

Use of PHET Simulations and Learning Analytics in the improvement of the teaching-learning process in Physics

Uso del PHET Simulations y Analítica del Aprendizaje en el mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura Física

Autores:

Yanchapaxi-Molina, Carmen Elizabeth
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesor de Enseñanza Media en la
Especialización de Matemática y Física
Docente de la Institución Educativa Fiscal “Quito”
Durán – Ecuador



ceyanchapaxim@ube.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-3005-2214>

Mérida-Córdova, Ennio Jesús
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Ingeniero en Sistemas, Master en Ciencias de la Educación Superior
Docente
Guayaquil – Ecuador



ejmeridac@ube.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

Fechas de recepción: 15-NOV-2024 aceptación: 15-DIC-2024 publicación: 15-DIC-2024



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

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La integración de simuladores virtuales y la analítica del aprendizaje han demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar los procesos educativos, especialmente en asignaturas como la Física, que requieren de una comprensión profunda de conceptos abstractos. En la Institución Educativa Fiscal "Quito", los métodos tradicionales de enseñanza en la asignatura de Física han generado dificultades tanto para docentes como para estudiantes de Segundo Año de Bachillerato. A pesar de los avances tecnológicos, las clases siguen siendo dominadas por enfoques convencionales que carecen de dinamismo, lo que impide captar el interés de los estudiantes y afecta su comprensión de conceptos fundamentales. Para abordar dicha problemática se planteó como objetivo de la investigación analizar cómo el uso del PhET simulador y la analítica del aprendizaje pueden contribuir a mejorar la comprensión profunda de los conceptos físicos, favoreciendo la resolución de problemas prácticos y la toma de decisiones informadas en los estudiantes de segundo de bachillerato de la Institución Educativa Fiscal "Quito". Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo con un grupo experimental que utilizó el simulador PhET y un grupo de control que siguió el método tradicional. Se aplicaron encuestas con escala Likert a los docentes y entrevistas a los padres para conocer su percepción sobre el uso del simulador. La muestra incluyó 66 estudiantes, 12 docentes y 20 padres, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo un rendimiento significativamente superior al grupo de control, con una mayor consistencia en las calificaciones y un aumento en la motivación de los estudiantes. Además, los docentes destacaron la necesidad de una formación continua para usar eficazmente estas herramientas. En conclusión, la integración de PhET Simulations mejoró la comprensión de conceptos físicos, así como la motivación y el interés de los estudiantes en la asignatura.

Palabras clave: Comprensión de conceptos físicos, Phet Simulations; Analítica del Aprendizaje y Enseñanza de la Física



Abstract

The integration of virtual simulators and learning analytics has proven to be an effective strategy for improving educational processes, particularly in subjects like Physics, which require a deep understanding of abstract concepts. At the "Quito" Public Educational Institution, traditional teaching methods in the Physics subject have generated challenges for both teachers and second-year high school students. Despite technological advancements, classes remain dominated by conventional approaches lacking dynamism, which fails to capture students' interest and affects their comprehension of fundamental concepts. To address this issue, the research aimed to analyze how the use of the PhET simulator and learning analytics could contribute to improving the deep understanding of physical concepts, promoting practical problem-solving and informed decision-making among second-year high school students at the "Quito" Public Educational Institution. A quantitative approach was employed, with an experimental group using the PhET simulator and a control group following traditional methods. Likert scale surveys were administered to teachers, and interviews were conducted with parents to gather their perceptions regarding the use of the simulator. The sample included 66 students, 12 teachers, and 20 parents, selected through non-probabilistic convenience sampling. The results showed that the experimental group achieved significantly higher performance than the control group, with greater consistency in grades and increased student motivation. Additionally, teachers emphasized the need for continuous training to effectively utilize these tools. In conclusion, the integration of PhET Simulations improved students' comprehension of physical concepts, as well as their motivation and interest in the subject.

Keywords: Comprehension of Physical Concepts; PhET Simulations; Learning Analytics; Physics Teaching



Introducción

Jara (2020), en su estudio sobre la educación, señala que la formación de un país se fundamenta en un documento que establece las metas educativas para sus ciudadanos. Este texto constituye uno de los pilares fundamentales que orientan la labor educativa y dirige las acciones requeridas para garantizar una educación de calidad a través de aprendizajes significativos. A partir de este conjunto de directrices, se establecen los cimientos para la creación de planes de estudio en distintas disciplinas, ajustados a las necesidades y contextos particulares de la población estudiantil.

En Ecuador, el programa de estudios de las Ciencias Naturales en la que incluyen Física, Química y Biología se centra en la exploración, razonamiento y la experimentación sustituyendo la memorización por la iniciativa basada en las ideas previas de los estudiantes con el propósito de que potencien competencias de investigación y sepan responder a los cuestionamientos que se plantean con relación a los sucesos naturales. Esta orientación metodológica y procedimental ayuda a los profesores a reforzar el rigor conceptual y la calidad educativa. Es necesario conceptualizar un fenómeno y crear su modelo matemático para describirlo científicamente (Ministerio de Educación del Ecuador, 2019).

Por otra parte, la didáctica, centrada en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es fundamental en el ámbito educativo (Abreu et al., 2017). Mallart (2001) la define como la ciencia que interviene en el proceso educativo para formar intelectualmente al educando. A lo largo del tiempo, ha evolucionado para adaptarse a los cambios sociales y tecnológicos. Dentro del ámbito de la Física, transforma y transmite los cambios del contenido, garantizando una educación de calidad con experiencias relevantes para los estudiantes.

De este modo, el estudio de la física es esencial porque ayuda a entender los fenómenos que ocurren en nuestro entorno (Paguay, 2024). De igual modo, Cabrera & Carrión (2023) concibe a la Física como una ciencia que facilita la comprensión de las leyes y principios que gobiernan los fenómenos naturales.

Para Villacis (2020) “la Física actualmente juega un rol muy importante en la sociedad ya que se aplica en la biofísica, en la elaboración de instrumentos médicos, redes de telecomunicaciones, en la fabricación y elaboración de máquinas, motores y nuevas tecnologías” (p. 15). La manera en que el profesor imparte su clase sienta las bases para la preparación del estudiante en la asignatura. En este sentido, la incorporación de la tecnología de la Información y Comunicación (TIC) ayuda a abordar el interés de los estudiantes al hacerla más accesible, interesante y pertinente (Cabrera et al., 2024).

La incorporación de las TIC en la educación optimiza las condiciones de aprendizaje, eleva la calidad y el alcance del proceso educativo, fomenta la equidad e inclusión, especialmente en vista de que las nuevas generaciones son nativas digitales (Morán & Barberi, 2024). Además, se destaca la importancia de adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, preparar

a los estudiantes para un mundo tecnológico en constante evolución y fomentar la responsabilidad digital desde las primeras etapas educativas (Collantes & Aroca, 2024).

La integración de recursos digitales, como el empleo de plataformas interactivas, herramientas en línea y aplicaciones educativas, representa una oportunidad para diversificar y fortalecer los elementos de apoyo pedagógico. Esta integración busca responder de manera efectiva a las demandas educativas contemporáneas, adaptándose a las necesidades y preferencias específicas de los estudiantes (Medina et al., 2024).

En la actualidad, con la presencia de la tecnología resulta eficaz insertar las TIC para facilitar la comprensión en la enseñanza de ciertos temas en Física. Este tipo de tecnología, es importante en la didáctica de la Física, ya que permiten simulaciones casi realista de fenómenos naturales y la realización de experimentos, lo que contribuye al aprendizaje significativo de los estudiantes (Mejía, 2024).

El Proyecto de Tecnología Educativa (PhET) es un ejemplo destacado en este ámbito, ofreciendo una amplia variedad de simulaciones interactivas diseñadas para disciplinas, tales como, física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas; adaptadas para todos los niveles educativos, desde primaria hasta la universidad (Özcan et al., 2020; Salame & Makki, 2021). De igual modo Yulianti et al. (2021) también destacan la versatilidad del PhET, señalándolo como un recurso clave que abarca una amplia gama de temas científicos.

Estas simulaciones son viables en diversos sistemas operativos, lo que facilita su implementación en distintos entornos educativos. Además, estudios como las realizadas por Lukita & Jayanagara (2023) han demostrado que el PhET es efectivo para mejorar la competencia de los estudiantes en Física, lo que enfatiza la importancia de invertir en el desarrollo y la expansión de la tecnología educativa para beneficio tanto de profesores como de alumnos.

Diversas investigaciones han señalado y evaluado el impacto favorable de este simulador en distintos temas físicos, tales como circuitos eléctricos, gravedad, trayectoria parabólica y otros conceptos afines. Por ejemplo, se ha sugerido su uso como herramienta pedagógica para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de temas como los circuitos eléctricos (Martínez, 2008).

PhET Simulations es un recurso educativo que fortalece la enseñanza de forma dinámica e interactiva. Su objetivo es brindar a los estudiantes la posibilidad de representar un fenómeno, analizarlo y lograr un aprendizaje que fomente el desarrollo de habilidades y destrezas requeridas por el Ministerio de Educación, alineadas con los contenidos curriculares definidos en el sistema educativo ecuatoriano (Mera & López, 2023).

El uso de simulaciones interactivas, como PhET, ha demostrado ser más eficaz que los métodos tradicionales para el aprendizaje y la retención de conceptos. Investigaciones y experiencias educativas indican que estas herramientas facilitan una comprensión más profunda y perdurable de los conceptos científicos (Vélez et al., 2024). De manera similar,

Pinargote et al. (2024) resalta que los estudiantes aprenden cuando hacen y participan en trabajos colaborativos, lo que refuerza la importancia de innovar en las estrategias educativas. Según Ocampo (2019), “Comprender es ir más allá de la posesión y de nuestros límites, sugiere un estado de autonomía, creatividad y flexibilidad” (p. 61). De acuerdo al autor se subraya la importancia de desarrollar habilidades que permitan a los estudiantes entender conceptos y aplicarlos de manera efectiva en diferentes situaciones de la vida cotidiana. Este enfoque fomenta un aprendizaje significativo y relevante, preparando a los individuos para enfrentar desafíos en un mundo en constante cambio.

La comprensión de la física es esencial para que tanto estudiantes como la sociedad enfrenten desafíos científicos y tecnológicos. Esta disciplina se ocupa de resolver problemas prácticos, descubrir fenómenos complejos y cambios de paradigmas a lo largo de la historia. Una comprensión profunda de los conceptos físicos facilita la aplicación de este conocimiento en tecnologías innovadoras, como los láseres y la microelectrónica, que han transformado la vida cotidiana. Es decir, se capacita a las estudiantes para tomar decisiones informadas y adaptarse a un mundo en constante evolución (Pérez et al., 2010).

Según Lino et al. (2023), “los avances de la tecnología han provocado que estas herramientas tecnológicas generen una amplia gama de actividades medibles al alumno teniendo que acudir a la Analítica del Aprendizaje” (p. 2301). Esta disciplina, como señala López Fernández et al. (2024), implica “recolectar, analizar y utilizar datos sobre el rendimiento y el progreso del estudiante para mejorar la educación”(p. 2). De la misma manera, Campos et al. (2018), menciona que en la analítica del aprendizaje:

Se interpretan datos del proceso de aprendizaje mediante métodos cuantitativos, que se sustentan en los datos obtenidos. Las analíticas del aprendizaje, basadas en datos de naturaleza cuantitativa, tratan de entender el contexto de las relaciones del estudiante, con el propósito de analizar, explicar y predecir su comportamiento ante la interacción con los contenidos, actividades y recursos, con el fin de promover acciones de mejora en el proceso. (p. 42)

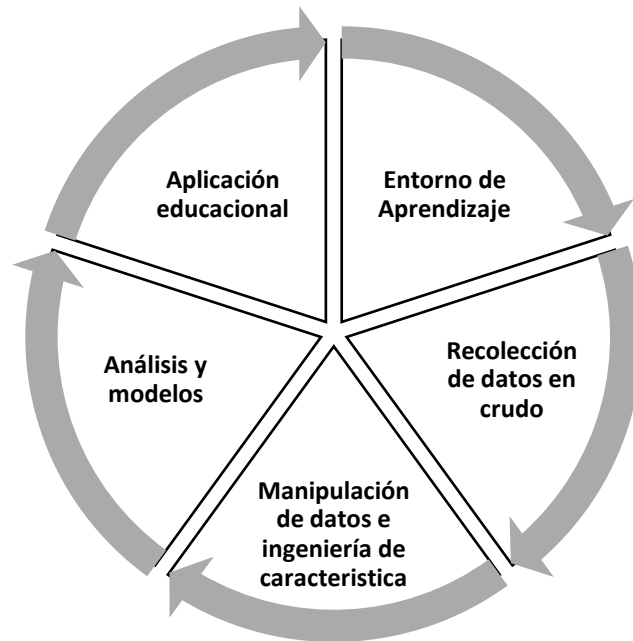
Así como también López, et. al. (2024) define a la analítica del aprendizaje como:

Aquel procedimiento ecléctico dirigido a medir, contabilizar, procesar, analizar, sintetizar e interpretar datos y conjuntos de datos, de mayor o menor complejidad, ya sea mediante los más diversos recursos tecno pedagógicos, métodos y técnicas de la metodología de la investigación, y el examen cualitativo, individual y colectivo, de la comunidad educativa, o de determinados colectivos o individuos que configuran la misma de manera particular, a fin de, a partir de ello, ofrecer respuesta a interrogantes, conformar otras, identificar problemas, entregar nuevas ideas y procurar pautas transformadoras para un superior funcionamiento de los distintos elementos que conforman el proceso interactivo sistemático de las prácticas de los sujetos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de los llamados parámetros

académicos y, por último, no menos importante, de los parámetros no académicos.
(p. 3)

Para comprender la importancia y el impacto de la analítica del aprendizaje en el ámbito educativo, es fundamental explorar sus distintas etapas. (ver figura 1).

Figura 1. *Etapas de la Analítica de Aprendizaje*



Nota. Adaptado de “El proceso de implementación de analíticas de aprendizaje. *Comunicación y Pedagogía*” por Ruipérez-Valiente (2020).

La analítica de aprendizaje es un proceso que involucra la recopilación, procesamiento y análisis de datos generados en entornos educativos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los datos provienen de plataformas digitales, sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) o espacios presenciales, donde se registra información como la participación, las interacciones, los resultados de evaluaciones y el tiempo dedicado a las actividades. Esta información se recolecta en su forma más básica o "en crudo", y su calidad es necesaria para garantizar un análisis preciso.

La manipulación de estos datos implica limpiarlos, corregir errores, eliminar duplicados y normalizarlos. Además, se realiza la ingeniería de características, que consiste en crear nuevas variables relevantes a partir de los datos originales, con el fin de extraer información más útil para modelos analíticos avanzados. Una vez preparados los datos, se aplican técnicas estadísticas y de aprendizaje automático para identificar patrones, tendencias y relaciones. Estos análisis pueden ser descriptivos (mostrar lo que ocurrió), predictivos (anticipar eventos futuros) o prescriptivos (sugerir acciones para mejorar el aprendizaje).

Los resultados obtenidos permiten diseñar estrategias pedagógicas personalizadas, optimizar recursos educativos y establecer alertas tempranas para prevenir situaciones críticas, como la deserción estudiantil. La implementación adecuada de estos hallazgos en la toma de decisiones educativas es clave para maximizar su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, la analítica de aprendizaje se convierte en una herramienta fundamental para transformar los datos en mejoras concretas dentro de los contextos educativos. “Además, de forma transversal hay otros elementos que se deben de tener en cuenta, como las tecnologías a utilizar, las teorías y ciencias del aprendizaje, la privacidad de los usuarios, así como las instituciones y las políticas educacionales” (Ruipérez-Valiente, 2020, p. 88).

A pesar de los esfuerzos por universalizar la educación y mejorar los métodos de enseñanza, en los últimos años se ha notado una disminución en el interés en el aprendizaje de la Física (Castro & Vega, 2021).

En la Institución Educativa Fiscal "Quito", la persistencia de métodos tradicionales en la enseñanza de la física ha generado desafíos tanto para docentes como para estudiantes en el Segundo Año de Bachillerato; a pesar de los avances en metodologías educativas y recursos tecnológicos, las clases siguen siendo dominadas por enfoques convencionales, carecen de dinamismo y no logran captar el interés de los alumnos, lo que dificulta la comprensión de conceptos fundamentales y se traduce en un evidente quemeimportismo para realizar tareas básicas, como conversiones de unidades o el despeje de fórmulas, convirtiendo a la física en un obstáculo insuperable para muchos.

Además, la falta de habilidades de razonamiento entre los estudiantes, la impericia para aplicar los conceptos aprendidos en situaciones prácticas, la escasez de recursos tecnológicos y el poco interés hacia la asignatura son ejemplos claros de los inconvenientes que atraviesa la Institución. Ante esta situación es necesario adoptar enfoques pedagógicos innovadores que estimulen el pensamiento crítico, fomenten la resolución de problemas y promuevan el aprendizaje significativo.

Para ello se plantea la siguiente pregunta científica ¿Cómo el uso de simuladores puede facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de física, específicamente en el compendio sobre la Ley de Ohm, en estudiantes de segundo de bachillerato de la Institución Educativa Fiscal “Quito”, durante el período de abril a octubre de 2024?

Con el objetivo de contribuir a mejorar esta problemática, se establece el siguiente objetivo: analizar cómo el uso del PhET y técnicas de analítica de aprendizaje pueden optimizar el rendimiento académico en la Ley de Ohm para estudiantes de segundo de bachillerato durante el período de abril a octubre de 2024.

Materiales y métodos

La investigación es de tipo observacional analítico, de corte transversal con enfoque cuantitativo, para evaluar el uso de actividades tradicionales (grupo de control) y el simulador



PhET (grupo experimental) en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Hernández et al. (2014) este enfoque cuantitativo, “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p. 4). Además, la investigación se basa en el paradigma positivista, que, de acuerdo a Intriago et al. (2023), sostiene que la realidad es única, tangible e independiente del observador, lo que permite medirla de forma precisa.

Para la investigación, se emplearon encuestas y entrevistas como técnicas de recolección de datos. La encuesta, se diseñó para evaluar la percepción de los docentes sobre el uso de PhET Simulations en el proceso de enseñanza y aprendizaje, además, se utilizó una escala Likert. En cuanto a la entrevista, estuvo dirigida a los padres de los estudiantes de Segundo de Bachillerato, con el fin de conocer la percepción sobre el uso de las simulaciones PhET en el aprendizaje en casa.

El método analítico-sintético fue empleado para revisar y analizar la bibliografía sobre el uso del simulador PhET relacionado con la Ley de Ohm en la asignatura de Física. Este enfoque permitió desglosar la información, comprender las partes individuales y luego sintetizarlas para una comprensión completa del tema, facilitando así el diseño de la investigación correspondiente.

De la misma manera, se empleó el método inductivo-deductivo. En la fase inductiva, se recolectaron datos y se realizó un análisis numérico, para luego realizar comparaciones. Posteriormente, en la fase deductiva, se consultó la teoría en función de las etapas de la analítica del aprendizaje. Esta integración entre datos y teoría permitió diseñar la investigación y formular la hipótesis, logrando establecer una relación clara entre lo general y lo particular dentro del proceso de investigación educativa.

Finalmente, se utilizó el método estadístico-matemático como el análisis descriptivo e inferencial. Esta técnica fue fundamental durante la fase de procesamiento de datos, permitiendo organizar, describir y analizar la información recopilada de manera significativa y útil. Además, se empleó el software Jamovi para procesar datos, elaborar gráficos y tablas, así como también se usó la hoja de cálculo Microsoft Excel para conformar la base de datos del estudio.

Limitaciones de la investigación

La principal limitación de la investigación fue la escasez de equipos de cómputo. No obstante, a pesar de dicha limitación se llevaron a cabo las actividades didácticas sin inconvenientes.

Hipótesis de investigación

Si se emplea la analítica del aprendizaje, derivada del PhET Simulations, en el proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Física, entonces se podría mejorar la comprensión de la asignatura en los estudiantes de Segundo de Bachillerato.



Población y muestra

Población. Está conformada por 12 paralelos que representan 536 estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal “Quito”

Muestra. El análisis de esta investigación se centra a 66 estudiantes, 12 docentes y 20 padres de familia del Segundo Año paralelo “A” y “D” BGU. Se empleó un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la facilidad de horario y la obtención de los datos de los estudiantes.

Criterios para la selección de la muestra:

- Estudiantes que asistente frecuentemente a clases.
- Los estudiantes del paralelo A cuentan con dispositivos móviles o PC.
- Los estudiantes tanto del paralelo A y D son grupos homogéneos con promedios similares y cantidades de alumnos.

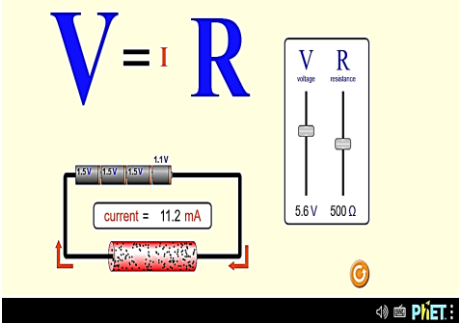
Actividades para evaluar

Las actividades consideradas se relacionan con la asignatura de Física en relación con el currículo del Segundo de Año de Bachillerato del Ministerio de Educación del Ecuador (2019). Designando así a los estudiantes del paralelo “A” como el grupo experimental (APS) y a los estudiantes del paralelo “D” como el grupo de control (AT). Ver tabla 1, 2 y 3.

Tabla 1. Actividades relacionadas a la Ley de Ohm

Destreza con criterio de desempeño: CN.F.5.1.49. Describir la relación entre diferencia de potencial (voltaje), corriente y resistencia eléctrica, la ley de Ohm, mediante la comprobación de que la corriente en un conductor es proporcional al voltaje aplicado (donde R es la constante de proporcionalidad).	
Metodología: Trabajo personalizado guiado.	
Tema: Ley de Ohm	
Grupo de Control Actividad Tradicional 1 (AT1)	Grupo experimental Actividad con PhET Simulations 1 (APS1)
Actividad: La dinámica consistió en proporcionar a cada estudiante diversos problemas relacionados a la clase sobre la ley de Ohm. Como actividad se pide resolver a estudiantes los ejercicios del 1 al 5 de la página 193 del texto del estudiante. Se adicionan los siguientes problemas: 1. Se tiene un circuito con una resistencia desconocida conectada a una batería de 9 voltios. Si la corriente que pasa a través de la resistencia es de 0.3 amperios, ¿cuál es el valor de la resistencia? 2. Un cable conductor tiene una resistencia de 8 ohmios y una corriente de 2.5 amperios.	Actividad: Los estudiantes utilizaron el simulador PhET para explorar los principios de la Ley de Ohm de manera interactiva y educativa. Se empezó familiarizándose con el simulador y luego se realizaron experimentos para verificar la relación lineal entre voltaje, corriente y resistencia, tal como lo describe la Ley de Ohm. Se resolvieron los mismos problemas de la actividad tradicional utilizando el simulador, se calculó resistencias, intensidad o voltajes necesarios para obtener corrientes específicas. Esta actividad les permitió a los estudiantes comprender los conceptos eléctricos de manera visual y práctica.

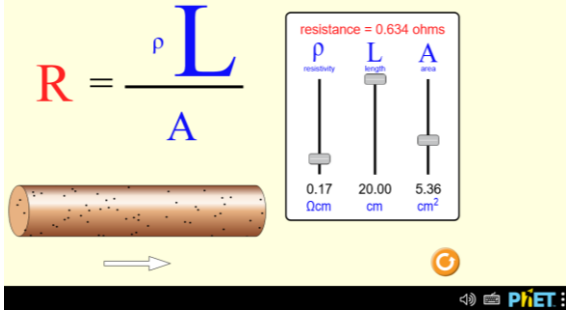
- ¿Cuál es la diferencia de potencial a través del cable?
3. Se conecta una bombilla a una fuente de alimentación de 5.6 voltios y se observa una resistencia de 500 ohmios. ¿Cuál es la intensidad de corriente de la bombilla?
4. En un circuito en serie con una resistencia total de 150 ohmios y una corriente de 0.8 amperios, ¿cuál es la diferencia de potencial total?



Nota: la tabla 1 presenta dos tipos de actividades diseñadas para abordar el tema de la Ley de Ohm: una actividad tradicional (AT1) y una actividad utilizando el simulador PhET (APS1). Ambas actividades están diseñadas para ayudar a los estudiantes a comprender la relación entre diferencia de potencial (voltaje), corriente y resistencia eléctrica, así como para aplicar los principios de la Ley de Ohm en la resolución de problemas prácticos. La metodología utilizada en ambas actividades es el trabajo personalizado guiado, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de explorar los conceptos de manera interactiva y educativa.

Tabla 2. Actividades relacionadas a la resistencia eléctrica

Destreza con criterio de desempeño: CN.F.5.1.49. Describir la relación entre diferencia de potencial (voltaje), corriente y resistencia eléctrica, la ley de Ohm, mediante la comprobación de que la corriente en un conductor es proporcional al voltaje aplicado (donde R es la constante de proporcionalidad).	
Metodología: Trabajo colaborativo.	
Tema: Características de la resistencia eléctrica	
Grupo de Control	Grupo experimental
Actividad Tradicional 2 (AT2)	Actividad con PhET Simulations 2 (APS2)
Actividad: Los estudiantes recibieron información teórica sobre la resistencia eléctrica y su relación con la resistividad, utilizando ejemplos concretos de materiales conductores comunes y sus valores de resistividad. Luego, se les indicó un problema práctico que involucra el cálculo de la longitud necesaria de dos tipos de conductores (aluminio y cobre) para lograr una resistencia específica. Los estudiantes aplican la fórmula de resistencia y manipulan los datos dados para encontrar las longitudes requeridas de cada conductor. Se agruparon entre 4 estudiantes para resolver las actividades 3 y 4 de la página 181 del libro del estudiante.	Actividad: Los estudiantes exploraron libremente el simulador para familiarizarse con sus funciones. Posteriormente, bajo la guía del profesor, comenzaron la experimentación configurando la longitud del alambre a 20 cm, el área transversal a 5.36 cm² y seleccionaron el cobre como material. Registraron el valor de resistencia mostrado por el simulador. Se Cambió sistemáticamente la longitud del alambre, el área transversal y el material, registrando los valores de resistencia correspondientes. Tras recopilar los datos, los estudiantes graficaron la resistencia en función de cada variable y compararon los resultados obtenidos para diferentes materiales. En la fase de análisis, discutieron cómo la resistencia variaba con cada parámetro, relacionando sus observaciones con la teoría. Finalmente, comprobaron los ejercicios resueltos en la actividad tradicional.



Nota. En la Tabla 2 se presentan actividades relacionadas con la resistencia eléctrica, diseñadas para describir la relación de la resistencia según la ley de Ohm (CN.F.5.1.49) mediante trabajo colaborativo.

Tabla 3. Actividades relacionadas a la asociación de resistencias

Destreza con criterio de desempeño: CN.F.5.1.51. Comprobar la ley de Ohm en circuitos sencillos a partir de la experimentación, analizar el funcionamiento de un circuito eléctrico sencillo y su simbología mediante la identificación de sus elementos constitutivos y la aplicación de dos de las grandes leyes de conservación (de la carga y de la energía) y explicar el calentamiento de Joule y su significado mediante la determinación de la potencia disipada en un circuito básico.	
Metodología: Trabajo colaborativo.	
Tema: Asociación de resistencias	
Grupo de Control	Grupo experimental
Actividad Tradicional 3 (AT3)	Actividad con PhET Simulation 3 (APS3)
Actividad: Los estudiantes resolvieron diferentes circuitos eléctricos utilizando hoja, lápiz y calculadora. Intercalaron resistencias para aumentar la dificultad al paso de la corriente y, cuando no disponían de una resistencia específica, crearon asociaciones de resistencias en serie y en paralelo para obtener la resistencia equivalente deseada. Aprendieron que, en serie, la intensidad de corriente es la misma en cada resistencia, mientras que, en paralelo, la diferencia de potencial es la misma en cada resistencia. Además, aplicaron la ley de Ohm y los principios de asociación mixta para diseñar circuitos complejos, combinando resistencias en serie y paralelo según fuera necesario. Se agruparon entre estudiantes para resolver las actividades 5 y 6 de la página 181 del libro del estudiante.	Actividad: Los estudiantes participaron en una actividad interactiva de exploración y diseño de circuitos eléctricos utilizando el simulador de Circuit Construction Kit - AC de PhET . Durante la sesión, se les encomendó la tarea de construir y analizar diversos circuitos, centrándose en la asociación de resistencias en serie y en paralelo. Utilizando herramientas virtuales, los estudiantes exploraron cómo la conexión de componentes afecta el flujo de corriente y la diferencia de potencial en el circuito. Además, se les desafió a diseñar circuitos más complejos que combinaban resistencias en diferentes configuraciones para lograr una resistencia equivalente específica, aplicando los conceptos de la ley de Ohm y verificando sus resultados mediante la simulación. Finalmente, comprobaron los ejercicios resueltos en la actividad tradicional.



Nota. Las actividades en la Tabla 3 abordan la asociación de resistencias, permitiendo a los estudiantes experimentar con circuitos eléctricos tanto de manera tradicional, mediante la resolución manual con hoja, lápiz y calculadora, como de manera interactiva utilizando el simulador de Circuit Construction Kit - AC de PhET.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados de una encuesta aplicada a los docentes del área de Ciencias Naturales.

Componente Académico: Resultados de la encuesta docente

Después de haber completado la [encuesta](#) sobre el uso de PhET Simulations en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es momento de presentar y analizar los resultados obtenidos. La participación de los docentes ha brindado una visión sobre diversos aspectos relacionados con esta herramienta educativa, como su efectividad, facilidad de uso y relevancia en el contexto académico. Para ello, se empleó una escala de Likert con las siguientes opciones: 1 Totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 Neutral, 4 De acuerdo y 5 Totalmente de acuerdo. (Ver tabla 4 y Figura 2).

Tabla 4. Análisis descriptivo de la encuesta docente

Preguntas	Media	DE
1. El uso de PhET Simulations mejora la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos científicos	4.42	0.67
2. PhET Simulations es fácil de usar e integrar en las clases.	4.25	0.87
3. El contenido de PhET Simulations es relevante para los objetivos de aprendizaje del curso.	4.83	0.39
4. La disponibilidad de PhET Simulations en línea facilita su acceso para los estudiantes.	4.67	0.49
5. PhET Simulations motiva a los estudiantes a participar activamente en las actividades de clase.	4.67	0.49

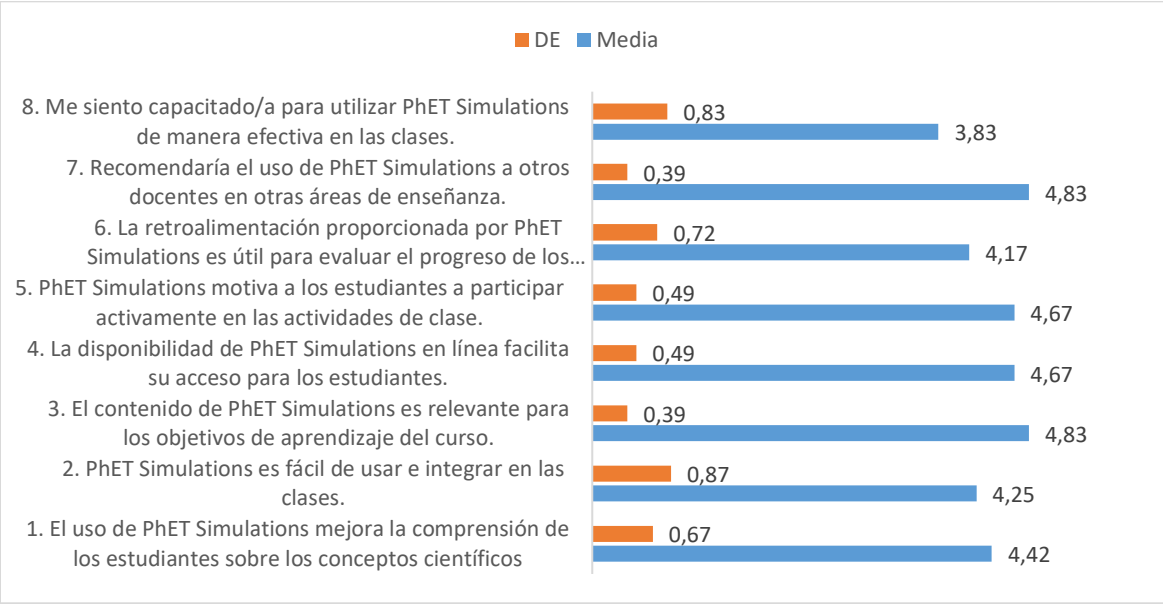


6. La retroalimentación proporcionada por PhET Simulations es útil para evaluar el progreso de los estudiantes.	4.17	0.72
7. Recomendaría el uso de PhET Simulations a otros docentes en otras áreas de enseñanza.	4.83	0.39
8. Me siento capacitado/a para utilizar PhET Simulations de manera efectiva en las clases.	3.83	0.83

Nota. La tabla muestra la media, desviación estándar, del análisis descriptivo de la encuesta realizada a docentes utilizando la escala Likert.

Fuente. Base de datos. Proceso investigativo

Figura 2. Gráfica relacionada sobre las percepciones de la encuesta a docentes



Los resultados de la encuesta sobre el uso de PhET Simulations en el proceso de enseñanza y aprendizaje revelan una percepción en general positiva por parte de los docentes. En cuanto a la mejora de la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos científicos, la media obtenida fue de 4.42, con una desviación estándar (DE) de 0.67. Esto indica que la mayoría de los encuestados se sitúan entre neutral a de acuerdo y totalmente de acuerdo. Lo que señalan el reconocimiento de las potencialidades del PhET Simulations en el proceso didáctico.

En lo que respecta a la facilidad de uso e integración de PhET Simulations en las clases también fue bien valorada, con una media de 4.25 y una DE de 0.87. Este resultado sugiere que, aunque muchos docentes consideran que la herramienta es fácil de usar, existe una

mayor dispersión en las respuestas, lo que implica que algunos docentes pueden experimentar dificultades en su implementación.

PREGUNT

En términos de relevancia del contenido de PhET Simulations para los objetivos de aprendizaje, la media fue notablemente alta, alcanzando 4.83 con una baja DE de 0.39, lo que refleja un amplio consenso entre los docentes, ubicándose firmemente en la categoría de Totalmente de acuerdo (5).

La disponibilidad de PhET Simulations en línea facilitó su acceso para los estudiantes, con una media de 4.67 y una DE de 0.49; situándose en la escala entre De acuerdo (4) y Totalmente de acuerdo (5). Asimismo, los docentes consideran que la herramienta motiva a los estudiantes a participar activamente en las actividades de clase, con una media también de 4.67, indicando un respaldo significativo hacia esta característica motivacional.

Sin embargo, al evaluar la retroalimentación proporcionada por PhET Simulations para el progreso de los estudiantes, la media fue más baja 4.17 y la DE más alta 0.72, Esto revela que, si bien muchos docentes encuentran útil esta retroalimentación, otros se encuentran más cerca de la opción Neutral (3) en su percepción. A pesar de las diferencias en la valoración de ciertos aspectos, la mayoría de los docentes presentan una media de 4.83 y una DE de 0,39 resaltando que recomendarían el uso de PhET Simulations a colegas de otras áreas de enseñanza, ubicándose claramente en la categoría de Totalmente de acuerdo (5).

Finalmente, en cuanto a la autopercepción de la capacitación para utilizar PhET Simulations de manera efectiva, la media fue de 3.83 con una DE de 0.83. Este resultado refleja que los docentes se encuentran entre Neutral (3) y De acuerdo (4), sugiriendo que, aunque la mayoría se siente positiva respecto a su capacidad para usar la herramienta, hay una considerable variabilidad en la percepción de competencia entre los encuestados. En conclusión, los resultados de la encuesta destacan la efectividad y relevancia de PhET Simulations en el ámbito académico, al tiempo que evidencia la necesidad de mayor formación para maximizar su uso en el aula

Estos hallazgos sugieren una recepción positiva de PhET Simulations entre los docentes, aunque también señalan áreas potenciales para el desarrollo profesional en relación con esta herramienta educativa. En su estudio, Cabrera & Carrión (2023) llega a la conclusión de que las herramientas digitales, específicamente los simuladores, desempeñan un papel fundamental en la construcción de conocimientos como recursos educativos digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Componente no académico: entrevista a padres de familia

A continuación, encontrará una tabla con una serie de preguntas dirigidas a los padres de familia para evaluar el impacto de las simulaciones PhET en el aprendizaje de Física de sus hijos en el entorno doméstico.



Tabla 5. Entrevista a padres de familia

Preguntas	1. ¿Ha visto que su hijo/a usa las simulaciones PhET para apoyar su aprendizaje en casa?	2. ¿Ha percibido algún efecto positivo en el aprendizaje de su hijo/a al usar estas simulaciones?	3. ¿De qué manera cree que las simulaciones PhET han facilitado la comprensión de los conceptos de Física para su hijo/a?
	4. ¿Ha observado alguna dificultad o reto que su hijo/a haya experimentado al trabajar con las simulaciones PhET en casa?	5. ¿Le ha brindado algún tipo de ayuda adicional a su hijo/a mientras utiliza las simulaciones PhET en su estudio en casa?	6. ¿Ha notado alguna variación en el interés o motivación de su hijo/a hacia la Física tras usar las simulaciones PhET?

En general, los comentarios de los padres revelan una apreciación positiva hacia el uso de las simulaciones PhET para apoyar el aprendizaje de Física en casa. Muchos padres han observado que sus hijos utilizan estas herramientas interactivas con regularidad, destacando que el acceso a simulaciones les permite explorar conceptos de una manera más dinámica y comprensible. Varios padres han reportado que han notado un efecto positivo en el rendimiento académico de sus hijos, mencionando que las simulaciones ayudan a clarificar conceptos complejos que a veces resultan difíciles de entender a través de métodos tradicionales.

Los padres también han señalado que las simulaciones PhET han sido efectivas en la facilitación de la comprensión de conceptos de Física. Algunos han destacado que las visualizaciones y las interacciones prácticas permiten a sus hijos experimentar fenómenos físicos de manera directa, lo que mejora su comprensión y retención de los contenidos. Sin embargo, no han faltado algunos comentarios sobre dificultades encontradas, como problemas técnicos ocasionales o desafíos en la navegación de las simulaciones, que algunos padres han mencionado como obstáculos menores.

En cuanto al apoyo adicional, muchos padres han señalado que han proporcionado asistencia a sus hijos durante el uso de las simulaciones, ya sea ayudando a resolver problemas técnicos o discutiendo los conceptos abordados en las actividades. Esta ayuda adicional ha sido clave para maximizar el beneficio de las simulaciones en el proceso de aprendizaje. Finalmente, los comentarios sobre el interés y la motivación hacia la Física han sido en su mayoría positivos. Los padres han observado un aumento en la curiosidad y el entusiasmo de sus hijos por la materia, atribuyendo estos cambios al uso de las simulaciones, que parecen hacer que el aprendizaje de Física sea más atractivo y menos abstracto.

Componente Data de los estudiantes

Ahora, se presentan los resultados obtenidos de las actividades del grupo de control y grupo experimental. (ver tabla 6, 7 y 8).



Se verificaron los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, obteniendo un p-valor superior a 0,05, el cual señala que las calificaciones siguen una distribución normal y que existe homogeneidad de varianzas.

La tabla 6 muestra la comparación entre el Grupo de Control (AT1) y el Grupo Experimental (APS1), así como también, la prueba T para muestras independientes. El Grupo APS1 registró una media de 8.3 con una desviación estándar de 1.16, el Grupo AT1 obtuvo una media de 6.24 con una desviación estándar de 1.41. Estos hallazgos indican un rendimiento notablemente superior en la actividad evaluada por parte de los estudiantes del Grupo Experimental en comparación con aquellos del Grupo de Control resultados similares se obtuvieron en el trabajo de (Collantes & Aroca, 2024). La prueba T de Student mostró un valor estadísticamente significativo de -6.47 ($p < .001$), lo que sugiere una diferencia significativa entre las medias de ambos grupos.

Tabla 6. Comparación entre la estadística descriptiva de las actividades AT1 y APS1

	GRUPO	Actividad	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 1	Grupo de Control	AT1	6.24	7	7	1.41	4	8
	Grupo Experimental	APS1	8.3	8	8	1.16	7	10

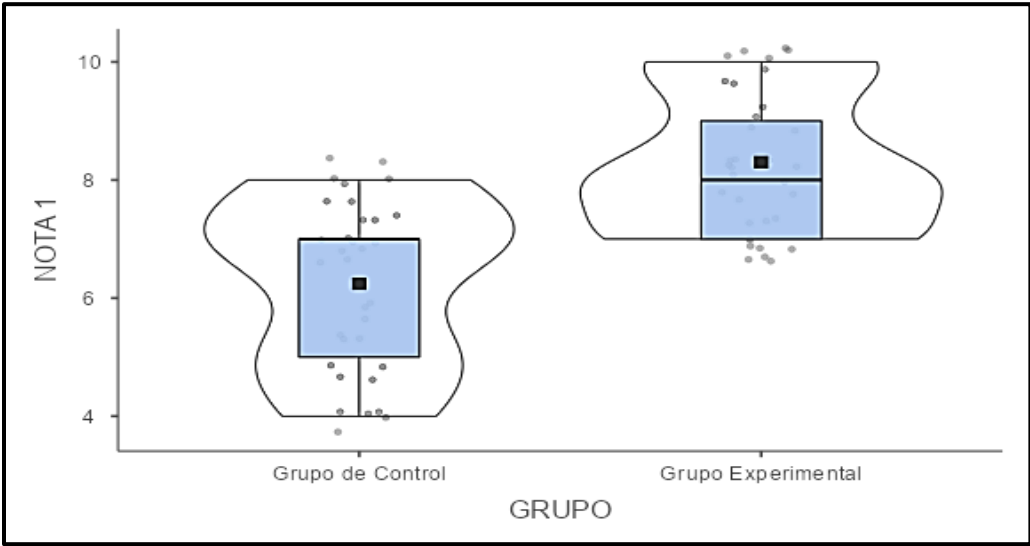
Prueba T para Muestras Independientes				
		Estadístico	gl	p
NOTA 1	T de Student	-6.47	64	< .001
Nota. $H_a \mu_{\text{Grupo de Control}} \neq \mu_{\text{Grupo Experimental}}$				

Fuente. Base de datos. Elaboración propia

En los diagramas de violín con cajas y bigote (Figura 3) se puede observar que tanto la media como la mediana del Grupo Experimental son superiores a las del Grupo de Control. Además, en el Grupo de Control, las calificaciones se concentran por encima de la media, mientras que en el Grupo Experimental se distribuyen por debajo de la media. Por otro lado, el Grupo Experimental muestra una menor dispersión en las calificaciones en comparación con el de Control. Por lo que, se concluye que el recurso educativo implementado en el Grupo Experimental tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico en comparación con el enfoque tradicional empleado en el Grupo de Control, respaldando así la efectividad del PhET Simulations en la comprensión de La Ley de Ohm por ende en el proceso de enseñanza y aprendizaje. De acuerdo con Mora et al. (2023) el uso de recursos tecnológicos en el aula

despierta un sentido de pertinencia y utilidad en los estudiantes hacia los contenidos de aprendizaje, lo que aumenta su motivación intrínseca para la adquisición de conocimientos.

Figura 3. Gráfica de Violín, cajas y bigotes de la Actividad 1



Fuente. Base de datos. Elaboración propia

La tabla 7, presenta los resultados estadísticos comparativos entre el Grupo de Control (AT2) y el Grupo Experimental (APS2). El AT2 obtuvo una media de 5.55 con una DE de 1.33, mientras que el Grupo APS1 alcanzó una media de 8.48 con una DE de 0.91. Esto muestra un incremento importante en la media, pasando de 5.55 a 8.48, acompañado de una disminución en la dispersión, que cambió de 1.33 a 0.91 puntos. Por otro lado, la prueba T de Student para muestras independientes mostró un p-valor de <0.001, que es menor a 0.05, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos grupos. (ver tabla7)

Tabla 7. Tabla comparativa entre la estadística descriptiva de las actividades AT2 y APS2

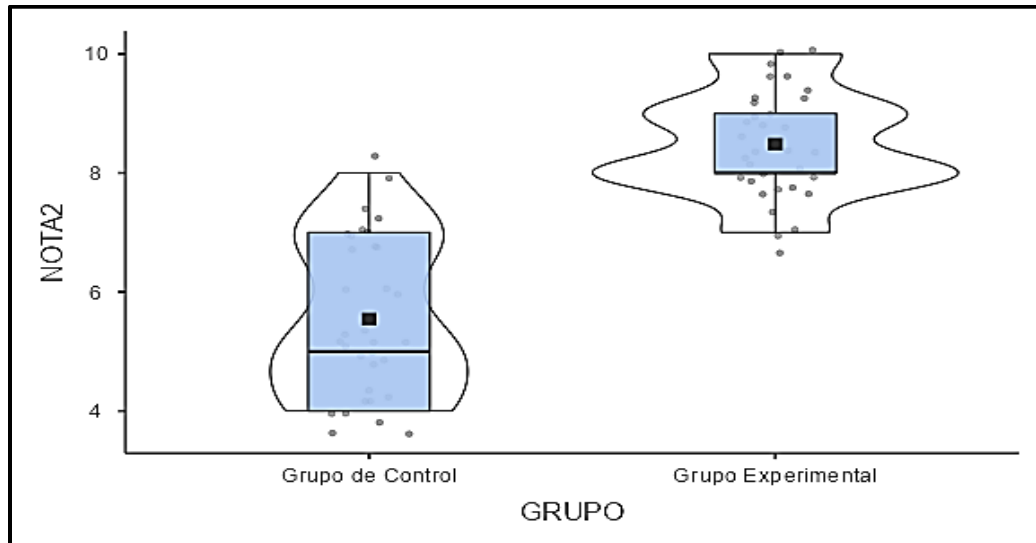
GRUPO		Actividad	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 2	Grupo de Control	AT2	5.55	5	5	1.33	4	8
	Grupo Experimental	APS2	8.48	8	8	0.91	7	10
Prueba T para Muestras Independientes								
			Estadístico		gl	p		
NOTA 2	T de Student		-10.52		64	< .001		

Nota. $H_a: \mu_{\text{Grupo de Control}} \neq \mu_{\text{Grupo Experimental}}$

Fuente. Base de datos. Elaboración propia

En los diagramas de violín con cajas y bigote (ver figura 4) se puede observar que tanto la media como la mediana del Grupo Experimental son superiores a las del Grupo de Control. Además, en el Grupo de Control, las calificaciones se concentran por encima de la media, mientras que en el Grupo Experimental se distribuyen por debajo de la media. Por otro lado, el Grupo Experimental muestra una menor dispersión en las calificaciones en comparación con el de Control. Lo que demuestra que el Grupo Experimental tiene un rendimiento promedio superior al Grupo de Control, los resultados sugieren que el PhET Simulations aplicado al Grupo experimental ha sido efectivo para mejorar el rendimiento general y reducir la variabilidad.

Figura 4. Gráfica de Violín, cajas y bigotes de la Actividad 2



Fuente. Bases de datos. Elaboración propia.

La tabla 8, revela los resultados estadísticos comparativos entre el Grupo de Control (AT3) y el Grupo Experimental (APS3). El AT3 obtuvo una media de 5.55 con una DE de 1.33, mientras que el Grupo APS3 alcanzó una media de 8.48 con una DE de 0.91. Esto muestra un incremento importante en la media, pasando de 5.55 a 8.48, acompañado de una disminución en la dispersión, que disminuyó de 1.33 a 0.91 puntos. Por otro lado, la prueba T de Student para muestras independientes mostró un p-valor de < 0.001 , que es menor a 0.05, lo que indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos grupos. Este proceso muestra cómo los recursos digitales, mejoran el proceso de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, Borja et al. (2024) recomienda que estas herramientas sean aprovechadas para fomentar el desarrollo de nuevas investigaciones o experiencias

innovadoras que hagan uso de sus ventajas inherentes. De la misma manera, Lino et al. (2024) alienta su aplicación con el fin de impulsar la excelencia en la enseñanza y el aprendizaje en diversos campos disciplinarios. (ver tabla 8)

Tabla 8. Tabla comparativa entre la estadística descriptiva de las actividades AT3 y APS3

	GRUPO	Actividad	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA ₃	Grupo de Control	AT3	5.55	5	5	1.33	4	8
	Grupo Experimental	APS3	8.48	8	8	0.91	7	10

Prueba T para Muestras Independientes				
		Estadístico	gl	p
NOTA 3	T de Student	-10.52	64	< .001

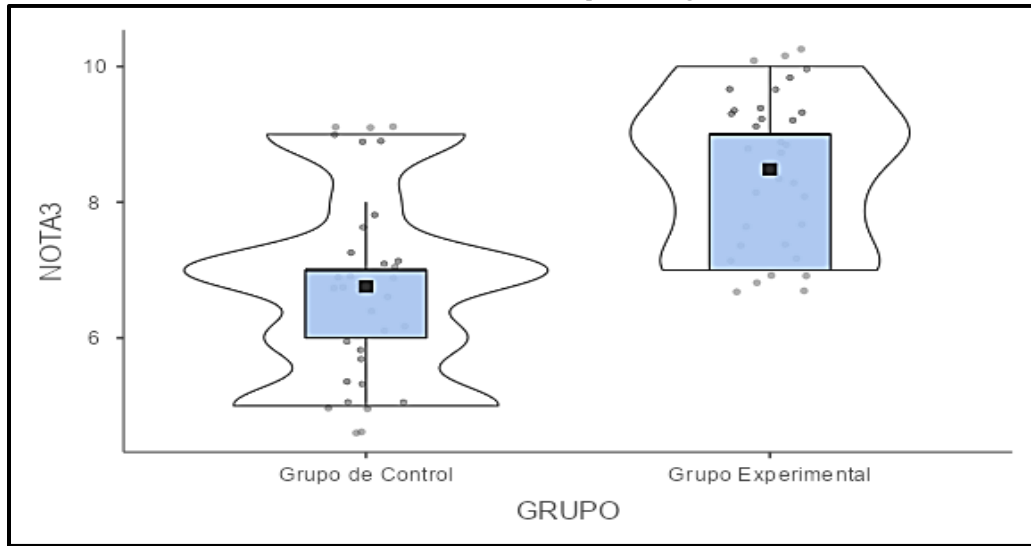
Nota. $H_a \mu$ Grupo de Control $\neq \mu$ Grupo Experimental

Fuente. Base de datos. Elaboración propia

En los diagramas de violín con cajas y bigote (Ver figura 5) se puede observar que tanto la media como la mediana del Grupo Experimental son superiores a las del Grupo de Control. Además, en el Grupo de Control, las calificaciones se concentran por encima de la media, mientras que en el Grupo Experimental se distribuyen por debajo de la media. Por otro lado, el Grupo Experimental muestra una menor dispersión en las calificaciones en comparación con el de Control. Por lo que, se concluye que el recurso educativo implementado en el Grupo Experimental tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico en comparación con el enfoque tradicional empleado en el Grupo de Control, lo que sugiere que la metodología basada en el uso del PhET Simulations mejora significativamente el aprendizaje. Cabe mencionar que es necesario que los docentes integren recursos tecnológicos en las aulas, basándose en la planificación curricular. Para lograrlo, es fundamental que los docentes estén capacitados para interactuar con estos recursos y puedan implementarlos efectivamente en su práctica pedagógica (Menacho et al., 2024).

Figura 5. Gráfica de Violín, cajas y bigotes de la Actividad 3





Fuente. Bases de datos. Elaboración propia.

Estos hallazgos indican un rendimiento notablemente superior en la actividad evaluada por parte de los estudiantes del Grupo Experimental en comparación con aquellos del Grupo de Control, resultados similares se obtuvieron en el trabajo de (Collantes & Aroca, 2024) Investigaciones similares destacan que la integración de herramientas digitales en los salones de clases permite a los estudiantes desarrollar habilidades en la resolución de problemas de una manera eficiente (Morán & Barberi, 2024). Esta iniciativa educativa es fundamental para facilitar la comprensión de conceptos y fomentar un aprendizaje significativo, contribuyendo así a la creación de una sociedad más justa y equitativa, donde todos los ciudadanos tengan acceso a oportunidades para crecer y desarrollarse (Eugenio et al., 2024).

Huaman & Maccapa (2024), en su estudio concluye que “los simuladores virtuales son importantes como recurso de aprendizaje para mejorar el rendimiento académico, facilitan la comprensión y organización de la información, así como para desempeñarse en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología” (p. 76). Al igual que Qhizhpi Montero (2023) sugiere que los simuladores apoyan a los docentes en la enseñanza de conceptos abstractos al presentarlos de forma visual y dinámica, lo que facilita la comprensión por parte de los estudiantes. Asimismo, representan escenarios complejos que resultan complicados de reproducir en un laboratorio, promoviendo un aprendizaje activo mediante la exploración, el descubrimiento de nuevos conceptos y una mayor participación de los estudiantes en el proceso educativo, al permitirles experimentar con diversas situaciones

Plan de Mejora para los tres componentes

A continuación, se presenta el plan de mejora de acuerdo con los tres componentes utilizados en esta investigación:

Tabla 9. Plan de Mejora

Componente	Resultado Actual	Áreas de Mejora	Acciones para Implementar	Responsable	Plazo de Implementación
Académico (Docentes)	- La mayoría de los docentes indica que el tiempo de implementación es insuficiente durante las clases.	- Crear un programa de formación continua en PhET.	- Realizar talleres de Capacitación en PhET y Analítica de Aprendizaje, enfocados en la enseñanza de conceptos claves de física y la obtención de datos para un seguimiento y fortalecimiento académico.	Comisión Académica y Tecnológica	6 meses
	- La mayoría de los docentes no se sienten capacitados para el uso del simulador PhET.	- Optimizar el uso de la analítica de aprendizaje para detectar áreas de dificultad en el aprendizaje de Física.	- Elaborar guías didácticas con ejemplos prácticos.		
		- Mejorar la planificación de clases integrando actividades con el simulador para los diversos temas propuestos en el currículo	- Seguir utilizando PhET y fortalecer el monitoreo y la retroalimentación en tiempo real.		
			- Establecer un sistema de retroalimentación automática y generar		
			- Creación de Red de Colaboración Docente con intercambio de experiencias y prácticas exitosas en integración de tecnología.		
No Académico (Padres)	- Los padres reaccionan positivamente sobre el uso del simulador PhET.	- Educación y formación a los padres sobre el funcionamiento del simulador.	-Organizar y ejecutar Charlas informativas virtuales o presenciales sobre la utilidad del simulador.	Comisión Académica y Tecnológica	4 meses
	- Una minoría menciona dificultades para garantizar acceso a dispositivos tecnológicos o internet en casa.	- Abordar la brecha tecnológica y acceso limitado a recursos.	-Enviar boletines informativos con ejemplos de actividades realizadas con PhET.		
			- Mantener un flujo constante de comunicación con los padres a través de boletines informativos, correos electrónicos o		

				mensajes en plataformas digitales, detallando casos de éxito o actualizaciones sobre el simulador. - Garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología en casa.	
Data (Estudiantes)	- Los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un rendimiento notablemente superior en comparación con el grupo de control. - La utilización de PhET mejoró el rendimiento y la comprensión de la Ley de Ohm como Reflejan las tareas evaluadas (promedios superiores).	- Refuerzo de la relación entre teoría y práctica. - Promover el uso del simulador como recurso extracurricular.	- Participar en actividades complementarias que conecten simulaciones con experimentos prácticos. - Organizar retos o proyectos basados en simulaciones fomentando el trabajo colaborativo -Utilizar los resultados de las actividades de PhET para formar grupos de apoyo en la comprensión y resolución de problemas y fortalecer las áreas de bajo rendimiento, en la búsqueda de desarrollar habilidades y destrezas y la toma de decisiones para conectar los conocimientos adquiridos con los nuevos. - Incluir casos de estudio y ejemplos de la vida real que demuestren cómo los conceptos simulados se aplican efectivamente en el mundo físico, ya sea en industrias, investigaciones científicas o tecnología	Comisión Académica y Tecnológica	6 meses

Nota. Elaboración propia basada en el análisis de resultados del uso del simulador PhET.

Conclusiones

La investigación ha confirmado que la integración del PhET Simulations y las técnicas de analítica del aprendizaje mejoran notablemente el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Física. A través del análisis de los datos recopilados, se identificaron patrones y tendencias que indican una comprensión más profunda de los conceptos físicos, mayor motivación y participación de los estudiantes en el proceso educativo.

Los resultados sugieren que el uso del PhET Simulations facilita la visualización de fenómenos físicos complejos, también proporciona una plataforma interactiva que enriquece el aprendizaje.

Los resultados muestran que los estudiantes del grupo experimental, que utilizaron PhET Simulations, obtuvieron calificaciones significativamente más altas y consistentes en comparación con el grupo de control. A través de las pruebas estadísticas, como la prueba T de Student, se evidenció que las diferencias en los resultados entre ambos grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). En particular, las actividades evaluadas en relación con la Ley de Ohm, que incluyen análisis de resistencias y conexión de circuitos simples, mostraron un incremento notable en las calificaciones del grupo experimental. Este hallazgo indica que las simulaciones interactivas favorecen la comprensión de conceptos abstractos y contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes.

El grupo experimental mostró una menor dispersión en sus resultados, lo que sugiere que las simulaciones contribuyeron a un aprendizaje más equitativo entre los estudiantes. La menor variabilidad en el desempeño de los estudiantes del grupo experimental indica que el uso de PhET Simulations no solo mejora el rendimiento general, sino que también promueve un aprendizaje más consistente y estable. Esto contrasta con el grupo de control, cuya distribución de calificaciones fue más amplia y con un mayor número de estudiantes con dificultades significativas.

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>
- Borja, G., Chiguano, M., López, R., & Alzate, L. (2024). Analítica del aprendizaje utilizando la herramienta digital canva en la asignatura de estudios sociales. *Revista Metropolitana*



de Ciencias Aplicadas, 7(S1), 165–176. <https://acortar.link/oCo90p>

- Cabrera, B., Ulloa, M., Calahorrano, R., Lino, V., & Toala, F. (2024). Uso de la simulación phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1971–1994. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.346>
- Cabrera, R., & Carrión, A. (2023). Desempeño en Física de estudiantes de bachillerato en Ecuador: Ser bachiller, 2020-2022. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica e Investigativa*, 12(2), 62–76. <https://doi.org/10.54753/eac.v12i2.1983>
- Campos, R., Escribano, E., Campos, G., Boulet, R., & Vásquez, F. (2018). Analítica del aprendizaje: un desafío al desempeño del personal docente. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(6), 40–48. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n6/2218-3620-rus-14-06-40.pdf>
- Castro, V., & Vega, J. (2021). La motivación y su relación con el aprendizaje en la asignatura de Física de Tercero en Bachillerato General Unificado. *Educare*, 25(2), 322–348. <https://bit.ly/3K75Ko4>
- Collantes, M., & Aroca, A. (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>
- 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>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In *Mc Graw Hill Education*. Mc Graw Hill Education.
- Huaman, A., & Maccapa, G. (2024). *Simulador PhET y logro de la competencia indagatoria en estudiantes de la Institución Educativa Fortunato L. Herrera - Cusco 2023* [Universidad Nacional de San Antonio Abad]. <https://acortar.link/Phl5F>
- 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>



- Jara, A. (2020). Realidad Aumentada aplicada a la enseñanza de la Física de Primero de Bachillerato. *Unir*, 1–45. <https://bit.ly/3wFMqv4>
- 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 MQR Investigar*, 7(3), 2297–2322. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2297-2322>
- Lino, V., Carvajal, D., Sornoza, D., Vergara, J., & Intriago, Y. (2024). Herramienta tecnológica Jamovi en el análisis e interpretación de datos en proyectos de Ingeniería Civil. *Innovaciones Educativas*, 26(41), 151–165. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i41.5145>
- López Fernández, R., Sánchez Gálvez, S., Quintana Álvarez, M., & Gómez, V. (2024). Valoraciones teóricas sobre el concepto de analítica del aprendizaje. *MENDIVE Revista de Educación*, 22(1), 2024. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3699/3171>
- Lukita, C., & Jayanagara, O. (2023). Evidence from SMA Students' Performance on the Impact of Physics Education Technology (PhET) Simulations. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 1(2), 105–110. <https://bit.ly/3QRzCse>
- Mallart, J. (2001). Didáctica: Concepto, Objeto y Finalidades. In *Didáctica General para Psicopedagogos*. Madrid: UNED. <https://acortar.link/1IvvYy>
- Martinez, J. E. (2008). PhET. Percepciones y contribucion del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energia para un curso de Física general de la enseñanza técnica. *Libro de Resúmenes: XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas Cádiz, September 2008*, 214. <http://arxiv.org/abs/1606.00245>
- 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>
- Mejía, J. (2024). *Prácticas de Física utilizando simuladores virtuales como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. <https://bit.ly/3yy8w36>
- Menacho, M., Pizarro, L., Osorio, J., Osorio, J., & León, B. (2024). Inteligencia artificial

como herramienta en el aprendizaje autónomo de los estudiantes de educación superior.

Revista INVECOM, 4(2), 1-.

- Mera, J., & López, W. (2023). Simuladores Phet: una herramienta didáctica para el mejoramiento del rendimiento académico de estudiantes en Energía Mecánica. *MQRInvestigar*, 7(4), 112–130. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.112-130>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2019). *Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria* (Segunda Ed). <https://bit.ly/3WJkdht>
- Mora, G., Pinza, L., López, R., & Alejo, Ó. (2023). Analítica del Aprendizaje y Gamificación para fortalecer la habilidad “Reading” en la asignatura de Inglés. *MQRInvestigar*, 7(4), 145–168. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.145-168>
- Morán, M., & Barberi, O. (2024). Evaluación de las experiencias educativas a través de entornos virtuales de aprendizaje en el Subnivel Preparatorio. *MQRInvestigar*, 8(2), 1200–1227. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.1200-1227>
- Ocampo, A. (2019). La comprensión en acción : un análisis sobre sus niveles y cualidades. *Revista-Pilquen*, 16, 1–16. <https://revele.uncoma.edu.ar/index.php/psico/article/view/2556/59309>
- Özcan, H., Çetin, G., & İlker Koştur, H. (2020). The Effect of PhET Simulation-based Instruction on 6th Grade Students’ Achievement Regarding the Concept of Greenhouse Gas. *Science Education International*, 31(4), 348–355. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i4.3>
- Paguay, B. (2024). *Simulador PhET para el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniforme, carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <https://acortar.link/1FCime>
- Pérez, M., Benegas, J., Cabrea, J., Espejo, R., Macías, A., Otero, J., Seballos, S., & Zavala, G. (2010). Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a la universidad en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora. *Am. J. Phys. Educ*, 4(3), 655–668. <http://www.lajpe.org>
- 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>



- Qhizhpi Montero, D. A. (2023). *El impacto del uso de los simuladores en el proceso de la enseñanza – aprendizaje de la asignatura de física en educación general básica*. [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24937/1/UPS-CT010549.pdf>
- Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El proceso de implementación de analíticas de aprendizaje. *Comunicación y Pedagogía*, 23(2), 85–96. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.26283>
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247. <https://doi.org/10.21601/ijese/10966>
- Vélez, C., Rivera, W., Chicaiza, J., Ruiz, M., & Gutiérrez, O. (2024). PhET Simulations como herramienta de apoyo en la construcción de funciones cuadráticas. *Revista G-Ner@ndo*, 5(1), 1067–1093. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.242>
- Villacis, Y. (2020). *Plataforma MOODLE como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física para primero de bachillerato* [Universidad Israel]. <https://bit.ly/4bqCkNO>
- Yulianti, E., Zhafirah, N. N., & Hidayat, N. (2021). Exploring Guided Inquiry Learning with PhET Simulation to Train Junior High School Students Think Critically. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 9(1), 96. <https://doi.org/10.20527/bipf.v9i1.9617>

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.