

Implementation of a didactic prototype for experimental learning of kinematics

Implementación de un prototipo didáctico para el aprendizaje experimental de la cinemática

Autores:

Ing. Merlo-Veintimilla, Alex Antonio
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Maestría Académica con Trayectoria Profesional en Pedagogía de las Ciencias
Experimentales, Mención en Matemática y Física
Facultad de Posgrado
Maestrante
Guayaquil – Ecuador



amerlo4793@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-6306-878X>

Ing. Rosado-Cusme, Kelvin Agustín Mg.
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López – ESPAM MFL
Ingeniero Mecánico, Magíster en Enseñanza de la Física
Docente de la carrera de Computación, Unidad de Ciencias Básicas
Tutor Académico
Calceta - Ecuador



krosado@espam.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1511-6682>

Ing. Arteaga-Bazurto, Luis Eduardo Mg.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Ingeniero Mecánico, Magíster en Mantenimiento Industrial Mención en Gestión Eficiente
del Mantenimiento
Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Básicas
Cotutor Académico
Portoviejo - Ecuador



eduardo.arteaga@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-0859-1656>

as de recepción: 25-AGOS-2024 aceptación: 17-OCT-2024 publicación: 15-DIC-2024



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

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La abstracción de términos empleados en cinemática como velocidad y movimiento, suele dificultar la comprensión de estos conceptos por parte de los estudiantes y repercute de manera directa en su rendimiento académico. Las metodologías tradicionales, basadas en la memorización y la exposición, resultan insuficientes para involucrar a los alumnos en un aprendizaje activo. En este contexto, se plantea implementar un prototipo didáctico que facilite el aprendizaje experimental de la cinemática. El objetivo es evaluar su impacto en la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes de una Unidad Educativa del nivel secundario de Ecuador. El estudio empleó un enfoque cuantitativo con un diseño pre-experimental, evaluando el impacto de un prototipo didáctico en el aprendizaje de la cinemática. La muestra estuvo compuesta por 66 estudiantes de primero de bachillerato, distribuidos en dos paralelos: 33 estudiantes en el grupo de control, que utilizó métodos tradicionales, y 33 en el grupo experimental, que interactuó con el prototipo. La recolección y análisis de datos se realizó mediante el software Jamovi, lo que permitió comparar el desempeño de ambos grupos en relación con las actividades propuestas. Los resultados mostraron que la implementación del prototipo didáctico, respaldada por la revisión documental que sustentó su diseño, mejoró la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes en cinemática. Se concluye que el enfoque práctico y activo en el aprendizaje es altamente efectivo, promoviendo un entendimiento más profundo y un mayor interés por las ciencias.

Palabras clave: cinemática; enfoque STEAM; enseñanza de la Física; prototipo didáctico



Abstract

The abstraction of terms used in kinematics, such as speed and motion, often hinders students' understanding of these concepts and directly impacts their academic performance. Traditional methodologies based on memorization and lecture-based instruction are insufficient to engage students in active learning. In this context, the implementation of a didactic prototype is proposed to facilitate experiential learning of kinematics. The objective is to assess its impact on conceptual understanding and academic performance of high school students in an educational institution in Ecuador. The study employed a quantitative approach with a pre-experimental design, evaluating the impact of a didactic prototype on learning kinematics. The sample consisted of 66 first-year high school students, divided into two groups: 33 students in the control group, which used traditional methods, and 33 in the experimental group, which interacted with the prototype. Data collection and analysis were conducted using Jamovi software, enabling a comparison of the performance of both groups in relation to the proposed activities. Results showed that the implementation of the didactic prototype, supported by documentary review underpinning its design, improved students' comprehension and academic performance in kinematics. It is concluded that a practical and active learning approach is highly effective, promoting deeper understanding and greater interest in science.

Keywords: kinematics; STEAM approach; physics teaching; didactic prototype



Introducción

En la educación media, los estudiantes suelen encontrar poco atractivas las asignaturas de ciencias exactas, como Matemáticas, Química y Física. El estudio de la Cinemática en Física representa un reto tanto para docentes como para estudiantes, debido a la naturaleza abstracta de conceptos importantes como el movimiento, la velocidad y la aceleración. Según Zambrano et al. (2024), esta dificultad para visualizar y experimentar dichos fenómenos en el aula ha generado bajos niveles de comprensión, afectando el rendimiento académico en las ciencias exactas.

La física como ciencia, se fundamenta en la experimentación, lo que implica que su desarrollo se basa en la observación y se actualiza de manera continua. A partir de esta premisa, el docente como ente mediador tiene la responsabilidad de recrear y transmitir los fenómenos naturales en un salón de clases. La cinemática, constituye una parte fundamental de la mecánica. Esta disciplina se encarga del análisis del movimiento de los objetos sin considerar las causas que lo provocan (Carrillo Díaz, 2009). Su enfoque se centra en describir y analizar aspectos del movimiento como la posición, el desplazamiento, la trayectoria, la velocidad y la aceleración. Para ello, se utilizan herramientas matemáticas y gráficas que permiten representar y visualizar estos conceptos de manera clara y precisa.

A través de la cinemática, es posible comprender y predecir el comportamiento de los cuerpos en movimiento, lo que resulta útil para entender una amplia variedad de fenómenos físicos del entorno. En consecuencia, surge la necesidad de implementar metodologías didácticas innovadoras que ofrezcan a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más interactiva y práctica. Con la llegada de la tecnología informática, se han desarrollado simuladores, software dinámicos y animaciones, que se convierten en herramientas tecnológicas útiles para facilitar la enseñanza de esta disciplina (Chaparro et al., 2019).

En este contexto, diversas opiniones surgen en el ámbito de la enseñanza actual sobre cuáles son las estrategias más efectivas para mejorar el éxito y el compromiso de los estudiantes (Choez et al., 2024). El reto está en encontrar un equilibrio entre las distintas perspectivas sobre los métodos más adecuados para diferentes tipos de alumnos y entornos educativos. Como señala Hernández (2021), es esencial identificar lo que mejor funcione para cada aula y sus estudiantes, a fin de enfrentar los obstáculos asociados con el aprendizaje de materias complejas, como la Física.

A nivel internacional, se han desarrollado varios estudios, destacando el de Gonzalez et al. (2017), que propone un diseño innovador para la enseñanza de la mecánica mediante el uso de tecnologías modernas. Este prototipo didáctico optimiza el aprendizaje práctico de



conceptos mecánicos, especialmente en el área de la cinemática, al facilitar la adquisición y el procesamiento de datos en laboratorios de física universitaria.

En Latinoamérica, específicamente en Colombia, se ha desarrollado un prototipo didáctico enfocado en la robótica educativa que, aunque se centra en este campo, también utiliza aspectos de cinemática al analizar el movimiento de mecanismos. Este estudio proporciona un enfoque práctico que podría adaptarse para la enseñanza de la cinemática en otros contextos educativos. Al integrar la robótica con el aprendizaje de la cinemática, se ofrece a los estudiantes una oportunidad valiosa para comprender mejor los principios del movimiento y su aplicación en situaciones reales (Rincón, 2020).

En Ecuador, uno de los prototipos educativos desarrollados facilita la visualización del movimiento parabólico a través de experimentos prácticos. Este estudio destaca la manera como el prototipo ayuda a los estudiantes a comprender mejor las trayectorias de los proyectiles al interactuar directamente con los fenómenos físicos. Además, permite calcular indirectamente la velocidad inicial a partir de las mediciones realizadas durante las prácticas, lo que refuerza la conexión entre la teoría y la aplicación práctica (Morales & Paredes, 2015).

Los prototipos didácticos son recursos educativos creados para promover el aprendizaje mediante la interacción práctica con conceptos teóricos. Estos se aplican en una variedad de campos, que van desde la ingeniería hasta la educación infantil, y su diseño se fundamenta en principios pedagógicos que fomentan un aprendizaje significativo (Arbañil et al., 2023).

Además, el uso de prototipos didácticos ofrece múltiples beneficios en el proceso educativo. En primer lugar, fomentan el aprendizaje activo al involucrar a los estudiantes en actividades prácticas, lo que les permite aplicar conocimientos teóricos en contextos reales. Además, estos recursos contribuyen al desarrollo de competencias específicas, como el análisis cinemático en ingeniería o habilidades verbales en educación infantil. Por último, promueven la innovación pedagógica, favoreciendo un cambio del modelo educativo tradicional hacia un enfoque más constructivista que valora el pensamiento crítico y creativo de los alumnos (Rojas et al., 2012).

El diseño del prototipo didáctico se basa en el enfoque STEAM, que surge como respuesta a las transformaciones actuales en los ámbitos económico, político, ambiental, social, científico y tecnológico. Esta tendencia resalta la importancia de fomentar vocaciones científicas y desarrollar competencias profesionales necesarias en un mundo globalizado. Como resultado, se ha puesto mayor énfasis en el papel del estudiante en el proceso de aprendizaje, en lugar de centrarse exclusivamente en la figura del docente (Pineda, 2023).

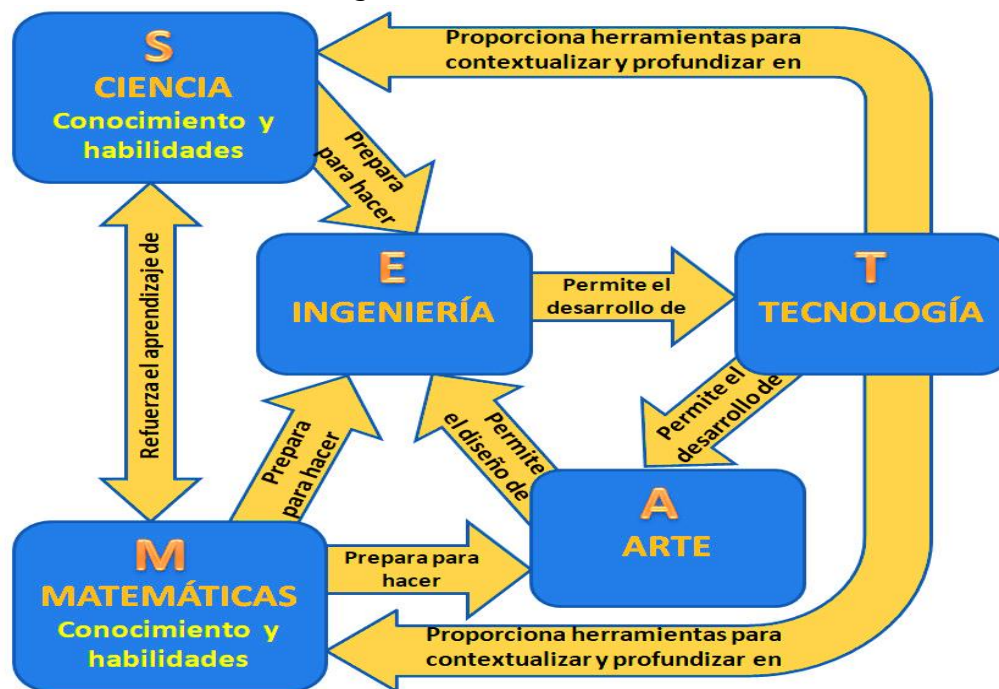


La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se basa en la interdisciplinariedad, integrando ciencias, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para resolver problemas reales, lo que permite a los estudiantes apreciar la aplicación práctica de lo aprendido. Fomenta el aprendizaje activo a través de proyectos prácticos que implican investigación y resolución de problemas, promoviendo un entendimiento más profundo. Además, al incluir las artes, estimula la creatividad e innovación, permitiendo a los estudiantes abordar desafíos desde diversas perspectivas y desarrollar soluciones originales y efectivas (UNIR, 2023).

De manera similar, la metodología STEAM puede implementarse en una variedad de contextos educativos, abarcando desde la educación infantil hasta la educación superior. Los laboratorios STEAM son entornos diseñados específicamente para promover este tipo de aprendizaje, dotados de herramientas tecnológicas que permiten a los estudiantes experimentar y desarrollar sus propias creaciones. Al aplicarla a la enseñanza de la física, se propone un enfoque interdisciplinario que combina estas disciplinas para fomentar un aprendizaje más significativo. A través de esta metodología, los estudiantes se involucran en proyectos prácticos que utilizan conceptos físicos en situaciones reales, como el diseño y la construcción de dispositivos, la realización de simulaciones y la representación artística de conceptos científicos (ver, figura 1).

Figura 1

Diagrama de relaciones STEAM



Nota. Adaptado de Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education, por Watson & Watson (2013).

En la Unidad Educativa, las clases de física se llevan a cabo de forma tradicional, donde predominan la exposición magistral y la memorización de fórmulas y conceptos (Lino-Calle et al., 2023). Este enfoque, aunque útil en ciertos aspectos, limita la capacidad de los estudiantes para comprender profundamente los principios físicos y su aplicación en situaciones reales. La falta de recursos experimentales y la escasa interactividad en el aula contribuyen a un aprendizaje pasivo, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias que fomenten la participación activa y la experimentación.

De igual manera, Vélez et al. (2024) advierte que, aunque los estudiantes pueden mostrar inicialmente interés en los fenómenos físicos, este interés podría desvanecerse si no reciben el apoyo pedagógico adecuado para comprender los conceptos abstractos y los procedimientos complejos. Medina et al. (2024) coinciden, indicando que, a pesar de los esfuerzos realizados, los resultados no han tenido el impacto esperado en el rendimiento estudiantil. Ante este panorama, resulta evidente la necesidad de adaptarse a un entorno educativo en constante evolución, donde la tecnología puede jugar un papel clave para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la física.

Por otra parte, muchos docentes enfrentan limitaciones en cuanto a las herramientas y materiales disponibles para la enseñanza de la física. La escasez de equipamiento adecuado, como laboratorios, instrumentos de medición y tecnologías educativas, limita su capacidad para realizar prácticas experimentales efectivas (Vélez et al., 2024). Esto dificulta la enseñanza de conceptos cinemáticos y puede generar frustración en los docentes, quienes desean ofrecer una educación de calidad, pero se ven restringidos por la falta de recursos.

Ante esta problemática se formula la siguiente pregunta científica ¿Cómo influye la implementación de un prototipo didáctico en el aprendizaje experimental de los conceptos fundamentales de cinemática en estudiantes de secundaria?

Para responder a la problemática se propone el siguiente objetivo: implementar un prototipo didáctico que facilite el aprendizaje experimental de la cinemática, evaluando su impacto en la comprensión conceptual y el rendimiento académico de los estudiantes involucrados en el estudio. Esta propuesta busca reducir la brecha entre la teoría y la práctica, promoviendo un entorno de aprendizaje más dinámico e inclusivo.

Material y métodos

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo con un diseño pre-experimental que permite evaluar el impacto del prototipo didáctico en el aprendizaje de la cinemática en una dimensión. Se trabajó con dos grupos de estudiantes: un grupo de control, que participó en actividades tradicionales de enseñanza, y un grupo experimental, que utilizó el prototipo diseñado específicamente para el aprendizaje activo de conceptos cinemáticos.

Para el análisis de datos, se aplicaron métodos estadísticos mediante el software Jamovi (Lino et al., 2024), lo cual facilitó la comparación entre el rendimiento académico y la comprensión conceptual de ambos grupos. Este análisis permitió observar las diferencias en el aprendizaje y evaluar la efectividad del prototipo como herramienta didáctica. Adicionalmente, se realizó una revisión documental para sustentar el diseño del prototipo y construir el marco teórico del estudio, utilizando fuentes académicas sobre el enfoque STEAM y metodologías experimentales en la enseñanza de la física.

La población de este estudio estuvo conformada por los estudiantes de primero de bachillerato de una institución educativa, específicamente 66 estudiantes distribuidos en dos paralelos (A y B). Para el desarrollo del estudio, se tomó como muestra a toda la población disponible, siguiendo un criterio de selección no probabilístico por conveniencia. Este enfoque permitió incluir a los 33 estudiantes del paralelo A como grupo de control, quienes participaron en actividades de enseñanza tradicional, y a los 33 estudiantes del paralelo B como grupo experimental, quienes utilizaron el prototipo didáctico diseñado para el aprendizaje activo de conceptos de cinemática. La elección de esta muestra respondió al objetivo de evaluar el impacto del prototipo en un entorno educativo real.

Explicación teórica demostrativa

El estudio tuvo una duración de cuatro semanas, con un total de 8 horas de clase. En las tres primeras semanas el docente aplicó en ambos grupos metodología tradicional para la enseñanza de los conceptos básicos. Los estudiantes utilizaron el libro de texto entregado por el ministerio de educación del Ecuador revisando los siguientes temas:

Semana 1: Movimiento (páginas 24-27)

Semana 2: Rapidez y cambio de posición (páginas 28-31)

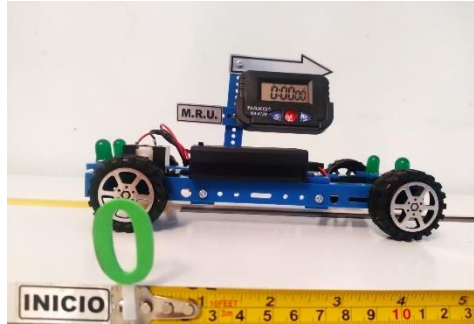
Semana 3: Cambios de velocidad (páginas 32-41).

En la cuarta semana se implementó una planificación diferenciada para el grupo de control y para el grupo experimental, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2



Planificación de clases entre el grupo de control vs el experimental

Clase 1: Grupo de Control PAGC	Clase 1: Grupo Experimental PBGE
Indicador de evaluación: Comprender los conceptos básicos del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y su aplicación en situaciones cotidianas. Anticipación 1. Realizar observaciones de un objeto en movimiento rectilíneo para medir el tiempo y la distancia recorrida. 2. Explicar cómo los objetos en movimiento rectilíneo uniforme mantienen una velocidad constante, relacionándolo con ejemplos cotidianos, como un automóvil en carretera. Reflexión • ¿Por qué un objeto en MRU recorre distancias iguales en tiempos iguales? • ¿Cuáles son algunos ejemplos cotidianos de MRU? Construcción • Explicación de los contenidos Consolidación Actividad a Evaluar (AC1) Un móvil se desplaza en línea recta, manteniendo un movimiento rectilíneo uniforme (MRU). A partir de los datos proporcionados en el libro de texto, registre el tiempo y la distancia recorrida en diferentes intervalos. Calcule la velocidad promedio para cada tramo y obtenga el promedio de las velocidades para analizar la constancia del movimiento.	Objetivo: Comprender los conceptos básicos del Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y su aplicación en situaciones cotidianas mediante el uso de un prototipo didáctico. Anticipación 1. Visualizar un video introductorio sobre MRU y su aplicación práctica en la vida diaria: https://www.youtube.com/watch?v=VMt2tdhVuUo 2. Discutir los conceptos básicos de MRU, guiados por el prototipo didáctico que permite observar el movimiento constante de un objeto. Reflexión ¿Qué condiciones deben cumplirse para que un objeto esté en MRU? Construcción • Observar el objeto en el prototipo didáctico y calcular la velocidad media.  Consolidación Actividad a Evaluar (AE1) Mediante el uso de un prototipo didáctico, se recopilan los datos de tiempo y distancia recorrida por un móvil que se desplaza en línea recta con movimiento rectilíneo uniforme (MRU). Utilice estos valores experimentales para calcular la velocidad promedio en cada

Tiempo Inicial (s)	Tiempo Final (s)	Δt (s)	Δx (m)	v (m/s)
10	12			
12	14			
14	14,99			
14,99	15,89			
15,89	16,79			

intervalo y obtenga el promedio general de las velocidades calculadas.

Tiempo Inicial (s)	Tiempo Final (s)	Δt (s)	Δx (m)	v (m/s)
--------------------	------------------	----------------	----------------	---------

Responde:

1. ¿Qué entiendes por movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y cómo se aplica en este ejercicio?
2. ¿Cómo calculaste la velocidad en cada intervalo y cuál es la fórmula utilizada?
3. ¿Cuál fue el valor promedio de la velocidad obtenida? ¿Qué representa este valor en el contexto del ejercicio?
4. ¿Por qué crees que la velocidad puede ser constante o variar en cada intervalo de tiempo?

Responde:

1. ¿Cómo afecta el uso del prototipo didáctico a tu comprensión del MRU en comparación con los datos teóricos?
2. ¿Crees que las condiciones experimentales afectan la precisión de los datos? Explica tu razonamiento.
3. ¿Qué aspectos de este experimento harías de forma distinta para mejorar la precisión en la obtención de datos?

Fuente: Elaboración propia.

Durante la sesión, la clase comenzó con una charla magistral teórica-demostrativa que abordó los conceptos fundamentales de la cinemática. Se presentaron y discutieron características y ecuaciones clave relacionadas con el desplazamiento, la velocidad, la aceleración y el tiempo. Esta introducción proporcionó un marco teórico sólido para que los estudiantes comprendieran los principios básicos que rigen el movimiento.

A lo largo de la charla, se mostró cómo aplicar estos conceptos en el análisis del movimiento rectilíneo y uniformemente acelerado. Se facilitaron explicaciones sobre las ecuaciones necesarias para describir y predecir el comportamiento de los cuerpos en movimiento, lo que permitió a los estudiantes conectar la teoría con situaciones prácticas. Esta metodología promovió una comprensión más profunda de la cinemática y su relevancia en el mundo real.

Tabla 2
Ecuaciones utilizadas en el estudio de la cinemática

Ecuación



Desplazamiento (s) [m]	$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
Velocidad final (v) [m/s]	$v_f = v_0 + a t$
Aceleración (a) [m/s ²]	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
Tiempo (t) [s]	$t = \frac{v_f - v_0}{a}$

Fuente: Elaboración propia

Presentación de resultados de la experiencia

A continuación, los estudiantes del grupo experimental fueron organizados y recibieron instrucciones sobre el uso del prototipo didáctico. El prototipo permitía simular el desplazamiento de un objeto y recoger datos precisos en intervalos de tiempo específicos, lo que facilitó la observación de la velocidad constante característica del MRU (ver figura 3). Para llevar a cabo una toma de datos efectiva en el laboratorio, se siguen los siguientes pasos: breve explicación teórica, preparación de los instrumentos a utilizar, medición de la posición y el tiempo, construcción de tablas, análisis y representación gráfica de los datos recopilados, finalmente interpretación y conclusiones.

Tabla 3
Datos recopilados del ensayo con el prototipo didáctico

X		Y		
Δt tiempo		Δx distancia	$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{Y}{X}$	
t_0	t_f	t (s)	d (m)	v (m/s)
10,19	11,30	1,11	0,40	0,36
11,30	12,19	0,89	0,40	0,45
12,19	12,99	0,80	0,40	0,50
12,99	13,89	0,90	0,40	0,44
13,89	14,79	0,90	0,40	0,44

PROMEDIO DE V
0,44

Figura 2
Prototipo didáctico MRU





Nota. Explicación por parte del docente al implementar el prototipo didáctico.

El prototipo ofrece la experiencia de un [aprendizaje interactivo](#). Las prácticas de laboratorio en el aula es un recurso valioso en la educación científica, ya que enriquecen el aprendizaje al proporcionar una experiencia práctica que fortalece la comprensión de conceptos, estimula el interés y conecta la teoría con la aplicación en el mundo real (Vélez et al., 2024). Durante la práctica, los estudiantes recolectan información precisa y cuantitativa sobre la posición y el tiempo de un objeto en movimiento rectilíneo.

Resultados

Las calificaciones reflejan el desempeño de los estudiantes bajo dos metodologías distintas: el grupo de control, paralelo A (PAGC), realizó sus actividades mediante ejercicios tradicionales, mientras que el grupo experimental, paralelo B (PBGE), empleó un prototipo didáctico para facilitar el aprendizaje práctico. Este contraste en metodologías permitió evaluar la comprensión teórica, también la aplicación de los conceptos en un contexto más dinámico e interactivo en el grupo experimental.

Tabla 4

Estadística descriptiva entre el grupo PAGC vs PBGE

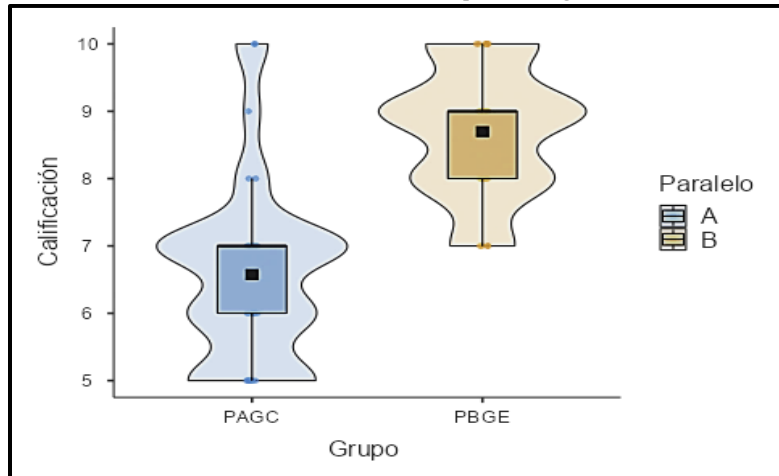
	Grupo	N	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
Calificación	PAGC	33	6.58	7	7.00	1.347	5	10
	PBGE	33	8.70	9	9.00	0.951	7	10

Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

Figura 3

Gráficas de violín, cajas y bigote





Fuente. Base de datos. Elaboración propia.

En la Tabla 4 y Figura 3, se presenta una comparación estadística descriptiva del rendimiento académico entre los estudiantes de dos grupos: el grupo de control (PAGC) y el grupo experimental (PBGE). Ambos grupos constan de 33 estudiantes, y la calificación promedio en el grupo de control es de 6.58, con una desviación estándar de 1.347. En este grupo, la mediana es 7 y la moda es 7, lo cual indica que la mayoría de los estudiantes obtuvo calificaciones alrededor de esta puntuación central. Los valores mínimos y máximos en el grupo de control oscilan entre 5 y 10 puntos, reflejando una dispersión notable en las calificaciones.

Por otro lado, en el grupo experimental (PBGE), la calificación promedio se eleva a 8.70, que es más alta que la del grupo de control, con una desviación estándar menor de 0.951, lo que sugiere una menor variabilidad en las puntuaciones. La mediana en el grupo experimental es 9, al igual que la moda, lo cual implica que la mayor parte de los estudiantes obtuvieron puntajes altos y consistentes. Los valores extremos en este grupo se sitúan entre 7 y 10 puntos, lo cual refleja un rendimiento académico más uniforme y destacado en comparación con el grupo de control.

En conjunto, estos resultados indican que la metodología empleada con el prototipo didáctico en el grupo experimental favoreció una mayor calificación promedio, también promovió un rendimiento más consistente entre los estudiantes, evidenciado por una desviación estándar más baja y una mayor concentración de puntuaciones en el rango superior. Esto sugiere que la inclusión de recursos interactivos y prácticas de laboratorio tiene un impacto positivo en la comprensión y aplicación de conceptos teóricos en cinemática. A continuación, se muestra el análisis de datos para la prueba de hipótesis, en comparación de la media de dos muestras independientes asociadas a la nota 1 entre el grupo PAGC y PBGE:

Prueba 1

$H_0 = \mu_{PAGC} = \mu_{PBGE}$, la media del grupo GC en la actividad PAGC es igual a la media del grupo PBGE.

$H_1 = \mu_{PAGC} < \mu_{PBGE}$, la media del grupo GC en la actividad PAGC es menor que la media del grupo PBGE.

Tabla 5

Prueba T para la media de dos Muestras Independientes

Prueba T para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	p
Calificación	T de Student	-7.39	64.0	< .001

Nota. $H_1 \mu_{PAGC} \neq \mu_{PBGE}$

La Tabla 5 muestra el análisis de una prueba t para dos muestras independientes, que evalúa si existe una diferencia estadísticamente significativa en las calificaciones promedio entre el grupo de control (PAGC) y el grupo experimental (PBGE) en la actividad de cinemática. La hipótesis nula (H_0) plantea que no hay diferencia en las medias entre ambos grupos, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) sugiere que la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control.

Los resultados obtenidos muestran un valor del estadístico t de -7.39, lo que indica una diferencia negativa, apoyando la idea de que el grupo de control obtuvo calificaciones más bajas en comparación con el grupo experimental. Con 64 grados de libertad y un valor de p menor a 0.001, la prueba es altamente significativa, lo cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Estos resultados respaldan que el grupo experimental, que trabajó con el prototipo didáctico interactivo, tuvo un rendimiento superior en comparación con el grupo de control, sugiriendo que el enfoque práctico y dinámico en la enseñanza de cinemática fue efectivo en mejorar la comprensión y aplicación de los conceptos.

Discusión

La comparación de resultados entre el grupo de control (PAGC) y el grupo experimental (PBGE) muestra las diferencias del rendimiento académico de los estudiantes en la actividad de cinemática, destacando el impacto de la metodología didáctica en el aprendizaje. El grupo experimental, que utilizó un prototipo interactivo, mostró un promedio de calificaciones superior al grupo de control que siguió un enfoque tradicional. Tal como lo menciona Villacreses et al. (2024), la experiencia del grupo experimental demuestra que las



metodologías activas y el uso de simulaciones mejoran el rendimiento académico y permite a los estudiantes desarrollar habilidades críticas para la resolución de problemas

Los resultados estadísticos confirman la efectividad de esta metodología práctica. La prueba t para dos muestras independientes mostró un valor estadístico de -7.39 con un $p < 0.001$, lo que indica que la diferencia en las medias es estadísticamente significativa y no es producto del azar. Tal como menciona Medina et al. (2024) en su estudio “Los resultados revelaron que la probabilidad asociada al estadístico fue de $p = 0.001$, llevando al rechazo de H_0 y a la aceptación de H_1 ” (p. 1131). Este análisis demostró resultados significativamente superiores en la tarea experimental en comparación con la tarea de control, corroborando así la hipótesis de investigación planteada (Intriago et al., 2023).

Desde una perspectiva educativa, estos resultados subrayan el valor de incorporar metodologías activas en la enseñanza de ciencias, particularmente en temas abstractos como la cinemática. En palabras de Pinargote et al. (2024), “Los estudiantes valoran de una mejor manera los enfoques dinámicos y el trabajo colaborativo en comparación con la metodología tradicional, lo que refuerza la necesidad de innovar en las estrategias educativas” (p. 3987). Este incremento en las calificaciones sugiere que el uso de recursos prácticos y visuales facilita la comprensión de conceptos complejos (Lino-Calle et al., 2024), como la cinemática, al conectar la teoría con la experiencia práctica.

Al dotar a los estudiantes de habilidades sólidas en física, se fomenta su capacidad para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo, lo que, a su vez, influye de manera positiva en el desarrollo socioeconómico de la región y del Ecuador en su totalidad (Eugenio et al., 2024). Es fundamental llevar a cabo un seguimiento de este tipo de iniciativas mediante estudios a mediano y largo plazo que analicen el efecto de los prototipos en el aprendizaje de los estudiantes, así como su impacto en el interés por las carreras científicas (Zambrano et al., 2024).

Estos hallazgos apoyan la necesidad de implementar estrategias didácticas interactivas en el aula para mejorar el rendimiento académico y la retención de conceptos en disciplinas científicas. La diferencia observada entre ambos grupos respalda la idea de que la educación científica se beneficia enormemente de la integración de experiencias prácticas que conectan la teoría con su aplicación tangible.

Conclusiones

Se concluye que la implementación del prototipo didáctico para el aprendizaje experimental de la cinemática en la Unidad Educativa permitió mejorar la comprensión conceptual y con ello el rendimiento académico de los estudiantes. Esta metodología activa ha logrado



involucrar a los alumnos en su proceso de aprendizaje, promoviendo un entendimiento más profundo de los principios de la cinemática. Los resultados obtenidos, que muestran un rendimiento superior en el grupo experimental en comparación con el grupo de control, respaldan la hipótesis de que el aprendizaje práctico es fundamental para la educación en física. En consecuencia, se recomienda continuar utilizando y perfeccionando este tipo de recursos didácticos para contribuir a la enseñanza de las ciencias y fomentar un mayor interés en la materia.

Referencias bibliográficas

- Arbañil, R., Manrique, Z., Ecos, A., Quispe, A., Ore, F., & Amaya, K. (2023). Tecnología para desarrollar la tecnología STEM. In *Correspondencias & Análisis* (Issue 15018). Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaleté Lugo Jr. http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1873
- Carrillo Díaz, I. (2009). Análisis cinemático de un movimiento. *Carbon*, 4(9), 7–12. https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1056/modelo_de_practica.pdf
- Chaparro, J., Lombana, N., & León, F. (2019). FísicaTIC, plataforma Hardware-Software para Aplicaciones en Física e Ingeniería. *Scientia Et Technica*, 24(3), 354–365. <https://www.redalyc.org/journal/849/84961239001/84961239001.pdf>
- Choez, L., Menéndez, J., & Lino, V. (2024). Estrategia pedagógica para contribuir las habilidades docentes en la asignatura de Lengua y Literatura. *MQRInvestigar*, 8(2), 4305–4319. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.4305-4319>
- Eugenio, C., Medina, V., Zurita, M., Eugenio, J., & Lino, V. (2024). La enseñanza de las matemáticas en la Educación Superior: el caso de la Universidad Técnica de Cotopaxi. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1510–1525. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/246/318>
- Gonzalez, Y., Dunia, E., & Pérez, J. (2017). Prototipo didáctico para el aprendizaje de la mecánica en los laboratorios de física universitaria mediante un sistema de adquisición y procesamiento de datos. *Revista Educación En Ingeniería*, 12(24), 9. <https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.781>
- Intriago, Y., Vergara, J., & López, R. (2023). Uso de los recursos didácticos , desde la analítica de aprendizaje en las transformaciones de la enseñanza de las matemáticas en la geometría. *Juornal Scientific MQR Investigar*, 7(3), 2278–2296. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2278-2296>
- Lino-Calle, V., Barberán-Delgado, J., Lopez-Fernández, R., & Gómez-Rodríguez, V. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 7(3), 2297–2322. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2297-2322>
- Lino-Calle, V., Carvajal-Rivadeneira, D. D., Sornoza-Parrales, D., Vergara-Ibarra, J. L., & Intriago-Delgado, Y. M. (2024). Jamovi, the technological tool for analyzing and interpreting data in civil engineering projects. *Innovaciones Educativas*, 26(41), 151–165. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i41.5145>
- Lino, V., Carvajal, D., Muñoz, J., & Intriago, Y. (2024). Jamovi como herramienta para el



- análisis de datos en la asignatura de estadística y diseño de experimentos. *Revista Alcance*, 7(1), 73–83. <https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.62>
- Medina, M., Pin, J., Chinga, R., & Lino, V. (2024). Wordwall como herramienta de apoyo en el refuerzo pedagógico de Ciencias Naturales. *Polo Del Conocimiento*, 9(3), 1118–1136. <https://bit.ly/4bv9fR4>
- Morales, M., & Paredes, Á. (2015). *Guía didáctica interactiva cinemática divertida* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2468/2/UNACH-IPG-AFIS-2015-ANX-0008.1.pdf>
- Pinargote, J., Lino, V., & Vera, B. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. *MQRInvestigar*, 8(3), 3966–3989. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3966-3989>
- Pineda, D. Y. (2023). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3(1), 229–244. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i1.115>
- Rincón, R. (2020). *Prototipo didáctico enfocado a la robótica educativa, simulando el movimiento de hexápodos mediante el uso de mecanismos y herramientas TIC* [Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia]. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3201/1/Prototipo_didactico.pdf
- Rojas, B., Ibarra, A., & Calixto, E. (2012). Elaboración de un prototipo didáctico para el desarrollo de competencias en jóvenes de bachillerato. *Innovación Educativa (México, DF)*, 12(60), 63–75. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732012000300005
- UNIR. (2023). *La metodología STEAM en Educación Infantil*. <https://www.unir.net/educacion/revista/metodologia-steam-educacion-infantil/>
- Vélez, C., Rivera, W., Chicaiza, J., Ruiz, M., & Gutiérrez, O. (2024). PhET Simulations como herramienta de apoyo en la construcción de funciones cuadráticas. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(1), 1067–1093. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.242>
- Villacreses, J., Rosado, K., & Cevallos, C. (2024). Tracker para la enseñanza de la Física I : una experiencia con estudiantes de educación superior. *MQRInvestigar*, 8(3), 5765–5779. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5765-5779>
- Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM Reformation. *The Journal for Quality & Participation*, 1–4. https://www.academia.edu/download/35120086/TransitioningSTEMToSTEAM_Watson_-_JQP_-_October_2013-libre.pdf
- Zambrano, A., Intriago, Y., & Carrión, H. (2024). Recursos digitales para el refuerzo pedagógico en contenidos de la asignatura de física. *MQRInvestigar*, 8(4), 87–106. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.87-106>

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.

