

Rev. Minerva Vol. 7 N.º 12 ene-dic/26

Artículo recibido: 18 de octubre de 2025

Aceptado para publicación: 5 de marzo de 2026

Fecha de publicación: 30 de junio de 2026.

Simuladores PHET como alternativa a laboratorios físicos en la enseñanza de la física en el movimiento rectilíneo uniformemente variado

Edison Xavier Sandoval Chuquin

exsandovalc@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-7508-3535>

Wellington Isaac Maliza Cruz, Ph.D

Email: wimalizac@ube.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

Teresa Santamaría López

<https://orcid.org/0000-0002-2172-2438>

tmsantamarial@ube.edu.ec

Universidad Bolivariana del Ecuador - Universidad de Guayaquil

RESUMEN

El propósito principal de esta investigación es analizar y sustentar la incorporación de los simuladores interactivos de PhET Interactive Simulations como una estrategia didáctica innovadora y viable frente a los laboratorios físicos tradicionales, con el fin de fortalecer la enseñanza-aprendizaje del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Este tipo de movimiento se caracteriza por desarrollarse en línea recta con aceleración constante, lo que implica una variación uniforme de la velocidad en el tiempo; sus ecuaciones permiten determinar posición, velocidad y aceleración, siendo fundamentales en la física escolar. El estudio se desarrolla con estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Pueblo Nuevo y busca comprobar si el uso de herramientas tecnológicas digitales favorece la comprensión teórica y práctica del MRUV. La investigación parte del reconocimiento de limitaciones presentes en el aula, especialmente en infraestructura y recursos experimentales, por lo que propone aprovechar simuladores digitales para promover un aprendizaje significativo, dinámico y de fácil acceso. Asimismo, se examina la efectividad pedagógica de los simuladores como recursos accesibles, interactivos y funcionales, capaces de potenciar habilidades cognitivas como la observación, la predicción y el análisis crítico. El estudio posee relevancia académica y social al plantear una solución práctica ante las carencias institucionales y al fomentar la integración de tecnologías educativas acordes con las demandas actuales. Para su validación se emplean métodos como el

análisis-síntesis, la observación científica y la aplicación de encuestas, con el objetivo de determinar la eficacia real de estas herramientas en el proceso educativo.

PALABRAS CLAVE:

Simuladores, aprendizaje asistido, estrategia, PHET.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to analyze and support the incorporation of PhET Interactive Simulations' interactive simulators as an innovative and viable teaching strategy compared to traditional physics laboratories, in order to strengthen the teaching and learning of Uniformly Accelerated Rectilinear Motion (UARM). This type of motion is characterized by occurring in a straight line with constant acceleration, which implies a uniform change in velocity over time; its equations allow for the determination of position, velocity, and acceleration, making them fundamental in school physics. The study is being conducted with first-year high school students at the Pueblo Nuevo Educational Unit and seeks to verify whether the use of digital technological tools promotes the theoretical and practical understanding of UARM. The research stems from the recognition of limitations present in the classroom, especially in infrastructure and experimental resources, and therefore proposes leveraging digital simulators to promote meaningful, dynamic, and easily accessible learning. Furthermore, the pedagogical effectiveness of the simulators as accessible, interactive, and functional resources capable of enhancing cognitive skills such as observation, prediction, and critical analysis is examined. This study is academically and socially relevant because it proposes a practical solution to institutional shortcomings and promotes the integration of educational technologies that meet current demands. Its validation employs methods such as analysis and synthesis, scientific observation, and surveys to determine the actual effectiveness of these tools in the educational process.

KEYWORDS:

Simulators, assisted learning, strategy, PhET.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en bachillerato presenta conflictos debido a la complicación misma de la asignatura y experimentación de los diferentes comportamientos por la falta de infraestructura de laboratorios físicos, para su comprensión práctica. En el caso del M.R.U.V., es primordial vincular la teoría con la experiencia práctica para que los estudiantes tengan una valoración amplia del conocimiento técnico-experimental. En muchas instituciones educativas, como la Unidad Educativa Pueblo Nuevo, los laboratorios físicos no tienen por falta de presupuesto, falta de equipamiento adecuado o ausencia de espacio físico destinado a estas actividades. Ante esta situación, los simuladores interactivos PhET se presentan como una herramienta educativa innovadora que permite suplir, en cierta medida, la ausencia de laboratorios físicos.

Esta herramienta, desarrollada por la Universidad de Colorado Boulder, brinda a estudiantes y docentes la posibilidad de interactuar con simulaciones en áreas como física, química, biología, matemáticas y ciencias de la tierra. (University of Colorado Boulder, 2008).

Estas simulaciones están creadas para fomentar un aprendizaje activo y la exploración de conceptos científicos de manera visual y práctica.

A través de representaciones gráficas dinámicas y manipulables de fenómenos físicos, estas plataformas permiten que los usuarios experimenten, exploren y analicen de forma virtual el comportamiento del M.R.U.V. en un entorno controlado. Esta tecnología, combinada con la teoría, posibilita superar limitaciones tradicionales en la educación, como la escasez de materiales de laboratorio o la dificultad de reproducir ciertos experimentos por motivos de seguridad o tiempo. Además, ofrece una preparación completa adaptada a las necesidades de los estudiantes y permite examinar cómo estos progresan ante los desafíos académicos.

(Domich, 2021) Se menciona que la implementación de recursos digitales como medio didáctico, orientado a estudiantes de un nivel avanzado, constituye una estrategia innovadora que busca fortalecer la calidad de la formación, mejorar los enfoques reflexivos y promover una dinámica mucho más participativa. En los últimos tiempos, los recursos tecnológicos han ocupado un lugar protagónico en el aprendizaje de física, ya que permiten a los estudiantes realizar tareas interactivas cuando no se cuenta con laboratorios físicos. Un ejemplo destacado es el simulador PhET, diseñado por Carl Wieman en 2012.(Chávez Farfán, 2023).

El objetivo, por tanto, consiste en incorporar una innovación o alternativa en los procesos de enseñanza, bajo la premisa de que dicha transformación pueda integrarse de forma progresiva en el modelo

educativo general. Según estudios realizados en coordinación entre la CEPAL y las Naciones Unidas, se identificó que 17 países de América Latina y el Caribe presentan brechas en infraestructura tecnológica digital dentro de sus instituciones educativas, evidenciándose problemas de acceso, insuficiente capacitación docente y carencia de recursos adecuados. Si bien varios países han impulsado programas de formación en tecnologías de la información y comunicación, estos con frecuencia no responden a las necesidades reales de cada contexto institucional.

En este contexto, la presente investigación fundamenta la implementación de un laboratorio virtual de Física orientado a incrementar la motivación del estudiantado y consolidar la comprensión de fenómenos como el movimiento rectilíneo uniforme en la Unidad Educativa Pueblo Nuevo. Asimismo, se plantea su integración progresiva en el sistema educativo vigente, con el propósito de fortalecer la calidad del proceso formativo y armonizarlo con las actuales estrategias didácticas apoyadas en recursos digitales.

PREGUNTA DE LA INVESTIGACION

¿Cómo difiere la influencia del uso de los simuladores PHET en comparación con los laboratorios físicos tradicionales en el aprendizaje y la comprensión del movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) en los estudiantes de física de nivel secundario?

La enseñanza y el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente variado se refiere a un tipo de movimiento en el que un objeto se desplaza en línea recta con una aceleración constante, lo que implica que su velocidad cambia de manera uniforme con el transcurso del tiempo. (Barragán, 2018) Estos conceptos se presentan dentro del marco de la cinemática, a través de ejemplos y ejercicios que muestran su aplicación en contextos reales. Además, se promueve un enfoque colaborativo y la integración de tecnologías mediante plataformas en línea para reportes experimentales de física.

En este contexto, se ha vuelto fundamental incorporar recursos digitales y herramientas interactivas que optimicen la experiencia de enseñanza y aprendizaje. (Rojas, 2023).

El sistema educativo ha experimentado cambios profundos en los últimos tiempos como resultado del progreso de los recursos tecnológicos.

Dentro del argumento educativo, la interactividad se entiende como la posibilidad de que los escolares ocupen un rol dinámico rol formativo, facilitando su participación directa, la interacción dinámica con los contenidos de aprendizaje, la colaboración con sus compañeros y la

recepción de retroalimentación constante.

El MRUV se caracteriza por el desplazamiento de un objeto en línea recta bajo una aceleración constante. Las ecuaciones asociadas a este tipo de movimiento son fundamentales en la física, ya que permiten proyectar la posición, velocidad y aceleración de un cuerpo a lo largo del tiempo. Entre sus características más destacadas se encuentran la adaptación de los recursos a las necesidades individuales, la posibilidad de acceder a la información de forma no lineal y la integración de distintos medios como videos, imágenes y textos con el propósito de enriquecer la experiencia educativa. (Ceron, 2023)

Instrumentos

Los recursos didácticos de cooperación promueven la comunicación de docentes y estudiantes, además de impulsar el trabajo colaborativo entre los propios alumnos. Entre sus utilidades se incluyen la organización y difusión de contenidos, la aplicación de evaluaciones y el monitoreo del avance académico, funciones que son posibles gracias a los sistemas de gestión del aprendizaje, los entornos de videoconferencia y los foros de debate.

El material didáctico interactivo integra actividades prácticas con componentes multimedia como imágenes, videos y simulaciones, generando una experiencia de aprendizaje más activa e inmersiva. Estos recursos permiten que los estudiantes exploren los conceptos de manera visual y práctica, favoreciendo así una comprensión más clara y una mejor retención del conocimiento. Endara et al., (2023).

Tabla 1

Operacionalización de variables y categorías

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Uso de los simuladores PHET.	Los simuladores virtuales han adquirido gran popularidad, ya que permiten a los estudiantes realizar experimentos de manera virtual cuando no se dispone de laboratorios físicos. Un ejemplo destacado es el simulador PhET, desarrollado por Carl Wieman en 2012, el cual	La variable independiente se valorará a través de un informe de práctica de laboratorio virtual.	Impacto en la comprensión del MRUV	Generar necesidad de usos en actividades.	Reciben guía de realización de informe de laboratorio virtual
			Percepción de los estudiantes.	Nivel de comprensión antes y después del uso del simulador.	
			Integración en la enseñanza.	Nivel de aceptación y motivación con el uso del simulador.	

Variable Dependiente. Nivel de aprendizaje del movimiento rectilíneo uniforme.	proporciona recursos virtuales en tiempo real. inmediata. (Chávez Farfán, 2023)				
	La lectura consiste en decodificar las palabras, comprender su significado tanto individual como contextual y vincular la información contenida en el texto con los conocimientos previos del lector. (Berry et al., 2013, p. 3)	La variable dependiente será medida a través de la técnica de observación no participante y mediante la aplicación de un cuestionario estructurado con ítems en escala tipo Likert.	Interpretación del movimiento rectilíneo uniforme nte variado. Habilidad de aplicar ecuaciones en ejercicios.	Capacidad para comprender el movimiento. Inferencia y deducción crítica del fenómeno. Flexibilidad en la interpretación de los distintos ejercicios. Entendimiento del fenómeno físico. Coherencia en la comparación de resultados. Análisis de los errores obtenidos de forma manual y de los resultados.	Encuesta escala cuantitativa de resultados.

Nota. La tabla 1 presenta una descripción pormenorizada de las variables, incluyendo sus definiciones conceptuales y operacionales, las dimensiones e indicadores correspondientes, así como el método de medición empleado.

Enfoque de la investigación

Este estudio posee un enfoque cuantitativo, con la finalidad de recopilar datos objetivos que permitan identificar los beneficios y el impacto del uso de los simuladores de PhET Interactive Simulations en el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente variado en la asignatura de Física. Este planteamiento se sustenta en los criterios metodológicos expuestos por Roberto Hernández Sampieri (2018).

El enfoque, distinguido por su carácter objetivo y exacto, permitirá realizar una recolección de datos sistemática y clara, fortaleciendo así la solidez y validez de las conclusiones obtenidas. Para evaluar el impacto del simulador PHET y sustentar así las conclusiones sobre su contribución

al proceso educativo, se llevará a cabo una investigación estadística de tipo descriptivo e inferencial.(Romero Urréa, 2022)

El enfoque cuantitativo permite realizar una investigación objetiva y precisa de los fenómenos mediante la selección y la observación de datos numéricos. Este método posibilita obtener resultados con potencial de generalización y establecer relaciones causales entre distintas variables. Su carácter sistemático y estructurado ofrece evidencias sólidas que incrementan la fiabilidad del estudio. El uso del simulador interviene en la mejora de la comprensión de fenómenos físicos experimentales durante el proceso educativo. En relación con los métodos y materiales, este estudio se basa en particular en los simuladores PHET. Estas herramientas posibilitan que los alumnos investiguen fenómenos físicos sin tener que recurrir a los laboratorios físicos convencionales.

Este enfoque promueve el desarrollo de destrezas experimentales, la evaluación de datos recolectados y una comprensión más profunda de conceptos. En este escenario, los estudiantes generan su propio conocimiento al interactuar directamente con el simulador, explorando y validando principios físicos mediante la experimentación digital, lo cual es homogéneamente variado entre alumnos de Bachillerato. La investigación está orientada a los educandos de la Unidad Educativa Pueblo Nuevo. La población de estudio está integrada por la totalidad de los alumnos de este nivel correspondientes a los paralelos A y C, sumando 80 estudiantes. Se optó por un muestreo de tipo censal, la inclusión de todos los integrantes, de modo que la selección no se fundamenta en criterios probabilísticos, sino en la recopilación de información del conjunto completo de sujetos analizados, sin necesidad de aplicar procedimientos de elección aleatoria.

Tabla 2

Delimitación de la muestra

Grupo	Tipo	Paralelo	Nº estudiantes	Grupo	Criterios
GC	Control	A	40	80	Iguales en promedio
		C	40		
GE	Experimental	A	40	80	
		C	40		

Fuente: *Elaboración propia*

Análisis de los datos:

La investigación corresponde al empleo de herramientas digitales para fortalecer el aprendizaje de la física experimental en la educación secundaria de la Unidad Educativa Pueblo Nuevo se orienta a recolectar, procesar y exponer datos relevantes sobre las particularidades y variables que inciden en la capacidad de conceptualización del alumnado. En este sentido, el análisis descriptivo se considera fundamental para organizar y mostrar la información de forma clara y comprensible mediante tablas, gráficos y diagramas. Tales recursos permiten reconocer patrones y tendencias que apoyan la formulación de estrategias eficaces para la aplicación de propuestas educativas. De acuerdo con Aguilar Reyes et al. (2022), este tipo de enfoque favorece una interpretación más profunda de experimentación virtual y contribuye a mejorar la educación a través de recursos tecnológicos.

La estadística inferencial se configura como un recurso clave en la aplicación de los simuladores de PhET Interactive Simulations, orientado a fortalecer el aprendizaje de los educandos de la Unidad Educativa Pueblo Nuevo. Este enfoque posibilita extraer conclusiones a partir de las muestras estudiadas y determinar tendencias o rasgos generales. Su propósito central consiste en interpretar los resultados, anticipar comportamientos y contrastar diferentes escenarios, apoyándose en procedimientos como la prueba de Wilcoxon. Dicha prueba se emplea con el propósito de comparar las variaciones en la comprensión del fenómeno físico antes y después de la utilización del simulador, con el objetivo de valorar su efectividad dentro del proceso educativo.

Resultados obtenidos:

Los resultados previos a la aplicación de la intervención educativa con los simuladores PHET se presentan en la tabla de estadísticos descriptivos que se muestra a continuación.

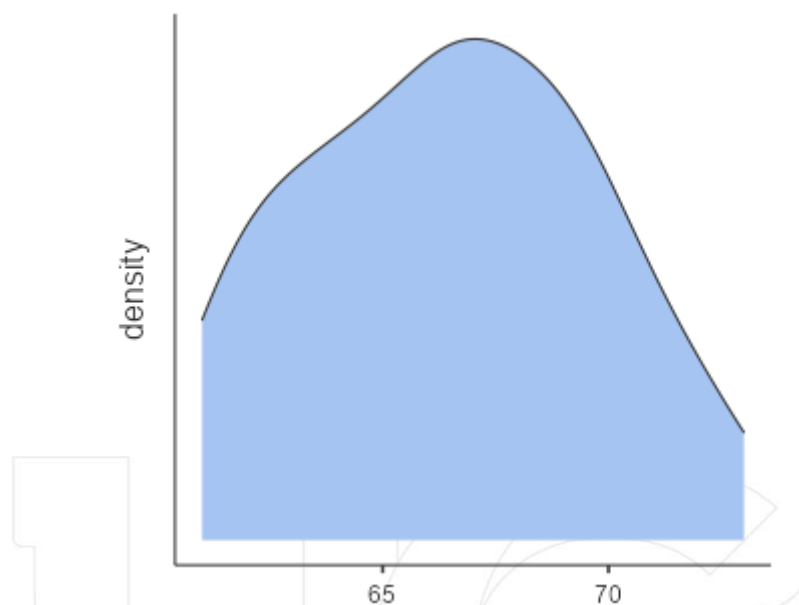
Tabla 3

Resultados del cuestionario

Estadístico	Valor
Promedio (Media)	66.49
Mediana	67.00
Moda	67
Desviación Estándar	3.19
Nota Mínima	61
Nota Máxima	73

Nota. En la tabla se puede observar el análisis de los resultados de la evaluación Prestes (movimiento rectilíneo uniformemente variado). Elaboración propia

Figura 2



Nota: Diagrama de densidad muestra los resultados del cuestionario estructurado Pretest

Figura 3



Nota. El diagrama de dispersión muestra los resultados de la evaluación pretest..

Nota: Elaboración propia

Se determinó que la media general alcanzada por los estudiantes fue de 66,49 puntos. Este

valor, como medida de tendencia central, refleja el rendimiento global del grupo y permite establecer el nivel general de desempeño académico en la asignatura evaluada. Cabe destacar que este promedio se encuentra dentro de un margen estable, lo que evidencia una distribución equilibrada de las calificaciones.

La mediana, ubicada en 67 puntos, representa el valor central dentro de la distribución ordenada de las notas, indicando que al menos la mitad de los estudiantes alcanzó o superó dicha puntuación. La similitud entre la media y la mediana sugiere una distribución simétrica de los datos, lo cual respalda la consistencia del rendimiento del grupo analizado. Asimismo, la moda coincide también en 67 puntos, siendo la calificación más frecuente. Esta coincidencia entre las tres medidas de tendencia central media, mediana y moda demuestra una fuerte concentración de los resultados en torno a ese valor. Desde una perspectiva pedagógica, este comportamiento uniforme puede interpretarse como un indicador de equilibrio en la asimilación de los contenidos evaluados.

La desviación estándar calculada fue de 3,19, lo que señala una dispersión moderada respecto a la media. Esto implica que la mayoría de las calificaciones se encuentran cercanas al promedio, reduciendo la incidencia de valores extremos y reforzando la estabilidad del grupo. Este nivel de homogeneidad facilita la interpretación de los resultados, minimizando el efecto de posibles valores atípicos. Finalmente, la calificación más baja registrada fue de 61 puntos, mientras que la más alta fue de 73, estableciendo un rango de 12 puntos. Este intervalo relativamente estrecho confirma la ausencia de desempeños extraordinariamente altos o bajos, lo que corrobora la existencia de un grupo con un rendimiento uniforme y coherente con los objetivos del estudio.

Objetivo

El propósito de este trabajo fue valorar en qué medida los simuladores PHET resultan efectivos para la enseñanza del (MRUV) a estudiantes de educación secundaria, como alternativa a los laboratorios presenciales. El propósito es comparar los resultados de aprendizaje, analizar cómo perciben esta metodología tanto los alumnos como los docentes y determinar si los simuladores PHET pueden superar las limitaciones de los laboratorios tradicionales en aspectos como accesibilidad, costos y eficacia educativa. Este planteamiento ofrece una descripción concisa y precisa del objetivo del estudio, destacando su relevancia y el posible impacto en la enseñanza de la física.

Conclusiones de la etapa diagnóstico inicial

Los resultados previos a la intervención reflejan un punto de partida homogéneo y moderado en el conocimiento del MRUV. El hecho de que el promedio esté cerca de 67/100 y la variabilidad sea baja apoya la posibilidad de poner en práctica los simuladores PHET para mejorar el aprendizaje, Estos datos servirán como línea base para valorar el impacto existente de la intervención en el postest.

Propuesta de la investigación.

Con el propósito de fortalecer la comprensión conceptual a través de la experimentación virtual, se llevó a cabo una intervención educativa que consistió en un curso alojado en Google Sites. Esta estructura curricular incluyó varios módulos con tutoriales explicativos sobre los simuladores PHET, actividades didácticas guiadas centradas en el manejo de variables como la aceleración y la interpretación visual de los fenómenos simulados, además de cuestionarios diseñados para la autoevaluación del aprendizaje.

La intervención tuvo una duración total de una semana, dividida en dos sesiones de una hora cada una. El acceso al recurso tecnológico y el monitoreo de la interacción de los estudiantes se realizaron mediante Google Sites, lo que permitió monitorear el tiempo dedicado, el nivel de cumplimiento de las actividades propuestas y la elaboración del informe de laboratorio.

Por lo general, se emplea una combinación del método experimental virtual y el aprendizaje basado en simulación, integrados dentro de un enfoque constructivista.

Generación de las actividades en medios digitales

Figura 4

Interfaz del módulo Sesión 1



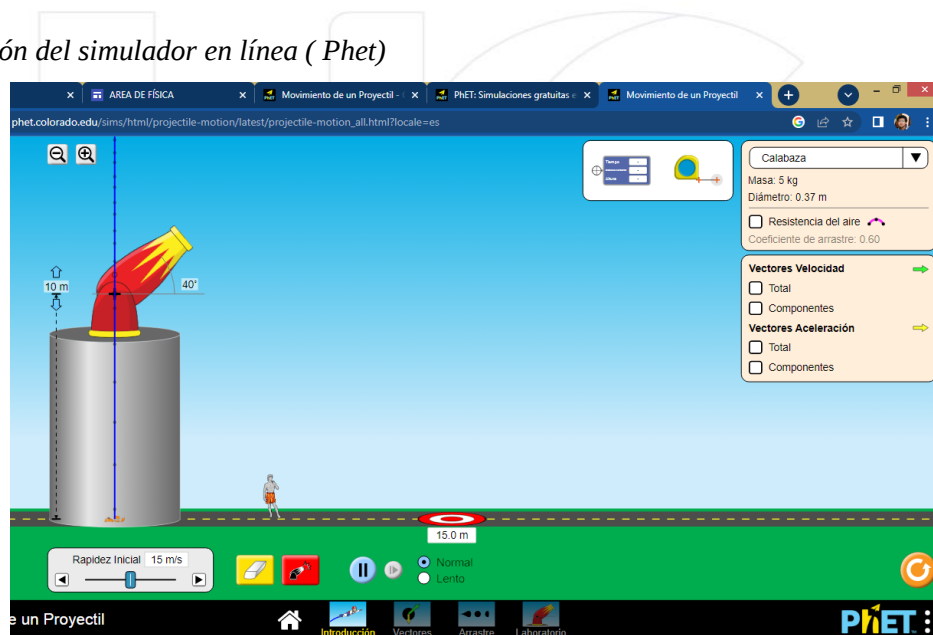
Fuente: <https://sites.google.com/view/sites0area0de0fisica/inicio>

Sesión 1

En esta primera sesión, se abordan los fundamentos teóricos del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV) y su relevancia para el análisis de fenómenos dinámicos en distintas áreas del conocimiento. Aunque tiene su origen en la física, comprenderlo también resulta útil para quienes estudian disciplinas como la economía, ya que permite interpretar modelos donde las variables se explican en función del tiempo. A través de un recurso multimedia interactivo, el estudiante recorre una presentación conceptual que le facilita apropiarse de nociones como aceleración, velocidad y desplazamiento. Esta base teórica prepara al participante para afrontar con criterio las simulaciones que se desarrollarán mediante el uso del simulador.

Figura 5

Familiarización del simulador en línea (Phet)

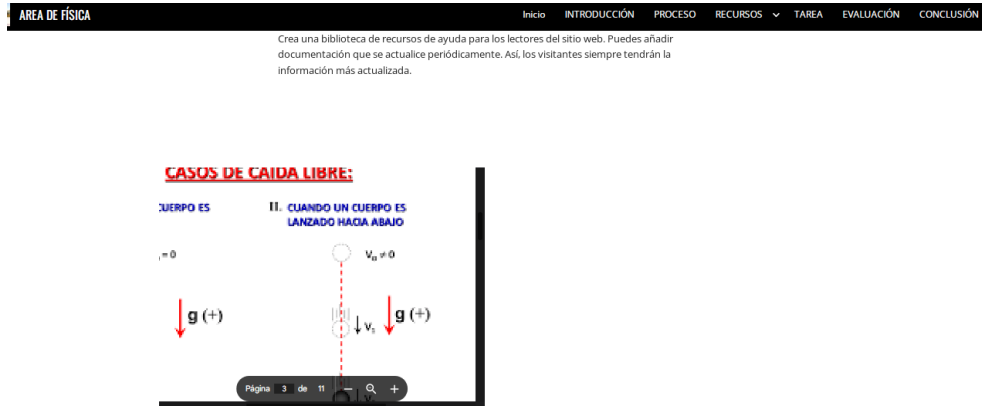


Nota: Etapa de reconocimiento de interfaz y herramientas de manipulación de datos.

Luego, se plantea una actividad de exploración con el simulador PhET, donde se representan distintos escenarios de movimiento vertical bajo la influencia de la gravedad. El estudiante modifica parámetros como la altura inicial, el tipo de objeto y la aceleración gravitacional, con el propósito de observar las variaciones en la trayectoria y la duración de la caída. A través de estas interacciones, no solo se logra conectar la teoría con la práctica, sino que también se fortalecen habilidades analíticas aplicables al estudio de fenómenos económicos que implican cambios constantes. Al registrar los datos generados por el simulador, el estudiante comienza a ejercitar la recolección sistemática de información, lo que le permitirá establecer relaciones cuantitativas entre las variables.

Figura 6

Sesión 2



Nota: Etapa de revisión

En la **Sesión 2**,

La segunda sesión comienza con una revisión de los contenidos anteriores para reforzar el aprendizaje y preparar al estudiante para la parte práctica del taller.

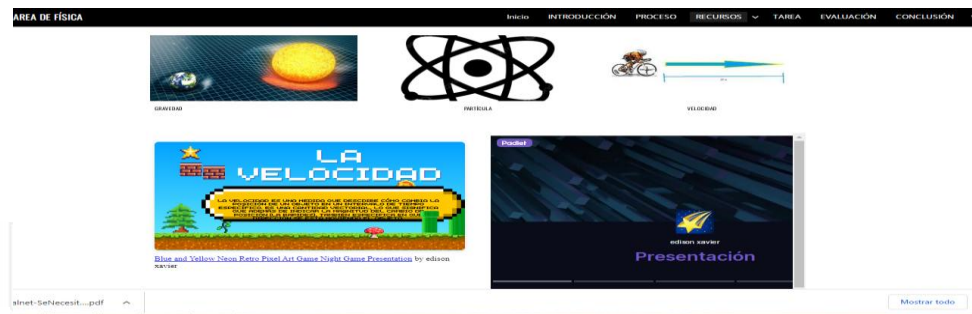
En esta fase, se propone simular un cuerpo en caída libre, bajo determinadas condiciones iniciales que el propio estudiante debe establecer. Esta práctica exige precisión tanto en el diseño del experimento como en la recolección de datos. Mediante este ejercicio, se busca desarrollar la capacidad de abstraer situaciones reales y representarlas en modelos que puedan ser analizados cuantitativamente.

Figura 7 Sesión 2

Nota: toma de datos para simulación.

Durante la simulación, el estudiante registra valores de tiempo, velocidad y posición en distintos momentos del recorrido. Posteriormente, esos datos se emplean para elaborar tablas y gráficos que representen cómo varían las variables a lo largo del experimento. Esta fase resulta ideal para resolver problemas de MRUV de manera sistemática, estableciendo conexiones entre las ecuaciones y el comportamiento observado.

Figura 8
Aplicación



Fuente: <https://sites.google.com/view/sites0area0de0fisica/inicio>

Resultados

Los participantes manifestaron sus opiniones de la forma habitual, es decir, por medio del informe de laboratorio que relataba su experiencia con los simuladores virtuales, las encuestas mostraron que, para la mayoría de los usuarios, consideraron buena la plataforma para la comprensión de temas complejos de física. Se indicó que la técnica digital tiene la ventaja importante de poder realizar experimentos repetidos y comprobar resultados en línea, a diferencia de las prácticas tradicionales.

Tabla 4

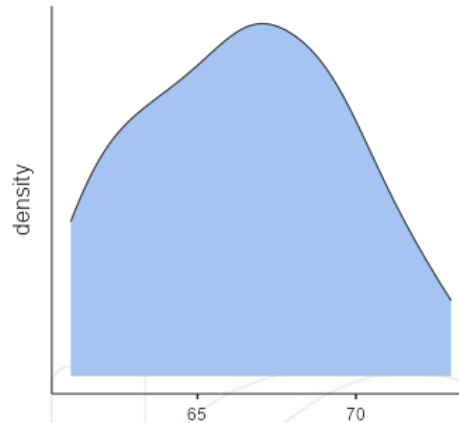
Descriptivas	
N	80
Perdidos	0
Media	82.9
Mediana	82.5
Desviación estándar	4.79
Mínimo	74
Máximo	93

Nota. En la tabla se puede observar el análisis de los resultados de la evaluación postest (movimiento rectilíneo)

uniformemente variado).

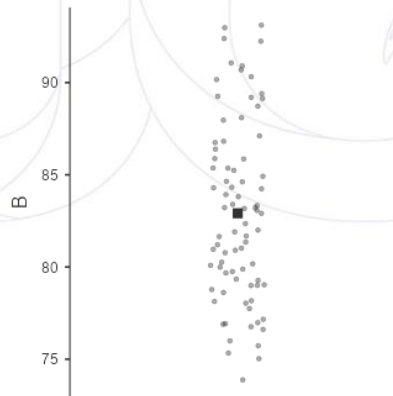
Nota. Elaboración propia

Figura 9



Nota: Diagrama de densidad muestra los resultados del cuestionario estructurado posttest

Figura 10



Nota: Diagrama de dispersión muestra los resultados del cuestionario estructurado posttest

Los participantes expresaron sus opiniones de un modo habitual, es decir, a través del informe de laboratorio que describía su experiencia con los simuladores virtuales, las encuestas indicaban que la mayoría de los usuarios consideraron la plataforma adecuada para la comprensión de los temas complejos de física. Se expresó que el la técnica digital presenta la ventaja de poder llevar a cabo los experimentos repetidos y según su opinión, para contrastar resultados por medio de la red; a diferencia de las prácticas de laboratorio tradicionales.

Tabla 4

Estadístico	Pretest (X_1)	Posttest (X_2)	Diferencia ($X_2 - X_1$)
Media	66.49	82.37	+15.88
Desviación estándar	3.19	2.54	2.91*
Mínimo	61	77	+16
Máximo	73	89	+16

Nota. Datos Clave para el Análisis

Nota. Elaboración propia

Resultados de la Prueba t

Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ (No hay diferencias entre pretest y posttest).

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ (Existen diferencias significativas).

Tabla 5

Prueba T para Muestras Apareadas					
A	B	T de Student	estadístico	gl	p
			-48.0	79.0	< .001

Nota. $H_a: \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} < 0$

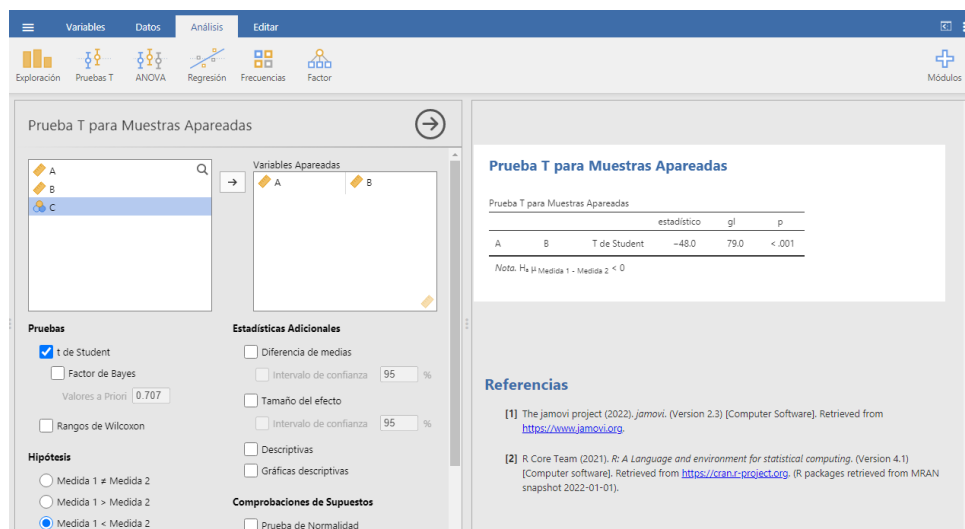
Nota. Resultados

Nota. Elaboración propia

La eficacia de los simuladores PHET en el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente variado fue evaluada mediante la prueba t para muestras relacionadas. La hipótesis nula proponía que los resultados del pretest y el posttest eran iguales, en tanto que la hipótesis alternativa indicaba que existían diferencias relevantes después de la intervención pedagógica. Los datos mostraron que el método digital fue claramente superior a los métodos tradicionales de enseñanza.

El análisis mostró que las notas finales mejoraron en promedio 15.88 puntos, lo que representa un aumento del 23.9% en el rendimiento académico. Todos los participantes de la muestra analizada, sin excepción alguna, demostraron progresos en su comprensión conceptual. La fiabilidad de las conclusiones alcanzadas se ve fortalecida por la consistencia de estos resultados.

Figura 11



Nota. La utilización de software jamovi para elaborar los resultados de la investigación.

Las implicaciones pedagógicas resaltan el beneficio competitivo de los ambientes virtuales interactivos en situaciones con limitaciones de infraestructura física. La tecnología PHET mostró habilidad para compensar las restricciones de los laboratorios tradicionales, especialmente en instituciones que tienen recursos educativos escasos. Este descubrimiento es particularmente importante en carreras prácticas como la economía, donde el análisis de variables y tendencias es crucial.

La adopción de simuladores digitales como instrumento adicional para enseñar conceptos físicos que tienen aplicaciones económicas cuenta con un respaldo sólido en la evidencia estadística. Los hallazgos sugieren que se puede investigar la adaptación de esta metodología a otros asuntos cuantitativos dentro del currículo de ciencias económicas. La posibilidad de aplicar el modelo a diversos entornos educativos se presenta como un campo prometedor para futuras investigaciones.

Conclusiones

La indagación verificó que los simuladores contribuyeron a resolver problemas habituales en el aprendizaje del movimiento rectilíneo. Después de emplear la herramienta digital, se pudo observar un avance significativo en asuntos como la aplicación de fórmulas y la interpretación de gráficos. El método interactivo resultó más beneficioso para los alumnos con calificaciones iniciales más bajas.

Los hallazgos conseguidos son relevantes para las entidades educativas que tienen restricciones de laboratorios físicos. La experiencia mostró que tecnologías al alcance de todos, como PHET, tienen el potencial de cambiar la manera en que se enseña conceptos científicos complejos. Esta perspectiva innovadora es especialmente útil en situaciones donde los recursos convencionales son limitados o no alcanzan.

Referencias.

- Barragán, J. (2018). *Libro de física: Unidad 4 Cinemática*.
- Ceron, A. C. (2023). La educación virtual como ciencia: Tendencias en herramientas informáticas. <https://doi.org/https://osf.io/preprints/ejbqk/>
- Chávez Farfán, J. G. (2023). Simuladores PhET: Como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física. *Polo del Conocimiento*, 1303-1322.
- Domich, H. (2021). Herramientas digitales como recurso de interacción comunicativa en escuelas de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7302–7320.
- Hernández Sampieri, M. T. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Rojas, C. D. (2023). Inteligencia artificial en la praxis docente: Vínculo entre la tecnología y el proceso de aprendizaje. <https://doi.org/https://hcommons.org/deposits/item/hc:59889/>
- Romero Urréa, R. C. (2022). *Metodología de la investigación*. ACVENISPROH Académico. <https://doi.org/https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>
- Serway, R. (2018). *Física para ciencias e ingeniería*. Cengage Learning.
- Trucco, S. (2014). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe: Una mirada multidimensional*. Naciones Unidas / CEPAL.
- University of Colorado Boulder. (S.F.). *Física para ciencias e ingeniería*. Cengage Learning.