy común que ha sido documentada ampliamente en la literatura educativa (Parra Moreno, Charry Moreno, & Ruiz, 2008).

Por medio de dos herramientas de recolección de datos se obtuvieron los resultados presentados. En primer lugar, se utilizó una ficha de observación aplicada en el aula para verificar parámetros previamente definidos. Además, se llevó a cabo un cuestionario dirigido a los estudiantes, cuyo propósito fue evaluar la comprensión del fenómeno de la caída libre y como su nivel de comprensión podría ser potenciado con el uso de herramientas didácticas, para así mejorar su impacto en el aprendizaje de los conceptos matemáticos asociados.

El objetivo principal de este proceso de recolección de datos fue identificar las diferencias entre una enseñanza tradicional y un enfoque basado en el análisis e interpretación de



fenómenos específicamente en el ámbito de la física, con énfasis en el tema de la caída libre de los cuerpos. Asimismo, se buscó analizar cómo una enseñanza activa puede fomentar el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes al abordar conceptos de física.

A través de los cuestionarios realizados, se evidenció que, en parte, los estudiantes de primero de bachillerato mostraron una falencia en ciertos aspectos relacionados a la caída libre, lo que evidencia la falta de motivación en aprender estos conceptos y el poco uso de herramientas didácticas que motiven al estudiante a adquirir dichos saberes. Además, se evidencio que los estudiantes cuentan con una serie de falencias en el análisis de conceptos físicos, esto afectando de manera negativa en el desarrollo de sus futuros saberes.

A lo largo del desarrollo de esta investigación, se evidenció que el uso de recursos visuales para interpretar fenómenos físicos como la caída libre favorece una mayor atención por parte de los estudiantes, lo cual contribuye a un aprendizaje más significativo y duradero. En esta línea, Jiménez Z., Jiménez Z. & Villatoro A. (2017) sostienen que las prácticas experimentales —reales o simuladas— son fundamentales para lograr una comprensión sólida de los contenidos teóricos, ya que permiten conectar la formación conceptual con la base fenomenológica del conocimiento científico.

Características del análisis matemático aplicado en ejercicios físicos

El mundo está lleno de eventos y fenómenos que no comprendemos; sin embargo, con ayuda de la ciencia su comprensión se vuelve posible. A través de la enseñanza de la Física, es posible replicar esos fenómenos y analizarlos para lograr una comprensión más profunda que la que se obtiene únicamente desde los textos o las imágenes (Vidal Jarrín & Córdolo Matailo, 2022, p. 21). En ese contexto, el análisis matemático en ejercicios relacionados con la caída libre de los cuerpos se presenta como una herramienta fundamental para fortalecer dicha comprensión. En el marco de esta investigación, se emplearon métodos prácticos basados en la interpretación de videos con experimentos realizados en el aula, lo que permitió a los estudiantes vincular directamente los fenómenos observados con los principios matemáticos subyacentes. Estos métodos logran captar su atención y, en consecuencia, mejorar su aprendizaje al alejarse del marco tradicionalista. En este sentido, Galván Cardoso & Siado Ramos (2021) señalan que: “el proceso educativo se ha visto afectado por lo

tradicional, lo memorístico y lo rutinario en lo intelectual, posiblemente, porque en los estudiantes no se fomenta una educación activa y participativa, sino repetitiva” (p.4).

La incorporación de experimentos mediante videos en el proceso de enseñanza promovió una comprensión más profunda y precisa de los conceptos matemáticos utilizados para modelar fenómenos físicos. Mediante la realización de actividades experimentales, los estudiantes tuvieron la oportunidad de visualizar las relaciones entre las variables involucradas en la caída libre, como la aceleración debido a la gravedad, la velocidad y el tiempo. Según indica Acosta (2015), el uso de narrativas digitales en la educación facilita la transferencia del conocimiento y establece estrategias de aprendizaje que mejoran la asimilación y retención de los contenidos educativos. (p.4). Este enfoque guarda una relación directa con el aprendizaje en áreas específicas, como la física.

Adicionalmente, se observó que las prácticas experimentales facilitaron la transición de los estudiantes de una comprensión básica hacia una aplicación avanzada del análisis matemático. Este proceso incluyó el manejo de ecuaciones de movimiento, la representación gráfica de datos experimentales y el cálculo de errores asociados. Estas actividades reforzaron no solo el aprendizaje conceptual, sino también el desarrollo de competencias relacionadas con el pensamiento lógico-matemático y la argumentación científica, esenciales en la formación académica de los estudiantes en áreas como la física y la ingeniería.

Por otra parte, los datos recopilados a través de la ficha de observación indicaron que los estudiantes valoraron altamente las sesiones experimentales, no solo por el aprendizaje adquirido, sino también por la experiencia interactiva y dinámica que estas ofrecieron. La enseñanza basada en experimentos generó un ambiente de colaboración y discusión entre los estudiantes, fomentando un aprendizaje más participativo. Este entorno activo permitió que los conceptos abstractos se tradujeran en aplicaciones concretas, lo que incrementó significativamente la motivación y el interés de los estudiantes en el análisis matemático aplicado a fenómenos físicos. Como señalan Arguedas Matarrita, Espinosa & Salazar (2017), “el trabajo experimental en la enseñanza de la Física es una actividad ineludible que promueve en el estudiante capacidades diversas y contribuye al desarrollo de las competencias requeridas en un profesional de las ciencias y las ingenierías”.

En conclusión, el uso de experimentos en la enseñanza de la física, específicamente en el tema de la caída libre, constituye una estrategia pedagógica efectiva para potenciar el desarrollo de habilidades matemáticas. La observación y análisis de fenómenos físicos en un entorno experimental proporcionan a los estudiantes una experiencia educativa más enriquecedora, en la que los conceptos teóricos adquieren un significado práctico. Este enfoque no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fomenta el entusiasmo por el aprendizaje y la aplicación de conocimientos en contextos reales. De acuerdo con Saloj Chumil (2016), “la Física es una ciencia basada en observaciones experimentales, cuyo objetivo es proporcionar los conocimientos para entender la naturaleza, sus fenómenos y el origen de la tecnología” (p.11).

Dificultades sobre el desarrollo de la comprensión de la caída libre de los cuerpos mediante el uso de experimentos

A pesar de los beneficios que ofrece el uso de representaciones experimentales para la enseñanza de la caída libre de los cuerpos, pudimos constatar que este enfoque no está exento de dificultades. Una de las principales limitaciones identificadas durante la investigación fue la complejidad de interpretar adecuadamente las condiciones ideales planteadas en los modelos teóricos. En este sentido, Matínez Jiménez, Castillo Estenoz, & Cruz dávila (2018), advierten que aún existen limitaciones en la didáctica de la actividad práctico-experimental, lo cual dificulta una correcta comprensión de los fenómenos científicos por parte del estudiantado. Además, Del Carmen (2011, citado por Zorrilla & Mazzitelli, 2021) destaca que, “los Trabajos Prácticos (TP) suponen la articulación de diferentes tipos de actividades, mediante un enfoque integrado, en el que la teoría y la práctica se entrelazan en un tratamiento conjunto”(p.2). Surge la necesidad de las herramientas didácticas, tal como nos expresa Bohorquez y Otálora (2022) al decir que, la importancia de la implementación de las estrategias y herramientas didácticas para la enseñanza radica en que, de no aplicarlas, los niños pueden llegar a aburrirse, se puede generar apatía, incluso sueño, así que se debe adoptar una filosofía flexible para que los educandos aprendan y estén en un contexto agradable para la adquisición del conocimiento.

Factores como la resistencia del aire, las irregularidades en la ejecución de los experimentos grabados y la falta de información detallada sobre las condiciones de medición generaron



discrepancias entre los resultados observados en los videos y las predicciones teóricas, lo cual representó un desafío para la comprensión por parte de los estudiantes.

Otra dificultad significativa radicó en la interpretación de los datos presentados en los videos. Algunos estudiantes encontraron complicado relacionar las mediciones observadas con las ecuaciones matemáticas correspondientes. Esto evidenció la necesidad de reforzar previamente conceptos básicos de análisis matemático y cinemática para que los estudiantes pudieran abordar de manera efectiva la interpretación de estos recursos audiovisuales. Tal como señala Paricio Muñoz (2014), los estudiantes de Bachillerato suelen tener dificultades para entender fenómenos físicos, ya que muchos conceptos les resultan abstractos o poco claros, lo que les impide conectar lo aprendido con situaciones reales de su vida diaria. Además, la falta de familiaridad con el tratamiento de datos también se tradujo en errores durante la representación gráfica de las variables, dificultando la identificación de patrones y relaciones clave. Estudios en enseñanza de la cinemática han documentado que los alumnos presentan “dificultades de interpretación de gráficos donde se relacionan variables cinemáticas como distancia vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo” debido a su “falta de comprensión de significados geométricos de la derivada” (Zavala, Barniol, & Tejeda, 2019, citado por Vega Royero, 2020, p. 2).

Asimismo, se destacó que el tiempo limitado disponible en las sesiones de clase para analizar los videos influyó negativamente en la calidad del aprendizaje. Las restricciones temporales impidieron que algunos estudiantes reflexionaran adecuadamente sobre los resultados observados, generando confusiones en el proceso de vincular los fenómenos representados con las teorías físicas. Esta limitación subrayó la importancia de planificar cuidadosamente las actividades basadas en interpretación audiovisual, asegurando un equilibrio entre la visualización, el análisis y la discusión.

En entornos educativos, los recursos audiovisuales suelen utilizarse como actividades guiadas en las que el docente proporciona los lineamientos básicos y los estudiantes trabajan en equipo para analizar los contenidos. Estos recursos pueden incluir la utilización de materiales sencillos grabados, como cronómetros, esferas y reglas graduadas, así como tecnologías más avanzadas, como sensores de movimiento o software de análisis digital. Las actividades se estructuran para que los estudiantes observen, midan y analicen fenómenos

específicos, permitiéndoles contrastar los resultados con las predicciones teóricas y discutir sus hallazgos con sus compañeros. Este tipo de actividades tiene como finalidad no solo observar fenómenos físicos, sino construir conocimiento a partir de ellos. Según Justacaro Flórez (2025), la experimentación, como eje de esta propuesta, ofrece la posibilidad de que los estudiantes no solo observen el fenómeno de caída libre, sino que participen activamente en la construcción de su comprensión.

Además, la organización de estas actividades requiere una planificación cuidadosa que considere tanto los objetivos de aprendizaje como las limitaciones de tiempo y recursos. Los docentes suelen diseñar guías detalladas que orientan a los estudiantes en cada etapa del análisis, desde la observación del video hasta la interpretación de los datos obtenidos. Estas guías promueven un aprendizaje autónomo y colaborativo, ya que los estudiantes asumen roles específicos dentro de los equipos de trabajo, fomentando habilidades como la comunicación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Por otro lado, el papel tanto del docente como del estudiante representó otro desafío. Según autores como Gleason Rodríguez & Rubio (2020), es fundamental mantener un equilibrio en los roles de ambos, donde converjan la guía didáctica teórica proporcionada por el docente y la participación activa del estudiante, comprometido con su autoaprendizaje y autogestión. En este contexto, la flexibilidad y la creatividad deben integrarse en el aprendizaje experiencial sin comprometer la calidad ni la responsabilidad sobre los resultados. Asimismo, factores como la falta de herramientas tecnológicas adecuadas o conectividad en el aula pueden obstaculizar el diseño de clases basadas en experiencias audiovisuales.

Estas carencias pueden evidenciar la necesidad de fortalecer la infraestructura en los entornos educativos para garantizar que el uso de recursos digitales se lleve a cabo bajo condiciones óptimas y permitan a los estudiantes alcanzar una comprensión significativa del tema.

Finalmente, aunque el uso de videos con experimentos ofrece un enfoque interactivo para la enseñanza, también requieren de un acompañamiento docente constante y una guía clara para evitar malentendidos. Algunos estudiantes manifestaron sentirse inseguros al analizar los videos de forma autónoma, especialmente al enfrentar dificultades técnicas o conceptuales. Esto destaca la importancia del rol del docente como facilitador del aprendizaje, asegurando

que cada estudiante reciba el apoyo necesario para superar los obstáculos que puedan surgir durante el proceso de interpretación.

Así pues, aunque el uso de representaciones experimentales en la enseñanza de la caída libre de los cuerpos ofrece grandes ventajas para fomentar el aprendizaje, es necesario abordar las dificultades relacionadas con la interpretación, el análisis de datos y las condiciones pedagógicas. Superar estas limitaciones permitirá maximizar los beneficios de este enfoque, garantizando una experiencia educativa enriquecedora y efectiva para los estudiantes. En esta investigación, teniendo como objetivo realizar un análisis matemático de la caída libre mediante experimentos que integran recursos didácticos. Los conceptos analizados y aplicados son:

- a) Altura, tiempo y aceleración
- b) Caída libre sin resistencia del aire
- c) Objeto desde una altura
- d) Movimiento en un plano inclinado

Se aplicaron preguntas estructuradas a los estudiantes del primero de bachillerato, asociando los conceptos analizados. La primera pregunta estuvo asociada con altura, tiempo y aceleración en la caída libre, los resultados obtenidos se muestran los resultados en la tabla.

Tabla 1: ¿Cuál es la fórmula que relaciona la altura h , el tiempo t y la aceleración de la gravedad g para un objeto en caída libre desde el reposo?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
$h = g \cdot t$	23	38.98 %
$h = 1/2 g \cdot t^2$	10	19.95%
$h = g \cdot t^2$	7	11.86%
$h = 1/2 g \cdot t$	19	32.20 %
Total	59	100%

Fuente: Unidad Educativa Cinco de Mayo 1

Ante la pregunta “¿Cuál es la fórmula que relaciona la altura h , el tiempo t y la aceleración de la gravedad g para un objeto en caída libre desde el reposo?”, los resultados obtenidos muestran una dispersión considerable en las respuestas. La opción A ($h = g \cdot t$), que es incorrecta, fue seleccionada por 23 estudiantes, constituyéndose en la alternativa con mayor frecuencia. La opción B ($h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$), que corresponde a la fórmula correcta, fue escogida por únicamente 10 estudiantes. En tercer lugar, se encuentra la opción C ($h = g \cdot t^2$), también incorrecta, con una frecuencia de 7 respuestas. Finalmente, la opción D ($h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t$), igualmente errónea, fue seleccionada por 19 estudiantes. Estos resultados reflejan una comprensión deficiente del modelo matemático que describe el movimiento de caída libre desde el reposo, lo cual podría estar relacionado con metodologías de enseñanza centradas en la memorización de fórmulas, propias de enfoques pedagógicos tradicionales. En este sentido, se hace evidente la necesidad de incorporar metodologías activas y experiencias de aprendizaje significativas, tales como la experimentación directa, el uso de simulaciones digitales, o el aprendizaje basado en problemas.

Tabla 2. En un experimento de caída libre sin resistencia del aire, se mide que la velocidad de un objeto aumenta aproximadamente 9.8 m/s² cada segundo. ¿Qué representa este valor?

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
La velocidad máxima del objeto	17	28.81%
La distancia recorrida por segundo	15	25.42%
La aceleración de la gravedad	25	42.37%
El tiempo total de caída	2	3.39%
Total	59	100%

Fuente: Unidad Educativa Cinco de Mayo 2



Como se observa en la tabla 2, el 28,81 % de los estudiantes seleccionó la opción A, interpretando erróneamente el valor de $9,8 \text{ m/s}^2$ como la velocidad máxima del objeto. La opción B fue elegida por el 25,42 %, quienes lo asociaron incorrectamente con la distancia recorrida por segundo. Solo el 42,37 % identificó correctamente que este valor representa la aceleración de la gravedad, seleccionando la opción C. Finalmente, un 3,39 % eligió la opción D, creyendo que el dato corresponde al tiempo total de caída. Esta distribución evidencia una confusión generalizada entre conceptos físicos fundamentales como velocidad, aceleración y distancia, lo que sugiere que persisten dificultades conceptuales que deben ser abordadas mediante estrategias didácticas más activas, tales como la experimentación guiada y el análisis gráfico, que favorezcan una comprensión más profunda de los fenómenos del movimiento.

Tabla 3. Si un objeto se deja caer desde una altura de 20 metros, ¿Cuál es el tiempo aproximado que tarda en llegar al suelo? (Use $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
2.02 segundos	29	49.15%
4.04 segundos	12	20.34%
4.45 segundos	7	11.86%
3.06 segundos	11	18.64%
Total	59	100%

Fuente: Unidad Educativa Cinco de Mayo 3

Como se observa en la tabla 3, el 49,15 % de los estudiantes seleccionó la opción A, que representa el tiempo de caída correcto para un objeto que se deja caer desde una altura de 20 metros con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$. No obstante, el 20,34 % eligió la opción B, y el 11,86 % la opción C, ambas incorrectas por representar tiempos significativamente mayores. Por otro lado, el 18,64 % optó por la opción D, también errónea, aunque más cercana al valor esperado. Esta distribución muestra que si bien una parte importante del estudiantado logra aplicar la fórmula adecuada para el cálculo del tiempo de caída ($t = \sqrt{2h/g}$), persisten dificultades en el manejo de relaciones matemáticas básicas en contextos físicos, lo cual

refuerza la necesidad de integrar metodologías que favorezcan el razonamiento aplicado, como la resolución de problemas contextualizados y el trabajo con situaciones experimentales reales.

Tabla 4. En un experimento, se registra el tiempo que tarda una canica en recorrer distintas distancias en un riel inclinado, y se observa que la distancia recorrida es proporcional al cuadrado del tiempo. ¿Qué tipo de movimiento describe esta observación?

Alternativas		Frecuencia	Porcentaje
Movimiento rectilíneo uniforme	21		35.59%
Movimiento uniformemente acelerado	13		22.03%
Movimiento oscilatorio	9		15.25%
Movimiento circular	16		27.12%
Total		59	100%

Fuente: Unidad Educativa Cinco de Mayo 4

Como se observa en la tabla 4, el 35,59 % de los estudiantes eligió la opción A, interpretando incorrectamente el fenómeno como un movimiento rectilíneo uniforme, a pesar de la evidencia experimental que muestra una relación cuadrática entre distancia y tiempo. Por su parte, el 22,03 % seleccionó la opción B, correspondiente al movimiento uniformemente acelerado, que es la respuesta correcta según los resultados observados. Las opciones C y D fueron elegidas por el 15,25 % y el 27,12 %, respectivamente, ambas sin relación con el contexto planteado. A pesar de que la mayoría no identificó correctamente el tipo de movimiento descrito, cabe destacar que en la pregunta anterior (tabla 3), cerca de la mitad de los estudiantes aplicó adecuadamente la fórmula de caída libre, lo que evidencia que las actividades experimentales desarrolladas permitieron, al menos en parte, construir una comprensión funcional de los fenómenos de movimiento. Esto confirma que el uso de estrategias prácticas en la enseñanza de la física tiene un impacto directo en la mejora del



aprendizaje, al vincular de forma concreta los conceptos teóricos con los resultados observados en el aula.

Ficha de observación



PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: FÍSICA Y MATEMÁTICAS

Unidad Educativa: Fiscomisional “Cinco de Mayo”

Grado: Primero de Bachillerato

Asignatura: Física

Tema: Análisis matemático de caída libre mediante experimentos

Fecha: 03/06/2025

Número de estudiantes: 59 estudiantes

Criterios	Sí	En parte	No	Observaciones
ANÁLISIS/DESARROLLO MATEMÁTICO				
Los estudiantes demuestran comprensión del proceso de análisis matemático necesario para abordar los fenómenos presentados en la clase de Física Clásica, antes de utilizar simuladores o materiales audiovisuales complementarios.		X		
Reconocen e identifican de forma precisa las variables físicas involucradas en los problemas planteados por el docente, evidenciando claridad en su interpretación y clasificación.	X			

Aplican correctamente las fórmulas físicas correspondientes al contexto del problema, seleccionándolas de manera consciente y justificando su uso en función de los datos disponibles.	X			
Muestran dominio al realizar el despeje de incógnitas dentro de las fórmulas utilizadas y son capaces de interpretar gráficos relacionados con la dinámica del fenómeno observado o analizado durante la clase.			X	
Emplean de forma adecuada las unidades del Sistema Internacional (SI) en sus cálculos y procedimientos matemáticos, mostrando coherencia entre magnitudes y resultados.	X			
EXPERIMENTOS/DEMOSTRACIONES VISUALES				
Los estudiantes mantienen una actitud atenta y participativa durante el desarrollo de demostraciones visuales o experimentos mediados por simuladores, prestando interés tanto al fenómeno como a sus representaciones dinámicas.	X			
Realizan preguntas pertinentes y buscan aclaraciones que den cuenta de una verdadera inquietud por comprender los conceptos físicos que se están exponiendo, promoviendo una interacción activa con el contenido.	X			
Identifican correctamente los valores o datos claves que se presentan en las		X		

simulaciones o recursos visuales, y comprenden el uso de las unidades correspondientes del Sistema Internacional (SI) dentro del contexto experimental.				
Se evidencia la participación en discusiones espontáneas entre estudiantes, en las que contrastan resultados, interpretaciones y posibles errores surgidos durante el desarrollo de las actividades prácticas o visuales.			X	
Expresan de manera clara su interés por continuar trabajando con herramientas interactivas como simuladores, recursos digitales o videos educativos, reconociendo su utilidad en la comprensión de los conceptos de la Física Clásica.	X			

En la ficha de observación realizada a los estudiantes se demuestra que hay estudiantes con un dominio algo moderado en procesos tales como el uso de fórmulas y el uso de unidades de medidas del SI, mientras que tienen dificultades en el despeje de incógnitas. Además se comprobó que el uso de experimentos o herramientas visuales para la enseñanza de temas como el de la caída libre logra llamar mas la atención y el enfoque de los estudiantes en el área de física.

Se efectuó con el objetivo de comparar y determinar cómo influye el uso de herramientas visuales en el desarrollo de habilidades matemáticas por parte de los estudiantes, los conceptos, el proceso de resolución y sus aplicaciones en la vida cotidiana, también nos percatamos de como influye en la actitud y la motivación que muestran los estudiantes para participar en clases llevadas a cabo con esta clase de herramientas visuales.

Conclusiones

Al analizar los datos obtenidos mediante la ficha de observación, se pudo constatar un uso limitado de recursos didácticos por parte del docente a cargo durante el desarrollo de las clases. Asimismo, se observó una tendencia recurrente en los estudiantes a cometer errores en el análisis matemático de los problemas abordados, especialmente aquellos trabajados como ejemplos en clase, lo que evidenció dificultades para establecer una conexión adecuada entre teoría y práctica. No obstante, tras la implementación de una clase basada en una metodología didáctica con apoyo de recursos experimentales, se registró una mejora notable en las capacidades de análisis de los estudiantes, lo cual sugiere que este tipo de estrategias no solo favorecen la comprensión de contenidos en el área de Física, sino que también contribuyen a incrementar el interés y la participación activa del alumnado.

Además, los resultados del cuestionario aplicado reflejaron que, a pesar de ciertas dificultades conceptuales, los estudiantes lograron desarrollar progresivamente habilidades para el análisis matemático dentro del área de física, particularmente cuando los contenidos fueron abordados mediante enfoques prácticos y experimentales. Por tanto, se concluye que la implementación de metodologías basadas en la experimentación resulta pedagógicamente viable, ya que fortalece el aprendizaje significativo y facilita la comprensión de fenómenos físicos a través de su vinculación con representaciones matemáticas concretas.

Los experimentos permiten a los estudiantes observar de manera tangible fenómenos como la aceleración constante y la influencia de la gravedad, lo que facilita la identificación de variables clave. Este enfoque experimental debe complementarse con explicaciones claras y ejercicios guiados que traduzcan las observaciones en representaciones matemáticas, reforzando la comprensión y promoviendo la aplicación práctica.

En consecuencia, la investigación confirma que el problema planteado es viable, ya que el análisis matemático combinado con experimentos contribuye significativamente a mejorar la comprensión de los estudiantes, fortaleciendo sus habilidades tanto en física como en matemáticas. Esto demuestra la efectividad de esta metodología para relacionar fenómenos físicos con su análisis teórico.



Referencias

- Acosta, A. H. (2015). Narrativas Digitales Como Didácticas Y Estrategias De Aprendizaje En Los Procesos De Asimilación Y Retención Del Conocimiento. *SOPHIA coleccion de filosofía de la educación*, 253-269. doi:10.17163/soph.n19.2015.12
- Arias Navarro, E., & Arguedas Matarrita, C. (2020). El trabajo experimental en la enseñanza de la Física en tiempos de pandemia mediante el uso de la aplicación II Ley de Newton en la UNED de Costa Rica. *Revista Innovaciones Educativa*, 103-114. doi:<https://doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3204>
- Becerra Rodriguez, D., Vargas Sánchez, A., Boude Figueredo, O., & Benítez Mendivelso, M. (17 de 12 de 2020). ESTRATEGIAS QUE APOYAN EL APRENDIZAJE DE LA CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS. *Revista Espacios*, 41(48), 13. doi:10.48082/espacios-a20v41n48p11
- Bohorquez Alvarez, D. E., & Otálora Calderón, Y. B. (2022). INFLUENCIA DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN EL AULA. *PANORAMA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3439/343971615003/html/#:~:text=La%20importancia%20de%20la%20implementaci%C3%B3n,est%C3%A1n%20en%20un%20contexto%20agradable>
- Chazot, C. (15 de 04 de 2024). *FizziQ*. Obtenido de FizziQ: <https://www.fizziq.org/es/post/f%C3%ADsica-en-movimiento-el-poder-del-an%C3%A1lisis-de-video-en-la-educaci%C3%B3n>
- Chumil, A. S. (2016). PRACTICAS EXPERIMENTALES PARA EL APRENDIZAJE INTEGRAL DE LA FÍSICA, EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN MEDIA DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA UTATLÁN, DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. *Universidad Galileo*, 152. Obtenido de <https://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/944/1/Alejandro%20Saloj%20Chumil%202016.pdf>
- Galván Cardoso, A., & Siado Ramos, E. (2021). Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 962-975. doi:10.35381/cm.v7i12.457



- Gleason Rodríguez, M. A., & Rubio, J. E. (2020). Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente. *Revista Educación*, 44 (2). Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v44n2/2215-2644-edu-44-02-00279.pdf>
- González Polo, R. I., & Castañeda, A. (2023). Aprender funciones como un proceso de matematización progresiva: estudiantes de secundaria enfrentado una secuencia didáctica de caída libre. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME* , 147-175. doi:<https://doi.org/10.12802/relime.23.2621>
- Jiménez Z , M. A., Villatoro A., J. C., & Jiménez Z. , R. (2017). EXPERIMENTO PARA DETERMINAR EL VALOR DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD LOCAL: CAIDA LIBRE. *Revista Pakbal*, 45-49. Obtenido de https://www.ingenieria.unach.mx/images/Articulos_revista/revistapakbal_40_pag45-49.pdf
- Justacaro, F. A. (2025). *La experimentación en cinemática. Una estrategia didáctica para la enseñanza de la caída libre desde un análisis epistemológico*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/87850/1039458922.2025.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Matínez Jiménez, G., Castillo Estenoz, M., & Cruz dávila, M. (2018). LA ACTIVIDAD PRÁCTICO-EXPERIMENTAL EN CIENCIAS NATURALES: EXIGENCIAS DIDÁCTICAS PARA SU DESARROLLO. *Revista: Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/02/ciencias-naturales-exigencias.html>
- Paricio Muñoz, S. (2014). . *Algunos estudiantes encontraron complicado relacionar las mediciones observadas con las ecuaciones matemáticas correspondientes. Esto evidenció la necesidad de reforzar previamente conceptos básicos de análisis matemático y cinemática para que los estud.* Barcelona: Unir, Universidad Internacional de la Rioja. Obtenido de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/2719>



- Parra Moreno, C., Charry Moreno, Y., & Ruiz, J. L. (2008). Estudio sobre la caída de los cuerpos. *Dialnet*, 7. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7531079.pdf>
- Salvador García, C., Chiva Bartoll, O., Capella Peris, C., & Ruiz Montero, P. (2020). Un estudio de métodos mixtos para examinar la influencia del AICLE en las clases de educación física: análisis de las interacciones sociales y los niveles de actividad física. *Frontiers in Psychology*, 11(578), 1-10. doi:10.3389/fpsyg.2020.00578
- Vega Royero, S. (2020). Desarrollo de competencias genéricas y específicas en estudiantes de ingeniería en el marco del laboratorio de física. *Revista Mexicana de Física E*, 17(2), 104-114. doi:<https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.17.104>
- Vera , F., Rivera, R., Fuentes, R., & Romero Maltrana, D. (2015). Estudio del movimiento de caída libre usando videos de experimentos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12, 581-592. doi:10498/17611
<http://hdl.handle.net/10498/17611>
- Vidal Jarrin, M. A., & Condolo Matailo, L. S. (2022). *Guía didáctica con la metodología de "Aprendizaje Basado en Proyectos" para la enseñanza de la cinemática lineal para primero de bachillerato del Colegio Bachillerato Ricaurte*. Cuenca. Recuperado el 25 de 09 de 2024, de [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/39654/1/Trabajo-de-Titulaci%
Titulaci%
Titulaci%
Titulaci%](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/39654/1/Trabajo-de-Titulaci%c3%b3n.pdf)
- Zorrilla, E. G., & Mazzitelli, C. A. (2021). Trabajos Prácticos de Laboratorio y Modelos didácticos: una propuesta de clasificación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 133-148. doi:10.7203/DCES.40.18056

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.