

Digital resources for pedagogical reinforcement in contents of the physics subject

Recursos digitales para el refuerzo pedagógico en contenidos de la asignatura de física

Autores:

Ing. Zambrano-Cedeño, Axel Alexander
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Estudiante de la maestría en Ciencias experimentales
Portoviejo – Manabí – Ecuador



azambrano8009@edu.utm.ec



<https://orcid.org/0009-0000-9323-9050>

Ing. Intriago-Delgado, Yandry Marcelo MSc.
INSTITUTO GEOGEBRA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Docente Unidad Educativa Fiscal Rocafuerte
Portoviejo – Manabí – Ecuador



yintriago6214@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-9757-0282>

Ing. Carrión-Cano, Hernán Alexi
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Docente del Instituto de Admisión y Nivelación
Portoviejo – Manabí – Ecuador



hernan.carrion@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-5100-4218>

Fechas de recepción: 25-AGOS-2024 aceptación: 28-SEP-2024 publicación: 15-DIC-2024



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

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

En los últimos años, el avance acelerado de la tecnología ha resaltado la necesidad de actualizar los enfoques educativos, especialmente en disciplinas experimentales como la Física, donde muchos estudiantes de bachillerato tienen dificultades para comprender conceptos clave, lo que afecta su capacidad para aplicarlos en situaciones reales. Esta investigación tiene como objetivo analizar la efectividad de las simulaciones de PhET en la enseñanza y comprensión de los conceptos de posición, velocidad y aceleración en la asignatura de Física. Se empleó un enfoque cuantitativo para evaluar el impacto del simulador PhET en el desempeño académico, utilizando métodos analítico-sintético e inductivo-deductivo para estructurar la investigación. La recolección de datos se realizó mediante observación directa y análisis estadísticos descriptivos e inferenciales con el software Jamovi. Se compararon dos grupos de 35 estudiantes cada uno: uno con enseñanza tradicional y otro con simulaciones, utilizando pruebas como la T de Student para determinar la significancia estadística de las diferencias observadas. Los resultados del estudio muestran que las simulaciones de PhET mejoraron significativamente el rendimiento académico del grupo experimental en comparación con el grupo control. Los estudiantes que usaron los simuladores lograron puntuaciones más altas y una mejor comprensión de conceptos físicos claves, gracias a la representación visual y dinámica que ofrecieron las simulaciones. Esta diferencia en el desempeño destaca la efectividad de las herramientas digitales en la enseñanza de Física, sugiriendo que su incorporación en el currículo puede potenciar significativamente el aprendizaje y la participación estudiantil.

Palabras Clave: Física; PhET Simulations; recursos digitales; T de Student; Tecnología

Abstract

In recent years, the accelerated advancement of technology has highlighted the need to update educational approaches, especially in experimental disciplines like Physics, where many high school students struggle to understand key concepts, affecting their ability to apply them in real situations. This research aims to analyze the effectiveness of PhET simulations in teaching and understanding the concepts of position, velocity, and acceleration in the Physics subject. A quantitative approach was employed to assess the impact of the PhET simulator on academic performance, using analytical-synthetic and inductive-deductive methods to structure the research. Data collection was conducted through direct observation and descriptive and inferential statistical analysis using Jamovi software. Two groups of 35 students each were compared: one with traditional teaching and another with simulations, using tests like Student's T-test to determine the statistical significance of the observed differences. The results of the study show that PhET simulations significantly improved the academic performance of the experimental group compared to the control group. Students who used the simulators achieved higher scores and a better understanding of key physical concepts, thanks to the visual and dynamic representation offered by the simulations. This difference in performance highlights the effectiveness of digital tools in teaching Physics, suggesting that their incorporation into the curriculum can significantly enhance learning and student engagement.

Keywords: Physics; PhET Simulations; digital resources; T Student; Tecnology

Introducción

En los últimos años el rápido avance de la ciencia y la tecnología ha generado la necesidad de actualizar los enfoques educativos en todas las disciplinas, especialmente en aquellas de carácter experimental como la Física. Por lo tanto, se debe dar una especial atención a los métodos de enseñanza y aprendizaje en esta área específica del conocimiento. La enseñanza de la física en el bachillerato a menudo se enfrenta a desafíos como la asimilación de contenidos por parte de los estudiantes y su capacidad para vincular lo aprendido con situaciones del mundo real.

La didáctica se enfoca en la educación del estudiante y en la formación del ciudadano a través de la enseñanza. Al considerar el papel de la didáctica, es fundamental reconocerla tanto como un conocimiento científico y como una herramienta. De lo contrario, su función resulta parcial e incompleta. La didáctica es una disciplina teórica, histórica y política. Es teórica en cuanto responde a concepciones amplias de la educación, de la sociedad y del sujeto. Es histórica en cuanto sus propuestas son resultados de momentos históricos específicos. Es política porque su propuesta se introduce a un proyecto social (Eder & Adúriz Bravo, 2001).

Alves (1962; como se citó en Abreu et al., 2017), considera que la didáctica es la disciplina pedagógica de carácter práctico y normativo, el conjunto sistémico de principios, normas, recursos y procedimientos específicos que sirven para aprender los contenidos en estrecha vinculación con los objetivos educativos propuestos. A este mismo respecto Mallart et al., (2021) se adhiere a la definición de la didáctica como la ciencia de la educación, cuya finalidad consiste en lograr la formación intelectual de los educandos.

La didáctica engloba principios, métodos y técnicas pedagógicas empleados para transmitir conocimientos, habilidades y valores de educadores a estudiantes, considerando contenido, contexto y sus necesidades educativas, sobre todo en asignaturas como Física, en la cual se requieren un alto grado de razonamiento lógico.

La didáctica en la enseñanza de la física además de transmitir conocimientos, busca desarrollar habilidades de pensamiento crítico y el gusto por la exploración científica, preparando a los estudiantes para comprender el mundo que los rodea desde una perspectiva científica, esto concuerda con la definición que proporciona a la didáctica Abreu et al. (2017) la concibe como la ciencia de la educación que estudia todo lo relacionado con la enseñanza: diseño de las mejores condiciones, ambiente, clima, para conseguir un aprendizaje excepcional y el desarrollo completo del alumno.

La Real Academia Española (2017), define la palabra simulación como un aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejar dicho sistema. En la simulación el único protagonista y responsable de dirigir su conocimiento es el estudiante, mientras que el docente ocupa solo el rol de facilitador de experiencias, pues pone al estudiante en contacto con varias situaciones de aprendizaje para que construya su propia enseñanza.

Para Cabero & Costas (2016), los simuladores son espacios de aprendizaje que operan mediante un software. Estos tienen como fin la modelización, suponen una réplica de los fenómenos de la realidad y pretenden que el usuario construya conocimiento a través de la exploración, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento. Debido a la pandemia generada por el COVID-19 muchos países adoptaron la modalidad de clases virtuales en sus sistemas académicos, lo cual impulso que los docentes comenzaran a utilizar las Tecnologías de la Información y Telecomunicación (TIC). De acuerdo con Medina et al. (2024)

La incorporación de recursos digitales, como el uso de plataformas interactivas, herramientas en línea y aplicaciones educativas, se presenta como una oportunidad para diversificar y potenciar los refuerzos pedagógicos. Esta incorporación busca responder de manera efectiva a las demandas educativas actuales, adaptándose a las necesidades y preferencias específicas de los estudiantes. (p. 1122)

A continuación, se presenta una tabla comparativa de cuatro plataformas destacadas: PhET Simulations, Educaplus, Algodoos, y Phision, que muestra sus principales características, ventajas, desventajas, nivel educativo y disponibilidad.

Tabla 1
Cuadro comparativo entre simuladores utilizados en Física

Plataforma	Descripción	Ventajas	Desventajas	Nivel Educativo	Disponibilidad
PhET Simulations	Simulaciones interactivas para la enseñanza de ciencias y matemáticas, desarrolladas por la Universidad de Colorado Boulder.	- Gran variedad de simulaciones en ciencias y matemáticas. - Fácil de usar y accesible para estudiantes de diferentes niveles. - Disponible en múltiples idiomas.	- Requiere conexión a internet para acceder a la versión completa. - Interfaz no tan intuitiva para usuarios más jóvenes.	Primaria, Secundaria, Universidad	Web, Windows, macOS, Linux, Android, iOS

Educaplus	Plataforma española que ofrece simulaciones interactivas en diversas materias, incluyendo física y matemáticas.	- Material alineado con el currículo educativo español. - Recurso complementario para maestros y estudiantes. - Acceso gratuito a muchas simulaciones.	- Limitado principalmente a la lengua española. - Menor cantidad de simulaciones comparado con otras plataformas.	Primaria, Secundaria, Bachillerato	Web
Algodoo	Software de simulación que permite crear y experimentar con entornos físicos en 2D.	- Altamente interactivo y creativo, enfocado en el aprendizaje mediante la experimentación. - Fácil de usar con herramientas de diseño intuitivas.	- Requiere instalación de software. - Curva de aprendizaje moderada para usuarios principiantes.	Primaria, Secundaria	Windows, macOS
Physion	Herramienta de simulación de física en 2D que permite la creación de escenas dinámicas y experimentos.	- Interfaz amigable y sencilla para crear simulaciones. - Permite visualizar principios físicos en acción.	- Menos popular, por lo que tiene menos recursos y soporte en línea. - Limitada a simulaciones en 2D.	Primaria, Secundaria	Windows, Linux

Entre los recursos digitales más destacados se encuentra PhET Simulations, un simulador diseñado específicamente para ofrecer simulaciones interactivas en el área de la Física. Este programa fomenta el aprendizaje a través del descubrimiento y la exploración, permitiendo a los estudiantes interactuar de manera efectiva con los conceptos (Vélez et al., 2024).

PhET es un recurso gratuito que se puede utilizar en línea o instalar en ordenadores, y es útil para realizar simulaciones en diversas asignaturas, incluyendo Física, Biología, Química, Ciencias de la Tierra y Matemáticas. En el contexto de esta investigación, se enfoca en simulaciones de movimiento parabólico y efectos electromagnéticos, que contribuyen a mejorar los conocimientos de los estudiantes y permiten un aprendizaje más efectivo mediante la experimentación (Paidá & Calvache, 2019).

Aunque las simulaciones y sus demostraciones tienen el potencial de brindar una experiencia interactiva y práctica, es necesario investigar y analizar en qué medida las simulaciones de PhET logran fortalecer el aprendizaje de la física en los estudiantes del bachillerato. Estas herramientas digitales permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos de manera



más concreta, fomentan la curiosidad y el pensamiento crítico al ofrecer un entorno seguro para experimentar con fenómenos físicos.

En su trabajo López & Orozco (2017), mencionan que las clases demostrativas interactivas promueven el aprendizaje activo de la física, facilitando una comprensión más profunda de los conceptos por parte de los estudiantes. Aunque las simulaciones y sus demostraciones tienen el potencial de brindar una experiencia interactiva y práctica, es necesario investigar y analizar en qué medida las simulaciones de PhET logran fortalecer el aprendizaje de la física en los estudiantes del bachillerato.

El incorporar simulaciones interactivas como las de PhET, enlazan las actividades de laboratorio, la resolución de problemas y la explicación de fenómenos cotidianos. Utilizar estas simulaciones permite a los estudiantes tener lo equivalente en un laboratorio físico, por estas razones se debe de aplicar la teoría del aprendizaje experiencial para comprender los estilos de aprendizaje de los estudiantes de la asignatura de Física con intención de reforzar los estilos de aprendizaje existentes y potenciar aquellos que aún no se han desarrollado.

Para Zaldívar (2019) un laboratorio virtual es una simulación basada en el uso de herramientas virtuales, considerándose ser un medio adecuado para situaciones de alto riesgo, cuando los elementos requeridos no están disponibles o cuando los tiempos de espera para los resultados son extensos. Permite a los estudiantes manipular los valores de las variables para resolver el problema o alcanzar una meta, además no existe riesgo físico al ser manejados por los estudiantes.

Mediante la interacción con estas simulaciones, los estudiantes pueden manipular variables, observar resultados y comprender mejor los principios fundamentales de la física. En la investigación de Lino et al. (2023) se menciona que, “durante los últimos diez años, se ha observado un incremento en la investigación enfocada en la incorporación de las simulaciones PhET para mejorar la comprensión conceptual y práctica de los estudiantes en el campo de la física” (p. 2301).

Es común en muchas instituciones educativas encontrar docentes que no cuentan con una capacitación adecuada en el uso de la tecnología. Esta falta de formación puede hacer que se sientan limitados en un entorno que les resulta desconocido. Para Collantes et al. (2024), los docentes frecuentemente tienen problemas para atraer y mantener la atención de los estudiantes, debido a que los métodos tradicionales que utilizan pueden ser poco interactivos y no se ajustan a las demandas actuales del aprendizaje.

En este sentido, todavía se presentan desafíos educativos relacionados con la capacitación y el apoyo que brindan los docentes a sus educandos en el ámbito de las ciencias

experimentales (Eugenio et al., 2024). Tal como señala Collantes & Aroca (2024), “la falta de capacitación y recursos obstaculiza la integración efectiva de estas herramientas, afectando la calidad educativa y el desarrollo de habilidades digitales” (p. 599). Para Pinargote et al. (2024) “esta situación ha resultado en una falta de innovación en las estrategias didácticas empleadas en los planes de estudio” (p. 3969).

La Unidad Educativa Rocafuerte, cuenta con el recurso humano y tecnológico necesario para poder implementar metodologías que involucren el uso de las TIC, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Física. Por estas razones, la presente investigación ha planteado la siguiente interrogante científica ¿Cómo contribuye el uso de simulaciones de PhET a la comprensión de los conceptos de posición, velocidad y aceleración en la asignatura de física?

Para dar respuesta a esta interrogante se plantea como objetivo: Analizar la efectividad de las simulaciones de PhET en la enseñanza y comprensión de los conceptos de posición, velocidad y aceleración en la asignatura de Física.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo este estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo (Choez et al., 2024), que permitió analizar de manera objetiva el impacto del uso del simulador Phet en el desempeño académico de los estudiantes. Este enfoque se sustentó en la recolección y análisis de datos numéricos, lo cual facilitó la comparación entre los grupos de estudio. Se emplearon los métodos analítico-sintético e inductivo-deductivo para estructurar y desarrollar la investigación.

El método analítico-sintético permitió descomponer los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje, y luego integrarlos para comprender su funcionamiento en conjunto. Por su parte, el método inductivo-deductivo fue utilizado para generar conclusiones generales a partir de observaciones específicas y verificar estas conclusiones con nuevas observaciones (Medina et al., 2024). El método empírico incluyó la observación directa de la realización de las actividades planificadas en ambos grupos de estudiantes. Estas observaciones permitieron corroborar que los estudiantes siguieron las instrucciones y completaron las tareas según lo planificado, proporcionando evidencia empírica sobre el desarrollo de las actividades.

El análisis de datos se realizó utilizando métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales, implementados mediante el software Jamovi (Lino et al., 2024). El análisis descriptivo resumió y presentó los datos de manera clara mediante el cálculo de la media, mediana, moda, y desviación estándar, además de la visualización de datos a través de histogramas, diagramas de dispersión, y gráficos de violín, cajas y bigotes. Para evaluar la

relación entre el uso de simuladores y el rendimiento académico, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis a través de análisis inferenciales. Estas pruebas incluyeron la prueba T de Student para muestras independientes, que permitió determinar si las diferencias observadas entre los grupos eran estadísticamente significativas, lo que condujo a inferencias sobre la población a partir de los resultados obtenidos en la muestra (Lino-Calle et al., 2024).

La población de estudio estuvo compuesta por 70 estudiantes del primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa Rocafuerte. De estos, 35 estudiantes formaron el grupo control (GC) y los otros 35 estudiantes conformaron el grupo experimental (GE). Se utilizó un muestreo no probabilístico, seleccionando a estos estudiantes para comparar el impacto de la enseñanza tradicional frente al uso de simuladores digitales.

A continuación, se resumen las actividades asignadas a los estudiantes para consolidar su comprensión de conceptos clave en cinemática y dinámica. En cada tarea, se fomenta el aprendizaje colaborativo, la resolución de problemas y el uso de simulaciones Phet para visualizar y experimentar con los principios físicos involucrados. Los estudiantes trabajan en parejas, resolviendo ejercicios prácticos tanto en formato tradicional como a través de simulaciones interactivas. Las actividades están diseñadas para aplicar conceptos teóricos a situaciones reales, permitiendo a los estudiantes comparar sus resultados y reforzar su aprendizaje mediante discusiones en grupo y la creación de informes digitales que documentan sus hallazgos. Las actividades para el grupo de control se denominaron Tarea de Control Sin PhET (TCSP), para el grupo experimental se utilizó Tarea Experimental Con PhET (TECP).

Actividades a desarrollar

Tarea TCSP1:

Objetivo: Aplicar conceptos de cinemática para resolver problemas de aplicación relacionados a posición, velocidad y rapidez.

Método: Trabajo colaborativo.

Base orientadora de la actividad: Luego de recibir la explicación del tema por parte del docente y leer las páginas 24 a 28 del libro de texto (entregado por el Ministerio de Educación del Ecuador) que abarca los temas: Movimiento, reposo, posición, trayectoria, desplazamiento, distancia, rapidez y velocidad. Se formaron grupos de dos estudiantes. Se propone realizar la actividad de la página 29 los ejercicios 8, 9 y 10 los cuales son problemas de aplicaciones reales. El tiempo propuesto para la actividad es de 45 minutos. Posterior a ello, los participantes deben realizar la comparación de los resultados con otros grupos.

Tarea TECP1:



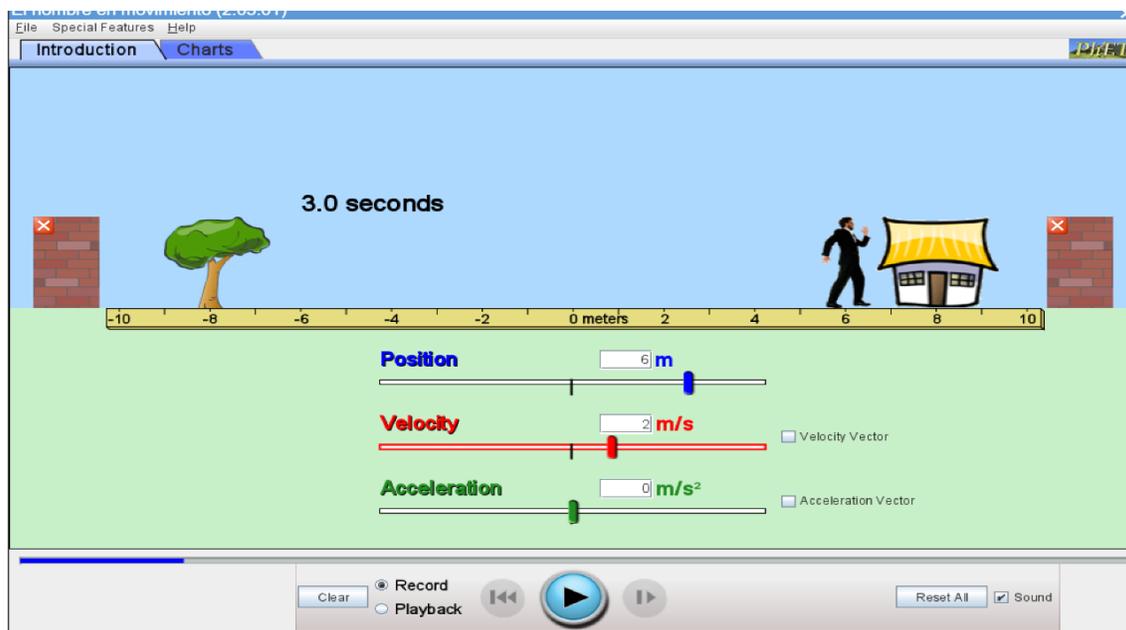
Objetivo Aplicar conceptos de cinemática para resolver problemas de aplicación relacionados a posición, velocidad y rapidez utilizando simulaciones Phet.

Método: Trabajo colaborativo utilizando Phet simulation, aprendizaje basado en problemas.

Base orientadora de la actividad: Después de la explicación del tema por parte del docente y revisar la información de las páginas 24-28 del libro (temas: movimiento, reposo, posición, trayectoria, desplazamiento, distancia, rapidez y velocidad). Se distribuyeron grupos de dos estudiantes por cada computadora del laboratorio. Utilizando Phet simulation el docente guía sugerirá hacer variaciones de la posición del objeto, la velocidad y la aceleración evidenciando así los cambios que genera el modificar una variable. Con el conocimiento adquirido se realizará la actividad de la página 31 ejercicio 13, misma que es un problema de aplicación real. El tiempo propuesto para la actividad es de 60 minutos. Posterior a ello, realizaron la comparación de los resultados con otros grupos, para tener evidencia del trabajo realizado, se creará un archivo de Microsoft Word, en donde se colocará la captura de pantalla respectiva de cada problema.

Figura 1

Gráfica de la variación de la posición, velocidad y aceleración



Fuente. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/moving-man>

Tarea TCSP2:

Objetivo: Describir el movimiento de proyectiles en la superficie de la Tierra, mediante la determinación de las coordenadas horizontal y vertical del objeto para cada instante del vuelo y de las relaciones entre sus magnitudes.

Método: Trabajo colaborativo, aprendizaje basado en resolución de problemas.

Base orientadora de la actividad: Con la explicación de los temas movimiento parabólico y movimiento vertical de los cuerpos por parte del docente, y luego de leer las páginas 36, 37 y 38 del libro de texto, se formaron grupos de dos estudiantes. Con el conocimiento adquirido se sugiere realizar ejercicios 21 y 22; que son problemas de aplicaciones reales. El tiempo propuesto para la actividad es de 45 minutos. Al final de la actividad, los participantes deben realizar la comparación de los resultados con otros grupos.

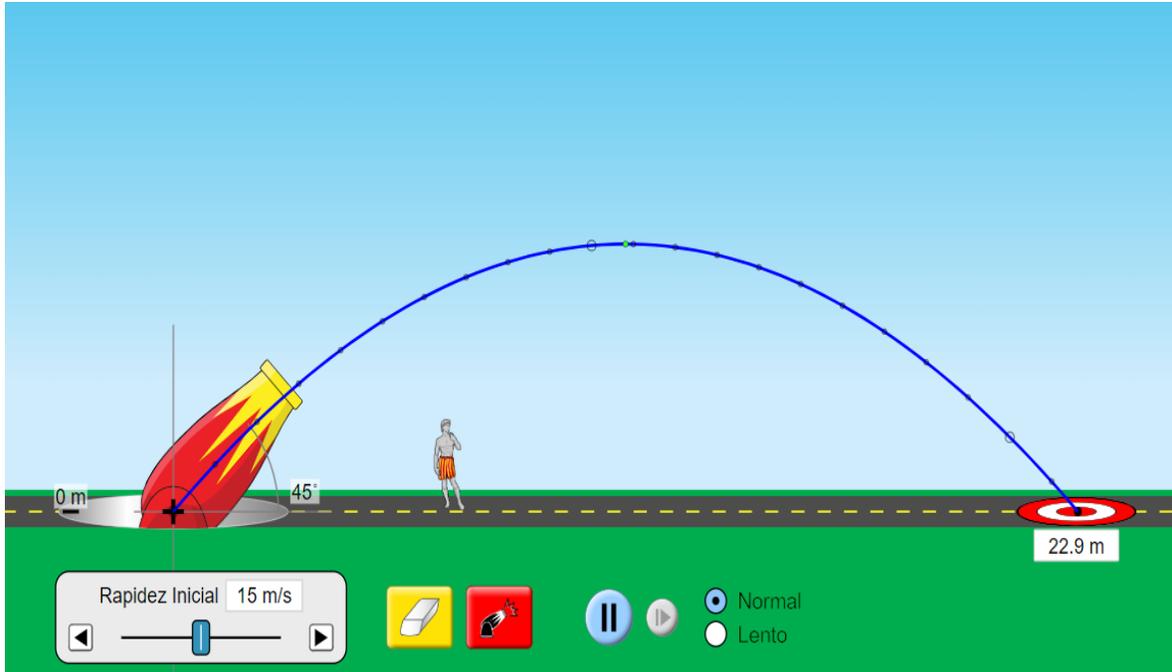
Tarea TECP2:

Objetivo: Describir el movimiento de proyectiles en la superficie de la Tierra, mediante la determinación de las coordenadas horizontal y vertical del objeto para cada instante del vuelo y de las relaciones entre sus magnitudes.

Método: Trabajo colaborativo utilizando Phet simulation, aprendizaje basado en resolución de problemas.

Base orientadora de la actividad: El docente hace la explicación de los temas movimiento parabólico y movimiento vertical de los cuerpos, los estudiantes deben leer las páginas 36, 37 y 38 del libro de texto. Para iniciar con la actividad se formaron grupos de dos estudiantes y se les propone realizar los ejercicios 21 y 22 apoyándose en Phet simulation. El docente utilizando la aplicación mostrará que al cambiar el ángulo de inclinación del cañón se tendrán variaciones en la trayectoria del proyectil, además sugerirá diferentes valores en el desarrollo de la práctica. El tiempo propuesto para la actividad es de 60 minutos. Al final, los participantes deben realizar la comparación de los resultados con otros grupos. Para tener respaldo del trabajo realizado, se creará un archivo de Microsoft Word, en donde se colocarán las capturas de pantalla respectivas de los problemas.

Figura 2
Lanzamiento vertical



Fuente. https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_en.html

Tarea TCSP3:

Objetivo: Resolver problemas que involucren el análisis de sistemas conservativos donde las fuerzas conservativas efectúan trabajo.

Método: Trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas.

Base orientadora de la actividad: El docente hace la explicación del tema La energía y sus propiedades, posterior a ello los estudiantes deben leer las páginas 142-144 del libro de texto, se formaron grupos de dos estudiantes. Se propone realizar los ejercicios 34 y 37. El tiempo total propuesto para la actividad es de 45 minutos. Al final de la actividad se destinan 5 minutos para que los participantes realicen la comparación de los resultados con otros grupos.

Tarea TECP3:

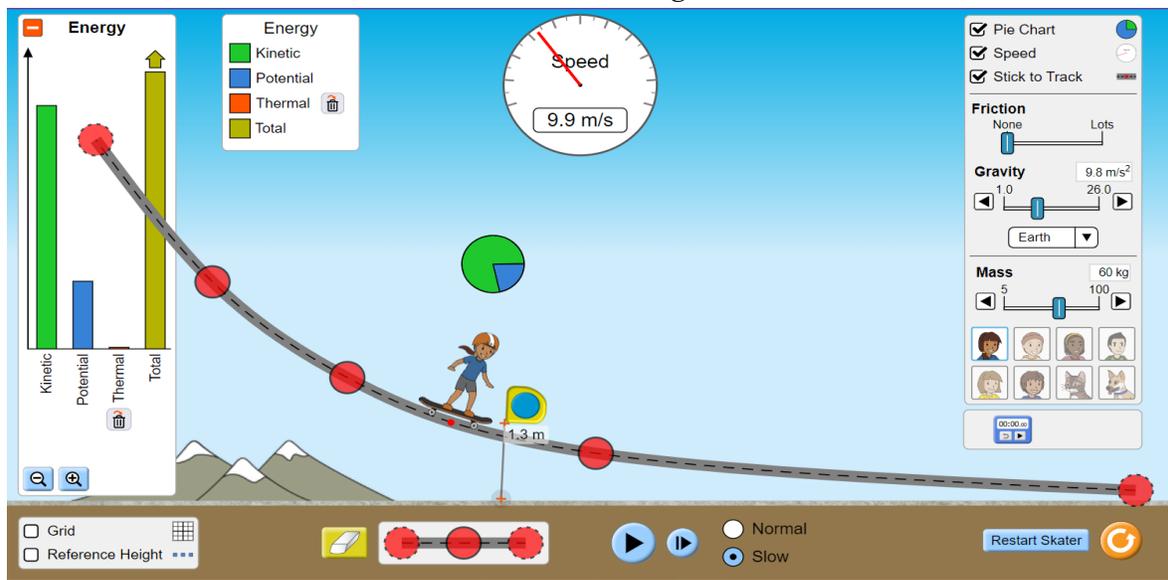
Objetivo: Resolver problemas que involucren el análisis de sistemas conservativos donde las fuerzas conservativas efectúan trabajo.

Método: Trabajo colaborativo utilizando Phet simulation, aprendizaje basado en problemas.

Base orientadora de la actividad: El docente da la explicación del tema la energía y sus propiedades, posteriormente indica que se deben leer las páginas 142-144 del libro de texto. Se formaron grupos de dos estudiantes, cada grupo contará con una computadora y deben resolver los ejercicios 34 y 37. Utilizando el simulador Phet, se sugiere variar el ángulo de inclinación de las rampas y observar lo que sucede. El tiempo propuesto para la actividad es de 60 minutos. Al final de la actividad, los participantes deben realizar la comparación de los

resultados con otros grupos. Para tener evidencia del trabajo realizado, se creará un archivo de Microsoft Word, en donde se colocarán las capturas de pantalla de los problemas.

Figura 3
Cálculo de energía



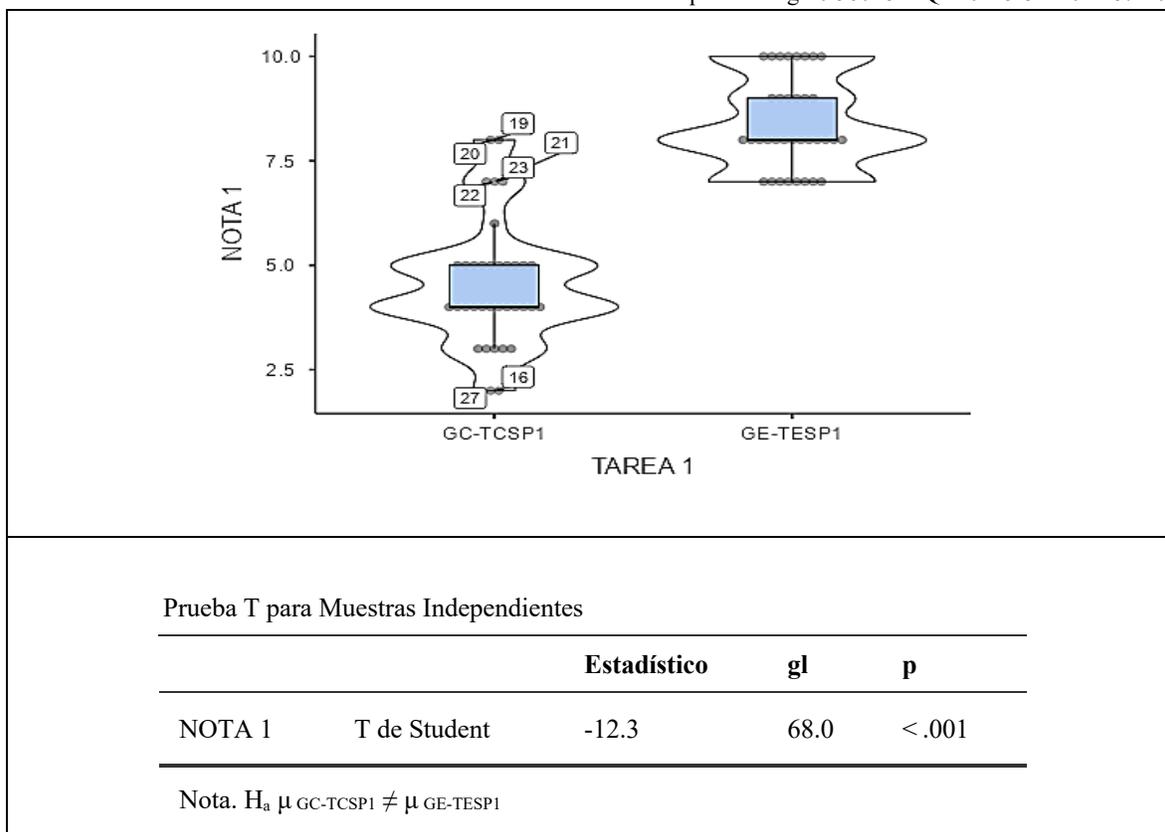
Fuente. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/energy-skate-park>

Resultados

A continuación, se presentan los resultados provenientes de las actividades realizadas en ambos grupos, aquellos que utilizaron el simulador Phet (grupo experimental) y aquellos que no lo hicieron (grupo control).

Figura 4
Comparación de Desempeño Académico entre Grupos TCSP1 y TESPI: Estadísticas Descriptivas y Prueba T para Muestras Independientes

Descriptivas								
	TAREA 1	N	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 1	GC-TCSP1	35	4.57	4	4.00	1.48	2	8
	GE-TESPI	35	8.40	8	8.00	1.09	7	10



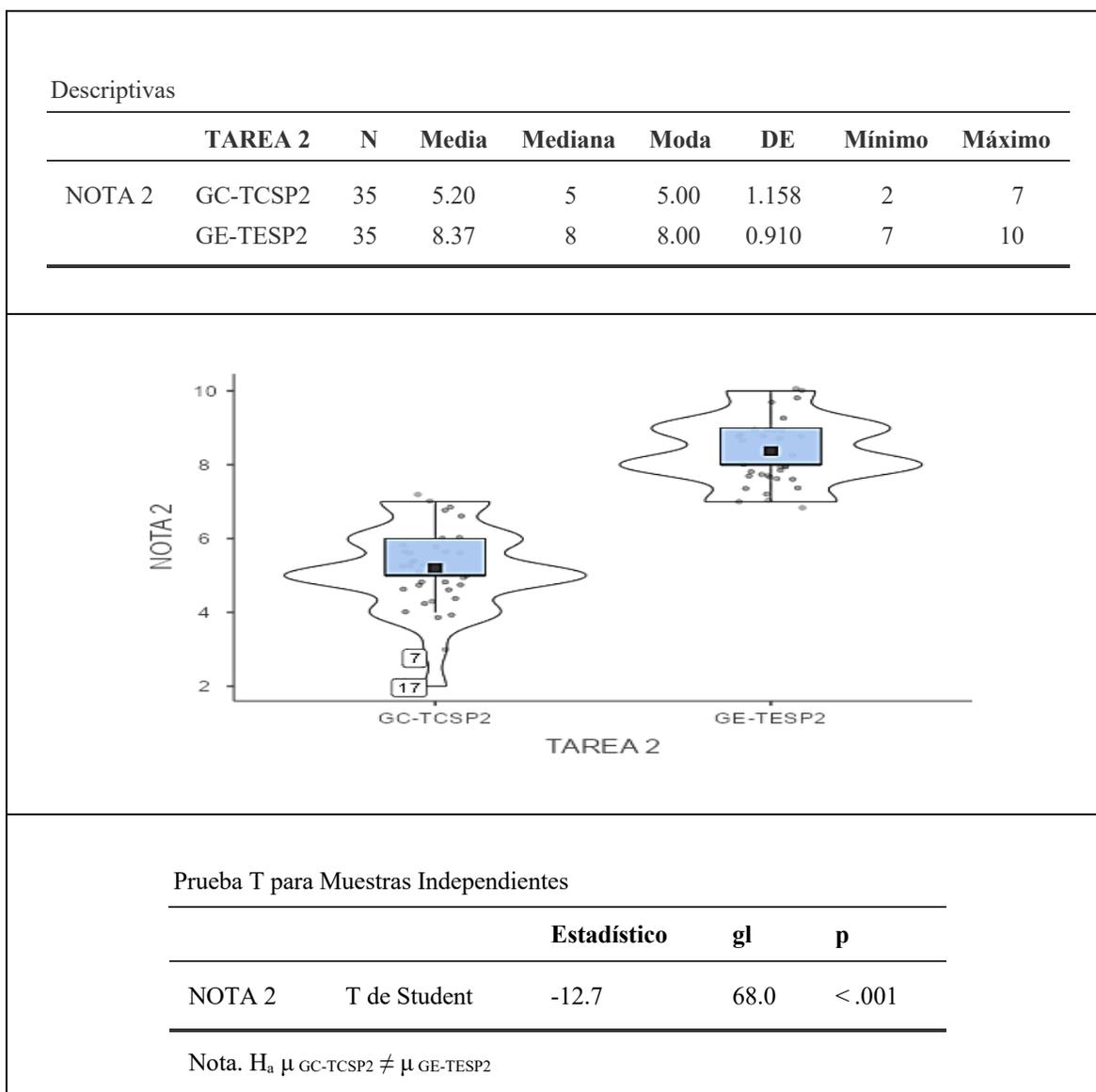
Fuente. Base de datos. Elaboración propia.

La Figura 4 muestra la estadística descriptiva en comparación con las notas de la Tarea 1 de dos grupos: GC-TCSP1 y GE-TESP1. Se observa que el grupo GC-TCSP1 tiene una media de 4.57, una mediana de 4 y una moda de 4; sin embargo, tiene una desviación estándar de 1.48, lo que indica una cierta variabilidad en las calificaciones. El rango de calificaciones del grupo de control va desde un mínimo de 2 hasta un máximo de 8. Sin embargo, el grupo GE-TESP1 presenta una media superior a 8.40, con una mediana de 8 y una moda de 8, lo que indica una alta concentración de notas altas, y una desviación estándar más baja de 1.09. En términos generales, el grupo GE-TESP1 tuvo un mejor rendimiento en comparación con GC-TCSP1.

Además, se presentan los resultados de una prueba T de Student para muestras independientes, comparando las notas de los grupos GC-TCSP1 y GE-TESP1. El estadístico T es de -12.3 con 68 grados de libertad, y un valor p menor a .001, lo que indica una diferencia entre las medias de los dos grupos. Esto sugiere que las calificaciones del grupo GE-TESP1 son mayores que las del grupo GC-TCSP1, apoyando la hipótesis alternativa de que las medias de los dos grupos no son iguales.

Figura 5

Comparación de Desempeño Académico entre Grupos TCSP2 y TESP2: Estadísticas Descriptivas y Prueba T para Muestras Independientes



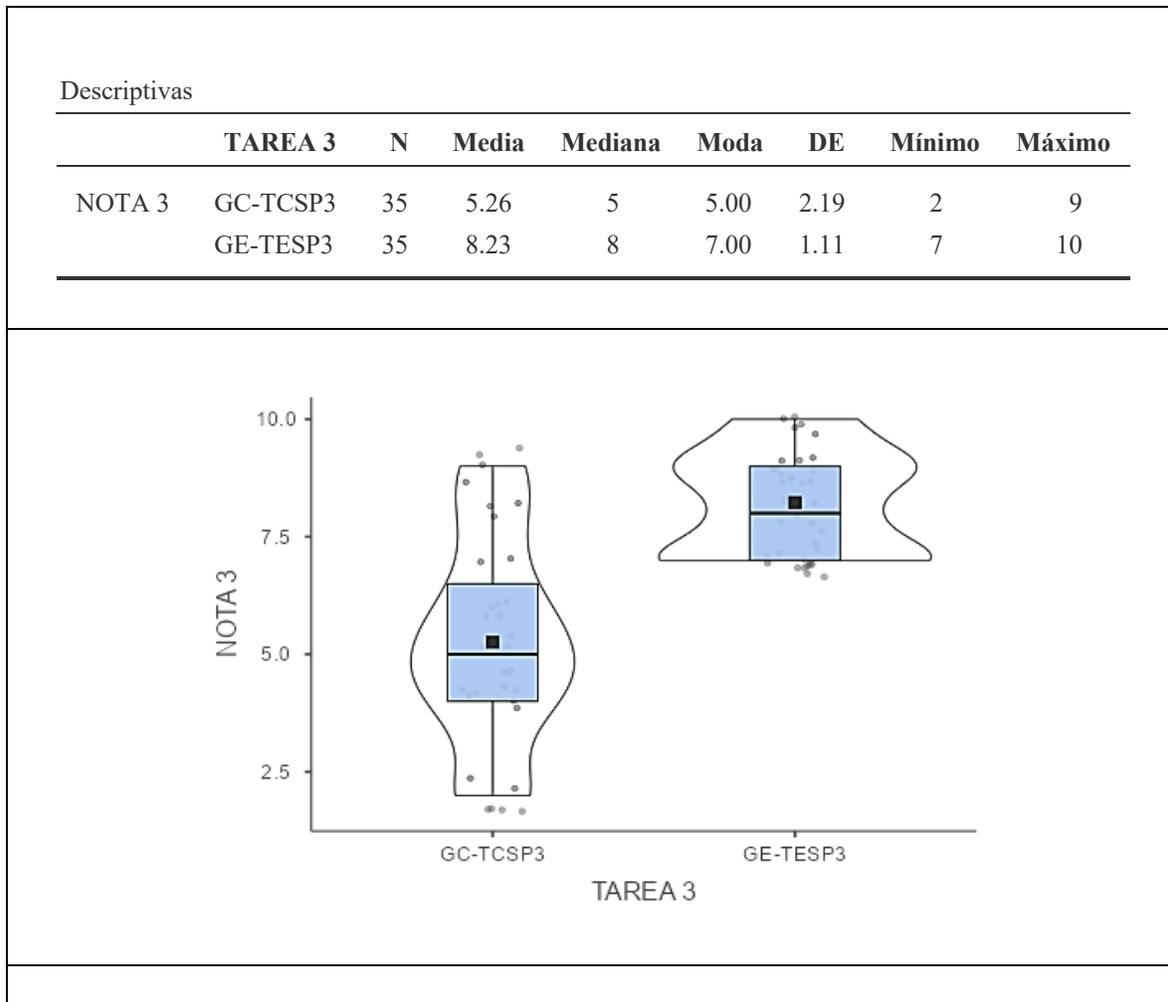
Fuente. Base de datos. Elaboración propia.

La figura 5 muestra la comparación estadística las notas de los grupos GC-TCSP2 y GE-TESP2 para la Tarea 2. El grupo GC-TCSP2 tiene una media de 5.20, con una mediana y moda de 5, con una desviación estándar de 1.158, que refleja una variabilidad moderada en las calificaciones. El rango de las notas en este grupo varía de un mínimo de 2 a un máximo de 7. En contraste, el grupo GE-TESP2 muestra una media más alta de 8.37, con una mediana de 8 y una moda de 8, indicando una alta concentración de notas elevadas. La desviación estándar de 0.910 sugiere menor dispersión en las calificaciones del grupo GE-TESP2, con un rango que oscila entre 7 y 10. Por lo tanto, el grupo GE-TESP2 tuvo un desempeño académico considerablemente mejor en comparación con GC-TCSP2.

Por otra parte, se evidencian los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, comparando las calificaciones de los grupos GC-TCSP2 y GE-TESP2 para la Tarea 2. El estadístico T es de -12.7 con 68 grados de libertad, y un valor p menor a .001, lo que indica una diferencia estadística notable entre las medias de ambos grupos. Estos resultados confirman que el grupo GE-TESP2 tuvo un rendimiento académico superior al grupo GC-TCSP2. La hipótesis nula se rechaza, apoyando la hipótesis alternativa de que las medias de las calificaciones de los dos grupos son diferentes.

Figura 6

Comparación de Desempeño Académico entre Grupos TCSP3 y TESP3: Estadísticas Descriptivas y Prueba T para Muestras Independientes



Prueba T para Muestras Independientes					
		Estadístico	gl	p	
NOTA 3	T de Student	-7.16	a	68.0	< .001

Nota. $H_a \mu_{GC-TCSP3} \neq \mu_{GE-TESP3}$
^a La prueba de Levene significativa ($p < 0.05$) sugiere que las varianzas no son iguales

Fuente. Base de datos. Elaboración propia.

La figura 6 muestra la comparación de las calificaciones de los grupos GC-TCSP3 y GE-TESP3 para la Tarea 3. El grupo GC-TCSP3 tiene una media de 5.26, con una mediana y moda de 5, lo que indica que la mayoría de las calificaciones se agrupan alrededor de ese valor. Sin embargo, la desviación estándar es relativamente alta, 2.19, lo que sugiere una variabilidad en las calificaciones, con un rango que va de 2 a 9. Por otro lado, el grupo GE-TESP3 tiene una media de 8.23, con una mediana de 8 y una moda de 7. A pesar de una moda ligeramente inferior a la mediana, la desviación estándar de 1.11 indica que hay una menor dispersión en las calificaciones, con un rango que varía entre 7 y 10. Esto muestra que el grupo GE-TESP3 tuvo un desempeño académico mejor y más consistente en comparación con el grupo GC-TCSP3.

Con respecto a los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, comparando las notas de los grupos GC-TCSP3 y GE-TESP3 para la Tarea 3. El estadístico T es de -7.16 con 68 grados de libertad, y un valor p menor a .001, lo que indica una diferencia estadística entre las medias de ambos grupos. Además, la prueba de Levene significativa ($p < 0.05$) sugiere que las varianzas no son iguales, lo que refuerza la validez de la diferencia observada. Estos resultados confirman que el grupo GE-TESP3 obtuvo mejores calificaciones que el grupo GC-TCSP3, lo que respalda la hipótesis alternativa de que las medias de las calificaciones entre los dos grupos son diferentes.

Discusión y Conclusiones

En una investigación similar Fernández et al. (2020) demuestran que “las metodologías activas y recursos didácticos que utilice el docente es un papel fundamental e importante para que los estudiantes se motiven al recibir clases en la asignatura de Física” (p.217). (Rodríguez Plaza et al., 2019) consideran que “aún hace falta y queda mucho camino por recorrer en cuanto a la búsqueda y formas de articular lo pedagógico con las TIC; es un campo que requiere ser explorado y divulgado” (p.26). Esto nutre de experiencia a otros colectivos académicos y posibilita afianzar los saberes y la praxis de los estudiantes.

Utilizando PhET, Gallego Joya (2022) observó que realizar actividades de simulación posterior a la explicación docente permitió una apropiación básica de los conceptos, ya que el acompañamiento del profesor en la actividad esclarece las inquietudes de los estudiantes durante el desarrollo de la clase. Por otra parte, Intriago et al. (2023) afirman que la utilización de herramientas tecnológicas promueve la experimentación, la confirmación de resultados y el descubrimiento de patrones. El uso de recursos dinámicos ofrece a los estudiantes la posibilidad de indagar e interpretar los conceptos estudiados de manera ágil e intuitiva.

Pérez (2020) concluyen en su investigación que “la viabilidad de los simuladores PHET, indica que las nuevas tecnologías deben ser incorporadas en los espacios pedagógicos actuales. En estos escenarios, los estudiantes activan y desarrollan las competencias requeridas para la educación y la vida” (p.22).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que las simulaciones de PhET han demostrado ser una herramienta eficaz para la enseñanza de conceptos básicos de física, en temas como posición, velocidad y aceleración. Los resultados del estudio indican que el grupo experimental, que utilizó las simulaciones PhET, mostró un desempeño académico notablemente superior al del grupo control, que recibió enseñanza tradicional.

En términos generales el grupo experimental presentó mejoras que se vieron reflejadas en notas cuantitativas más altas en las evaluaciones y una efectividad mayor al momento de resolver problemas complejos relacionados con los fenómenos físicos. Además, los estudiantes del grupo experimental también mostraron un aumento en su motivación y participación, evidenciado por su mayor interés y compromiso durante las actividades. Estos hallazgos sugieren que la integración de simulaciones digitales en el currículo de física puede ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad del aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes.

Es importante realizar seguimiento a este tipo de propuestas con estudios a mediano y largo plazo que evalúen el impacto de las simulaciones en el aprendizaje de los estudiantes, así como su influencia en el interés por carreras científicas. Además, investigaciones futuras podrían centrarse en los aspectos cualitativos del aprendizaje, como la mejora en el pensamiento crítico y la resolución de problemas, que pueden no ser evidentes cuando se aplican evaluaciones tradicionales.

Referencias Bibliográficas

Abreu, O., Gallegos, M. C., Jácome, J. G., & Martínez, R. J. (2017). La didáctica:



- Epistemología y definición en la facultad de ciencias administrativas y económicas de la Universidad técnica del Norte del Ecuador. *Formacion Universitaria*, 10(3), 81–92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300009>
- Cabero, J., & Costas, J. (2016). *La utilización de simuladores*. 31.
- 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>
- Collantes-Lucas, M. A., & Aroca-Fárez, A. E. (2024). Aprendizaje lúdico en la era digital apoyado por las TIC en niños de 4 a 5 años. *MQRInvestigar*, 8(2), 596–620. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.2.2024.596-620>
- Collantes, M., Rogel, C., & Cobeña, M. (2024). Estrategia Didáctica para la Enseñanza de Matemáticas en Educación Inicial II : Integración de Wordwall. *MQRInvestigar*, 8(3), 5340–5362. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5340-5362>
- Eder, M. L., & Adúriz Bravo, A. (2001). Aproximación Epistemologica a Las Relaciones Entre La Didáctica De Las Ciencias Naturales Y La Didáctica General. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 9. <https://doi.org/10.17227/ted.num9-5618>
- 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>
- Fernández, M. C., Garcia, D. G., Erazo, C. A., & Erazo, J. C. (2020). Objetos Virtuales de Aprendizaje: Una estrategia innovadora para la enseñanza de la Física. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 204. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.780>
- Gallego Joya, L. (2022). EVALUACIÓN DEL SIMULADOR PHET COMO ESTRATEGIA PARA EDUCACIÓN MEDIA Y UNIVERSITARIA. *MLS Inclusion and Society Journal*, 2(1), 107–120.
- 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>
- López Tavares, D., & Orozco Martínez, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Am. J. Phys. Educ*, 11(2).
- Mallart, J., Sepúlveda, F., & Rajadell, N. (2001). Didáctica: Concepto, Objeto y Finalidades. *Didáctica General Para Psicopedagogos.*, May, 23–57.
- 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>
- Paida, M., & Calvache, K. (2019). *Aplicación del simulador PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje del movimiento parabólico* [Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/bitstreams/902bf6e5-a4b5-4f37-9153-a014bc0b79ce/download>
- Pérez, G. (2020). *Estrategia pedagógica basada en tecnologías digitales para potenciar habilidades en la solución de problemas de Física orientada a estudiantes de grado undécimo* [Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstreams/714cd847-4f16-44ae-9ed0-ffcfaa9ca794/download>
- Pinargote, J., Lino, V., & Vera, B. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. *MQR Investigar*, 8(3), 3966–3989. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3966-3989>
- Real Academia Española. (2017). Simulación. *Asociación de Academias de La Lengua Española*. <https://dle.rae.es/simulador>
- Rodríguez Plaza, M. del P., Zambrano Cerón, G. S., & Hernández, B. C. (2019). Las TIC, una apuesta para la enseñanza de las Matemáticas y la Física en la educación media. *Revista Sapientia*, 11(22), 17–27. <https://revistas.uniajc.edu.co/index.php/sapientia/article/download/71/53>
- 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>
- Zaldívar Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH*, 10(18), 9–22. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454

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.