

**Uso de la simulación phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo.**

**Using PhET Simulation for Vector Learning in High School Students: An Interactive Approach**

Lic. Cabrera-Nazareno, Boris Gonzalo Mg, Ing. Ulloa-Romero, Myriam Nataly Mg., Lic. Calahorrano-Ortiz, Rosario Isabel Mg., Ing. Víctor Alejandro Lino Calle MSc., Ing. Fabián Wilfrido Tóala Figueroa

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN  
DIVERSAS DISCIPLINAS  
CIENTÍFICAS.**

**Julio - Diciembre, V°5-N°2;  
2024**

- ✓ **Recibido:** 08/10/2024
- ✓ **Aceptado:** 30/10/2024
- ✓ **Publicado:** 31/12/2024

**PAIS**

- Ecuador, Esmeraldas
- Ecuador, La Mana
- Ecuador, Esmeraldas
- Ecuador, Jipijapa
- Ecuador, Jipijapa

**INSTITUCION**

- Colegio de Bachillerato Enrique Suarez Pimentel.
- Unidad Educativa Narciso Cerda Maldonado.
- Colegio de Bachillerato Enrique Suarez Pimentel.
- Unidad Educativa Ciudad de Jipijapa.
- Unidad Educativa César Quimis Choez.

**CORREO:**

- ✉ [elboris1@hotmail.com](mailto:elboris1@hotmail.com)
- ✉ [myriam.ulloa@educacion.gob.ec](mailto:myriam.ulloa@educacion.gob.ec)
- ✉ [chari.isabel\\_18@hotmail.com](mailto:chari.isabel_18@hotmail.com)
- ✉ [victor.lino@educacion.gob.ec](mailto:victor.lino@educacion.gob.ec)
- ✉ [ingmecanico1980@hotmail.com](mailto:ingmecanico1980@hotmail.com)

**ORCID:**

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0004-5344-8615>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-6700-8124>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0000-1622-5085>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2302-3489>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0002-1273-9593>

**FORMATO DE CITA APA.**

Cabrera- Nazareno, B. Ulloa-Romero, M. Calahorrano-Oertiz, R.Lino, V. Toala, F. (2024). *Uso de la simulación phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo.* Revista G-ner@ndo, V°5 (N°2.), 1971 – 1994.

**Resumen**

La enseñanza de matemáticas y física en bachillerato es esencial, pero muchos estudiantes enfrentan dificultades debido a métodos pedagógicos tradicionales que no conectan fácilmente la teoría con la práctica. Esto a menudo lleva a un aprendizaje superficial y a la pérdida de interés en las ciencias exactas. Este estudio buscó explorar cómo el uso de la simulación PhET puede mejorar la comprensión y motivación en el aprendizaje de vectores en estudiantes de Primero de Bachillerato del Colegio Enrique Suárez Pimentel. Se utilizó un enfoque cuantitativo de tipo cuasi-experimental con encuestas tipo Likert (1 a 5) para captar las percepciones de 25 estudiantes sobre su aprendizaje en física, junto con evaluaciones de pretest y posttest enfocadas en vectores. Para analizar los datos, se empleó el software Jamovi, que facilitó la generación de gráficos y tablas claros según las normas APA, ayudando a visualizar cambios y patrones de aprendizaje. Los resultados reflejaron que la simulación PhET tuvo un impacto positivo: los estudiantes lograron un mejor rendimiento académico y entendieron los conceptos de una forma más profunda. Este estudio sugiere que incorporar herramientas interactivas en el currículo podría hacer que el aprendizaje de las ciencias sea más significativo y atractivo.

**Palabras clave:** Aprendizaje de vectores, Phet Simulations, razonamiento espacial y vectores

**Abstract**

The teaching of mathematics and physics in high school is essential, but many students face difficulties due to traditional pedagogical methods that do not easily connect theory with practice. This often leads to superficial learning and loss of interest in the exact sciences. This study sought to explore how the use of PhET simulation can improve understanding and motivation in vector learning in first year high school students at Colegio Enrique Suárez Pimentel. A quantitative quasi-experimental approach was used with Likert-type surveys (1 to 5) to capture 25 students' perceptions of their learning in physics, along with pretest and posttest assessments focused on vectors. To analyze the data, Jamovi software was used, which facilitated the generation of clear graphs and tables according to APA standards, helping to visualize changes and learning patterns. The results showed that the PhET simulation had a positive impact: students achieved better academic performance and understood the concepts in a deeper way. This study suggests that incorporating interactive tools into the curriculum could make science learning more meaningful and engaging.

**Keywords:** Vector learning, Phet Simulations, spatial reasoning and vectors.

## Introducción

El aprendizaje de conceptos fundamentales en las ciencias exactas, como los vectores, es esencial para la formación académica de los estudiantes de bachillerato. Sin embargo, enfrentan barreras como la complejidad conceptual de los símbolos y procesos, que se ven agravadas por métodos de enseñanza tradicionales ineficaces. Esto, sumado al desinterés por la materia debido a la falta de conexión entre lo abstracto y su aplicación práctica, obstaculiza su aprendizaje y desarrollo profesional (Eugenio et al., 2024).

A menudo, las metodologías de enseñanza tradicionales no logran captar la atención de los estudiantes ni facilitar una comprensión profunda de los temas, lo que se traduce en un aprendizaje superficial y poco significativo (Pinargote et al., 2024). El desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha impulsado cambios tanto teóricos como prácticos (Escudero et al., 2024), donde los recursos didácticos digitales se han convertido en un elemento central de esta concepción (Collantes et al., 2024; Medina et al., 2024). En este sentido, la incorporación de herramientas tecnológicas interactivas, como las simulaciones de PhET, se presenta como una alternativa prometedora para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los vectores, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular conceptos de manera dinámica.

A nivel internacional, las simulaciones interactivas han emergido como herramientas fundamentales en la educación, especialmente en disciplinas como la física y las matemáticas. Estudios han demostrado que su uso mejora significativamente el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes (Collantes-Lucas & Aroca-Fárez, 2024). Por ejemplo, investigaciones en Estados Unidos revelan que los alumnos que utilizan la plataforma PhET obtienen mejores resultados en evaluaciones relacionadas con estos temas, gracias a la naturaleza visual y práctica de estas simulaciones, que facilitan una comprensión más profunda de conceptos complejos (Vega, 2024).

---

En América Latina, instituciones educativas han implementado programas que combinan el uso de tecnología con metodologías activas, promoviendo un aprendizaje más significativo. Estas iniciativas incluyen talleres y capacitaciones para docentes sobre cómo utilizar PhET de manera eficaz, lo que potencia la enseñanza de conceptos en física y matemáticas (Rodríguez-Dueñas, 2014). Al integrar simulaciones interactivas en el aula, se busca mejorar el rendimiento académico y aumentar la comprensión de conceptos en estas disciplinas.

En Ecuador, Lino-Calle et al. (2023), investigó la efectividad de las simulaciones PhET en la asignatura de Física en el nivel de bachillerato. El objetivo del estudio fue analizar cómo estas simulaciones pudieron mejorar el rendimiento académico y desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, especialmente en temas complejos como la energía mecánica. Los resultados revelaron que el grupo que utilizó las simulaciones PhET mostró una mejora significativa en su rendimiento académico en comparación con el grupo control, lo que sugiere que los recursos didácticos interactivos fueron fundamentales para facilitar la comprensión de conceptos físicos y promover un aprendizaje más significativo.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de encontrar métodos innovadores que mejoren el aprendizaje de conceptos abstractos como los vectores. La Simulación PhET proporciona una representación visual atractiva de los vectores, también permite a los estudiantes experimentar con diferentes escenarios y observar el efecto de sus decisiones en tiempo real. Esto puede resultar en una comprensión más profunda y duradera de los conceptos, así como en una mayor motivación hacia el aprendizaje de la física y las matemáticas (Vélez et al., 2024). Al explorar el uso de esta herramienta en el aula, se espera contribuir a la mejora de las prácticas educativas y ofrecer un enfoque más interactivo y efectivo para la enseñanza de vectores. Este sentido se plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo puede el uso de los simuladores mejorar la comprensión de los vectores en estudiantes de bachillerato? Para abordar esta interrogante se propuso el siguiente objetivo: analizar el impacto del uso de la Simulación

---

PhET en el aprendizaje de vectores en estudiantes de Primero de Bachillerato del Colegio de Enrique Suarez Pimentel.

### **Razonamiento Espacial y Vectores con PhET**

El uso de simuladores PhET en la enseñanza de vectores y razonamiento espacial se ha consolidado como una herramienta pedagógica eficaz, permitiendo a los estudiantes interactuar con conceptos complejos de manera visual e intuitiva. En particular, la simulación de Adición de Vectores facilita la comprensión de la suma vectorial en dos dimensiones, ya que permite a los estudiantes manipular y especificar vectores en coordenadas cartesianas o polares y observar el vector resultante en términos de magnitud y dirección (University of Colorado Boulder, 2024).

El uso de simuladores PhET en el aprendizaje ofrece beneficios significativos, destacando la interactividad y visualización de conceptos complejos. Al permitir a los estudiantes interactuar en un entorno virtual, estas herramientas facilitan una comprensión más profunda y duradera de los temas. La representación visual de fenómenos abstractos ayuda a conectar la teoría matemática con aplicaciones prácticas. Además, promueve un aprendizaje activo, donde los estudiantes participan de manera significativa, potenciando la retención y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos (Chávez & Mestres, 2023; Cornejo et al., 2023).

En un enfoque educativo constructivista, los simuladores se emplean para involucrar a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. Aquí, los docentes asumen el rol de guías, mientras que los estudiantes experimentan y resuelven problemas de manera autónoma, fortaleciendo competencias críticas en física y matemáticas. Este modelo impulsa el desarrollo de habilidades como el análisis y la resolución de problemas complejos, aspectos esenciales para consolidar un aprendizaje significativo y de alto impacto (Chávez & Mestres, 2023).

---

## **Aprendizaje Personalizado con Simulaciones PhET**

Las simulaciones PhET, desarrolladas por la Universidad de Colorado, son herramientas interactivas que facilitan un aprendizaje personalizado en ciencias y matemáticas. Al permitir que los estudiantes manipulen variables y observen resultados en tiempo real, fomentan un aprendizaje activo y participativo. Además, su accesibilidad gratuita y adaptabilidad a diferentes dispositivos y entornos de enseñanza favorece su uso tanto en clases presenciales como virtuales. Los docentes pueden seleccionar simulaciones específicas para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes, mientras los elementos de gamificación hacen el aprendizaje más atractivo y motivador (RED EDUCA, 2024).

El aprendizaje personalizado a través de las simulaciones PhET ofrece beneficios. En primer lugar, la interactividad permite a los estudiantes manipular variables y observar resultados en tiempo real, fomentando así un aprendizaje activo y participativo. Además, la accesibilidad de PhET como plataforma gratuita facilita su uso en diversos dispositivos y entornos, tanto presenciales como virtuales. La incorporación de elementos de gamificación hace que el aprendizaje sea más atractivo, lo que contribuye a una mayor retención de conocimientos (Díaz Pinzón, 2017; Guanotuña et al., 2023). Para implementar efectivamente las simulaciones PhET en el aula, los docentes deben familiarizarse previamente con las herramientas seleccionadas y redactar objetivos claros de aprendizaje. Durante la clase, se debe fomentar un ambiente de indagación guiada, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos y hacer preguntas. Al finalizar, es útil realizar una puesta en común para que compartan sus conclusiones y reflexiones sobre lo aprendido (Guanotuña et al., 2023).

## **Aplicación de Vectores en Problemas Reales**

Los vectores son herramientas matemáticas que permiten representar magnitudes con dirección y sentido. Su aplicación abarca diferentes áreas de la vida cotidiana y la ciencia, lo que

---

facilita la resolución de problemas complejos (Lino et al., 2022). A continuación, se detallan algunas aplicaciones relevantes de los vectores en contextos reales.

### **Física y Movimiento**

Los vectores son esenciales en la física para describir fuerzas, desplazamientos y velocidades.

Por ejemplo:

**Trabajo Realizado:** El trabajo  $W$  realizado por una fuerza se determina utilizando el producto escalar entre el vector de fuerza  $F$  y el vector de desplazamiento  $\Delta x$ :

$$W = F \cdot \Delta x = F(\Delta x) \cos \theta$$

donde  $\theta$  representa el ángulo entre ambos vectores.

**Torque:** El torque  $\tau$  se calcula como el producto cruzado del vector de posición  $r$  y la fuerza aplicada  $F$ :

$$\tau = r \times F$$

Esto es fundamental para entender cómo las fuerzas influyen en la rotación de los objetos (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).

**Navegación y Control Aéreo:** En la aviación, los vectores son esenciales para guiar las aeronaves en términos de dirección y velocidad. Los controladores de tráfico aéreo dependen de estos vectores para seguir la ubicación de los aviones, considerando factores como su velocidad y la dirección del viento, que pueden afectar su ruta. Esta información es vital para mantener la seguridad y la eficiencia en el aire, ya que permite a los controladores gestionar el espacio aéreo con precisión, facilitando maniobras seguras y evitando posibles accidentes. Al combinar todos estos elementos, se mejora la navegación y se garantiza que los aviones sigan trayectorias seguras y efectivas.

---

**En el Ámbito Deportivo:** Los vectores son esenciales en el ámbito deportivo, influyendo en diversas actividades y mejorando el rendimiento de los atletas. Por ejemplo, en deportes como el fútbol y el baloncesto, los jugadores emplean vectores para calcular sus lanzamientos. La dirección y la fuerza de un lanzamiento se representan mediante un vector, lo que les permite predecir la trayectoria del balón y ajustar su técnica para lograr mayor precisión. Además, en actividades como la navegación en barcos, los vectores son igualmente importantes. Al cruzar un río, un barco enfrenta fuerzas que actúan en diferentes direcciones, como la propulsión del motor y la corriente del agua. A través del uso de vectores, se puede determinar la dirección final del barco al considerar estas fuerzas, lo que asegura un cruce eficiente y seguro.

**Aplicaciones de Vectores en Diseño y Construcción:** En el diseño gráfico y el desarrollo de videojuegos, los vectores son esenciales para ubicar objetos en un espacio tridimensional. Permiten a los desarrolladores mover personajes de manera precisa, creando movimientos fluidos y realistas que mejoran la experiencia del jugador. Asimismo, en arquitectura e ingeniería, los vectores son cruciales para el diseño de estructuras y el cálculo de fuerzas, garantizando la integridad y funcionalidad de proyectos como edificios y carreteras. De esta forma, los vectores son herramientas que unen la creatividad con la ingeniería en múltiples campos.

### **Métodos y materiales**

Para llevar a cabo el estudio, se empleó diversos instrumentos y herramientas que facilitaron la recolección y análisis de datos. Se utilizó una encuesta dirigida a los estudiantes, centrada en su aprendizaje de la física en el aula, con la finalidad de obtener información sobre sus percepciones y experiencias. Esta encuesta utilizó una escala de Likert del 1 al 5, permitiendo a los estudiantes expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con diferentes afirmaciones relacionadas con la enseñanza de los conceptos de física. Además, se diseñaron actividades evaluativas específicas pretest y posttest, enfocándose en el tema de los vectores.

---

La recolección de datos fue complementada con el uso del software Jamovi para el análisis estadístico. Según Lino et al. (2024a), este software es notable por la funcionalidad de sus tablas, que se generan en conformidad con el formato APA (American Psychological Association). Esto permite que se integren de manera sencilla en los documentos de trabajo, facilitando el proceso de copia y pegado. Este diseño coherente de Jamovi mejora la eficiencia en el análisis de datos, también optimiza la presentación de resultados de acuerdo con las normas académicas e investigativas (Lino et al., 2024b). Lo que permitió procesar las respuestas de las encuestas y los resultados de las evaluaciones de manera eficiente, generando gráficos que visualizaron las tendencias y patrones en el aprendizaje de los estudiantes. Esta combinación de encuestas, cuestionarios y análisis estadístico permitió una evaluación integral del impacto de las metodologías utilizadas en el aula y proporcionó información valiosa para la mejora continua del proceso educativo en la enseñanza de la física.

En este estudio, se adoptó un enfoque cuantitativo de tipo cuasi-experimental, lo que permitió evaluar de manera efectiva el impacto de las simulaciones PhET en el aprendizaje de vectores. Este diseño experimental facilitó la comparación entre grupos, brindando una perspectiva clara sobre cómo estas herramientas interactivas influyen en la comprensión de conceptos complejos. Al utilizar un enfoque cuantitativo, se buscó obtener datos medibles que reflejaran el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la implementación de las simulaciones.

Además, se emplearon métodos teóricos como el analítico-sintético para profundizar en la base conceptual del tema y los procesos de aprendizaje involucrados. Las técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales se utilizaron para analizar los datos recopilados, permitiendo una interpretación precisa de los resultados. Esta combinación de enfoques metodológicos proporcionó una visión integral de la efectividad de las simulaciones PhET en la

---

enseñanza de vectores, así como su contribución al desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes.

Las fuentes secundarias de información utilizadas en este trabajo incluyeron libros de texto y artículos científicos tal como lo indica Zavala et al. (2024). Estas fuentes respaldan la base teórica sobre vectores y las simulaciones PhET. Para llevar a cabo esta revisión sistemática, se seleccionaron estudios de acuerdo con criterios específicos: (a) publicaciones en revistas científicas indexadas, (b) artículos disponibles en inglés y español, (c) investigaciones que abordan explícitamente la enseñanza de vectores a través de simulaciones, y (d) trabajos que incluyen revisiones teóricas, análisis de casos, estudios comparativos o aplicaciones de teorías relacionadas con el uso de PhET en el aprendizaje de la física.

La evaluación se llevó a cabo en el paralelo A de uno de los tres cursos de primero de bachillerato, que cuenta con una población total de 85 estudiantes. Sin embargo, se optó por considerar solo a los 25 estudiantes de este paralelo para el estudio. Este enfoque corresponde a una **muestra intencional**, ya que se seleccionó un grupo específico dentro de la población total, buscando obtener información detallada y representativa sobre el impacto de las actividades educativas en este conjunto particular de alumnos. La elección de esta muestra permite un análisis más profundo de la efectividad de las metodologías empleadas, al centrarse en un grupo con características homogéneas y facilitar la implementación de las actividades con la herramienta PhET.

Se llevó a cabo actividades evaluativas denominadas ASP1, ASP2 y ASP3, que consistieron en ejercicios sin el uso de la simulación PhET, cuyos resultados fueron recolectados por el docente para establecer un punto de referencia. Posteriormente, se implementaron las actividades ACP1, ACP2 y ACP3 utilizando PhET, con el mismo enfoque evaluativo, para analizar el impacto de esta herramienta en el aprendizaje. A continuación, se muestran las actividades:

---

**Tabla 1.** Actividades evaluativas pretest y postest

Subtema	Actividad Sin PhET	Actividad Con PhET
<b>Objetivo:</b> Evaluar el conocimiento previo sobre vectores. <b>Metodología:</b> Aplicación de un cuestionario.		
<b>1. Evaluación Diagnóstica</b>	<b>Actividad:</b> Los estudiantes completan un cuestionario de opción múltiple sobre conceptos básicos de vectores. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Trabajan individualmente para responder las preguntas.	<b>Actividad:</b> Los estudiantes realizan una simulación interactiva utilizando la <u>Phet</u> y analizan sus resultados. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Interactúan con la simulación y responden las preguntas en un formato digital.
<b>Objetivo:</b> Aplicar conceptos de vectores para resolver problemas. <b>Metodología:</b> Trabajo en grupo para resolver un problema práctico.		
<b>2. Resolución de Problemas</b>	<b>Actividad:</b> Los estudiantes resuelven un problema práctico en grupos, calculando la fuerza neta sobre un objeto en un plano inclinado usando papel y lápiz. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Colaboran para discutir y resolver el problema.	<b>Actividad:</b> Los estudiantes utilizan la simulación PhET " <u>Vector Addition</u> " para resolver un problema sobre la fuerza neta, manipulando vectores en un entorno visual. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Colaboran para explorar la simulación y discutir los resultados.
<b>Objetivo:</b> Investigar y presentar aplicaciones de vectores en la vida cotidiana. <b>Metodología:</b> Investigación y presentación grupal.		
<b>3. Proyecto de Aplicación de Vectores</b>	<b>Actividad:</b> Los estudiantes investigan aplicaciones de vectores en la vida cotidiana y presentan sus hallazgos al grupo. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Realizan la investigación y presentan de manera tradicional.	<b>Actividad:</b> Los estudiantes utilizan la simulación PhET para explorar aplicaciones de vectores y luego presentan sus descubrimientos al grupo. <b>Rol de los Estudiantes:</b> Realizan la investigación y presentan utilizando recursos digitales.

**Fuente.** Base de datos. Elaboración propia.

## Resultados y Discusión

### Resultados de la encuesta a estudiantes

En la tabla 2 se presentan los resultados de una encuesta sobre la percepción de los estudiantes respecto a la enseñanza de la física. Se muestran la media y la desviación estándar de las respuestas a diez afirmaciones relacionadas con la claridad de los conceptos, el apoyo del profesor, la efectividad de las actividades prácticas, y la satisfacción general con la experiencia de aprendizaje. Según Intriago et al. (2024), la media y la desviación estándar son métricas fundamentales que permiten evaluar la tendencia central y la variabilidad de las respuestas de los estudiantes, proporcionando así una visión más clara de sus percepciones.

**Tabla 2.** Resultados de la Encuesta sobre la Comprensión y Satisfacción en la Enseñanza de la Física

Pregunta	Media	Desviación Estándar
1. Los conceptos de física que se enseñan en clase son claros y comprensibles.	2.52	1.19
2. Siento que tengo suficiente apoyo por parte del profesor para comprender los temas de física.	4.00	1.41
3. Las actividades prácticas y experimentales mejoran mi comprensión de la física.	3.56	1.39
4. La relación entre la física y la vida cotidiana se explica de manera efectiva en clase.	2.76	1.39
5. Siento que mis habilidades para resolver problemas de física han mejorado desde que comencé el curso.	2.6	1.35
6. Las evaluaciones y exámenes reflejan adecuadamente mi comprensión de los conceptos de física.	2.76	1.3
7. Me siento motivado/a para participar en las clases de física.	3.24	1.27
8. El uso de tecnología (como simulaciones y videos) en las lecciones de física es beneficioso para mi aprendizaje.	2.88	1.39
9. Recibo retroalimentación útil sobre mi desempeño en física.	2.88	1.51
10. En general, estoy satisfecho/a con mi experiencia de aprendizaje en física.	3.36	1.25

Los resultados de la encuesta sobre la enseñanza de la física revelan varias áreas de mejora. En primer lugar, la claridad de los conceptos de física se evaluó con una media de 2.52,

lo que indica que los estudiantes consideran que los contenidos presentados en clase no son del todo claros y comprensibles. De acuerdo con Morán & Barberi (2024), esto sugiere la necesidad de revisar la metodología de enseñanza y el material utilizado para asegurar una mejor presentación de los conceptos. Implementar estrategias didácticas más efectivas podría ayudar a mejorar la claridad de los contenidos y, en consecuencia, la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, el apoyo del profesor recibió la puntuación más alta con una media de 4, lo que refleja que los estudiantes sienten que cuentan con suficiente respaldo para comprender los temas. Este resultado es positivo, ya que el apoyo docente es fundamental para el aprendizaje efectivo. Además, las actividades prácticas y experimentales obtuvieron una media de 3.56, lo que sugiere que los estudiantes reconocen que estas actividades mejoran su comprensión de la física. Integrar más experiencias prácticas podría ser beneficioso para consolidar el aprendizaje teórico.

Sin embargo, los resultados también indican que la relación entre la física y la vida cotidiana no se explica de manera efectiva, con una media de 2.76. Mejorar esta conexión podría ayudar a aumentar el interés de los estudiantes en la materia. En cuanto a las habilidades de resolución de problemas, los estudiantes no perciben una mejora significativa desde que comenzaron el curso, con una media de 2.6. Según Choez et al. (2024), este resultado indica que es necesario implementar un enfoque más práctico que fortalezcan estas habilidades.

La media de 2.76 sobre la adecuación de las evaluaciones también plantea preocupaciones, ya que sugiere que los estudiantes sienten que las pruebas no reflejan su comprensión. Esto podría requerir una revisión de las metodologías de evaluación para alinear mejor las pruebas con los objetivos de aprendizaje. En relación a la motivación, los estudiantes obtuvieron un puntaje moderado de 3.24, lo que indica que, aunque hay interés en participar en

---

las clases de física, existe espacio para fomentar una mayor motivación. Rogel et al. (2024) sugiere que estrategias como la gamificación podrían ser útiles en este sentido.

El uso de tecnología en las lecciones recibió una media de 2.88, sugiriendo que, aunque los estudiantes consideran que es beneficioso, su implementación podría mejorarse. Aumentar el uso de herramientas tecnológicas puede hacer las clases más atractivas y efectivas. En cuanto a la retroalimentación sobre el desempeño, la media de 2.88 indica que los estudiantes no reciben suficiente retroalimentación útil, lo que podría ser clave para identificar áreas de mejora y comprender mejor su progreso.

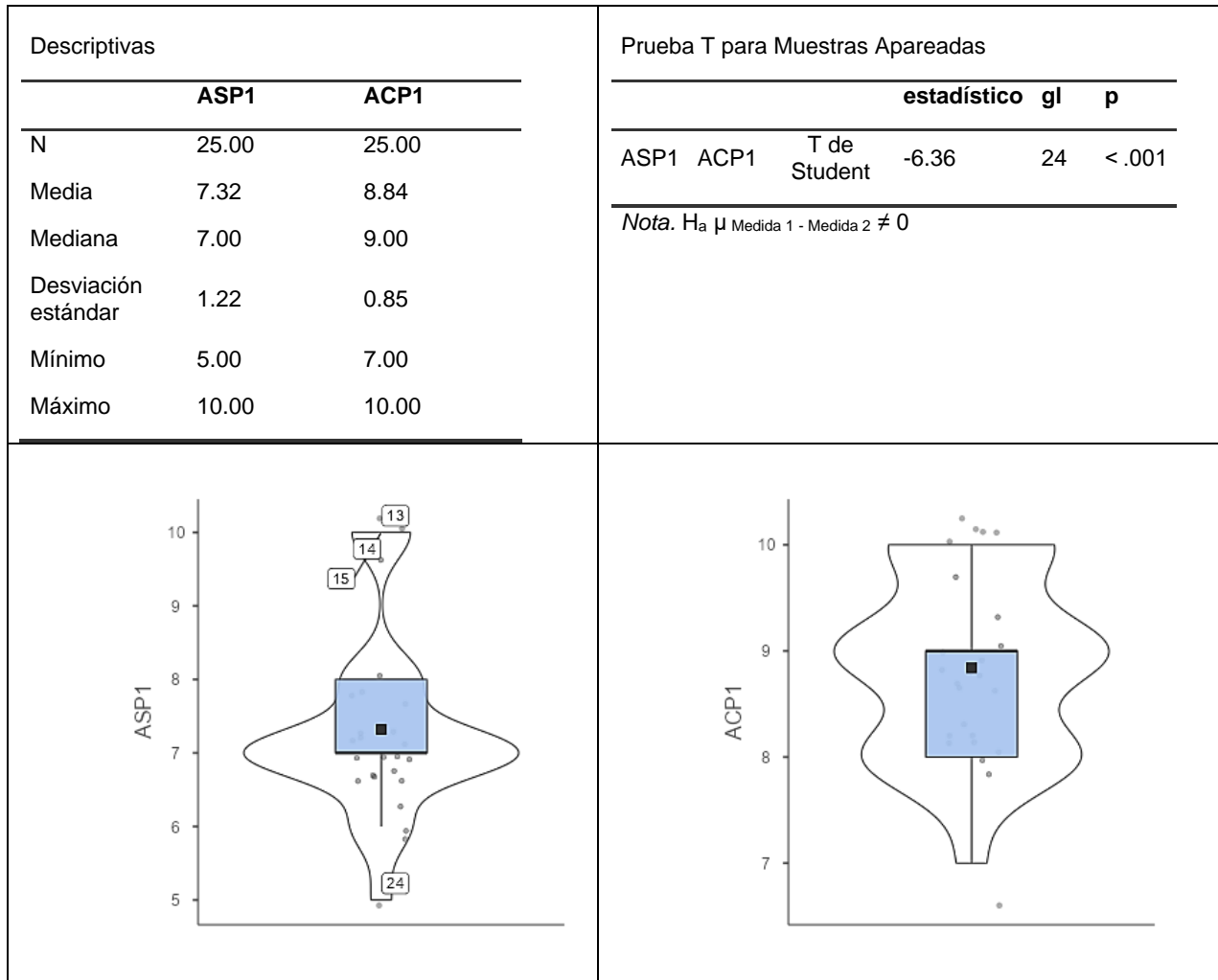
A pesar de las áreas críticas que deben ser abordadas, la satisfacción general de los estudiantes con su experiencia de aprendizaje en física es moderada, con una media de 3.36. Esto indica que, si bien hay aspectos que necesitan atención, la experiencia del curso es aceptable. Para Medina et al. (2024) se puede concluir que mejorar la claridad de los conceptos, la efectividad de las evaluaciones y la retroalimentación, así como fomentar una conexión más clara entre las Ciencias y la vida cotidiana, podría elevar significativamente la experiencia de aprendizaje.

### **Resultados de las Actividades**

A continuación, se presentan los resultados de las seis actividades: pretest (ASP1, ASP2 y ASP3) y posttest (ACP1, ACP2 y ACP3, evidenciando las diferencias en el rendimiento de los estudiantes antes y después de la intervención.

---

**Figura 1.** Comparación de Resultados: ASP1 vs. ACP1

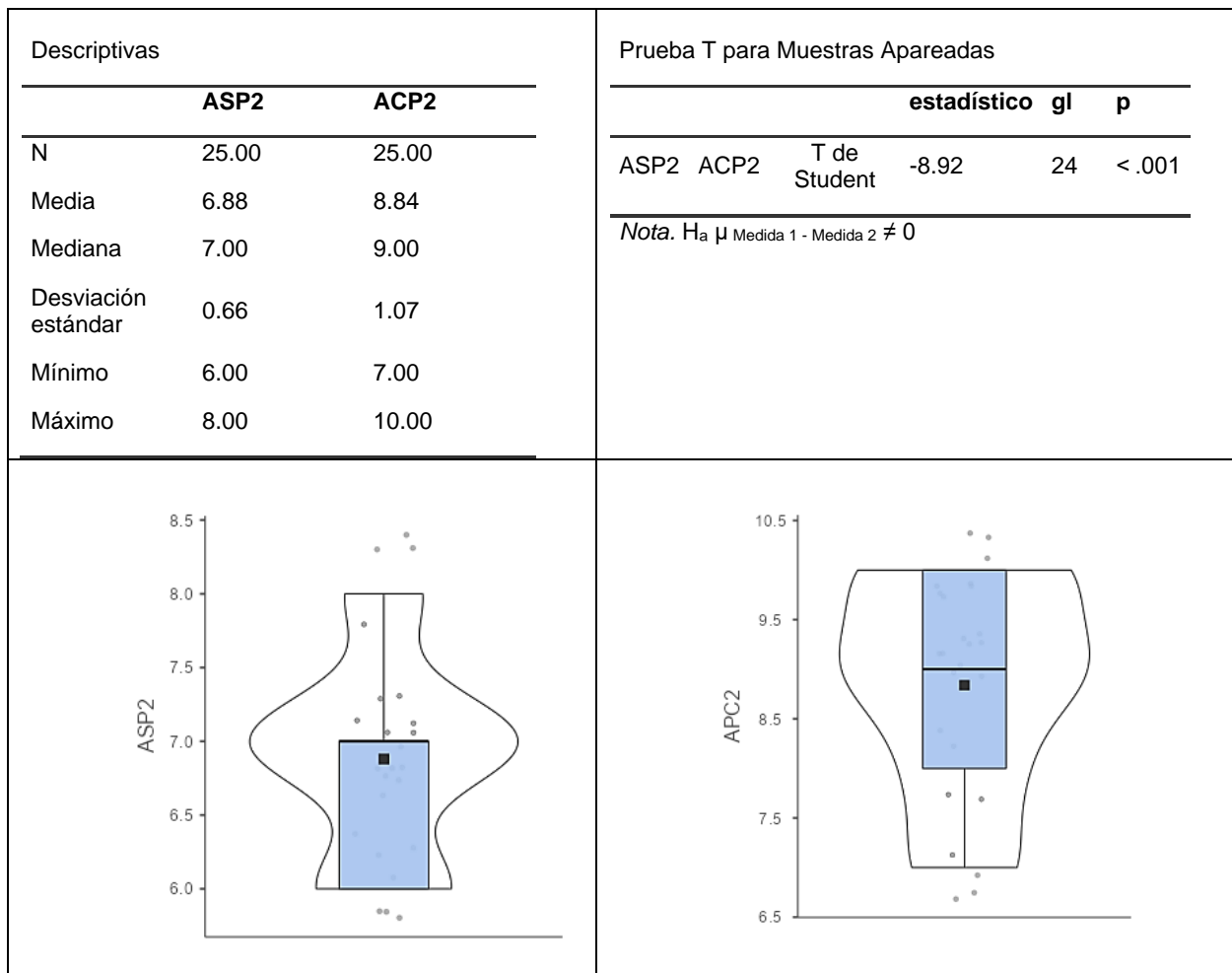


**Fuente.** Base de datos. Elaboración propia.

En el análisis de datos recolectados a través de una prueba T para muestras apareadas, se observa un rendimiento notablemente superior en los estudiantes que utilizaron la simulación (ACP1) en comparación con aquellos que se enseñaron con métodos tradicionales (ASP1). Con una media de 8.84 en el grupo que utilizó la simulación frente a 7.32 en el grupo control, los resultados demuestran la eficacia de un enfoque interactivo que promueve un aprendizaje más dinámico y comprensible. Además, la desviación estándar más baja en el grupo ACP1 (0.85) indica que los resultados fueron más consistentes, sugiriendo que la simulación puede ayudar a todos los estudiantes a alcanzar un mejor nivel de comprensión. Los resultados de la prueba T

(T de Student = -6.36, gl = 24,  $p < .001$ ) respaldan la hipótesis alternativa, indicando que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las dos medidas. Para Vélez et al. (2024), este hallazgo sugiere que la implementación de la simulación PhET mejora la media del rendimiento, también reduce la variabilidad del aprendizaje, lo que implica un impacto positivo en la comprensión de los vectores. En este sentido, Lino-Calle et al. (2023) el uso de herramientas interactivas como PhET puede ser clave para fomentar un aprendizaje más profundo y efectivo en áreas que tradicionalmente se consideran difíciles para los estudiantes de bachillerato.

**Figura 2.** Comparación de Resultados: ASP2 vs. ACP2

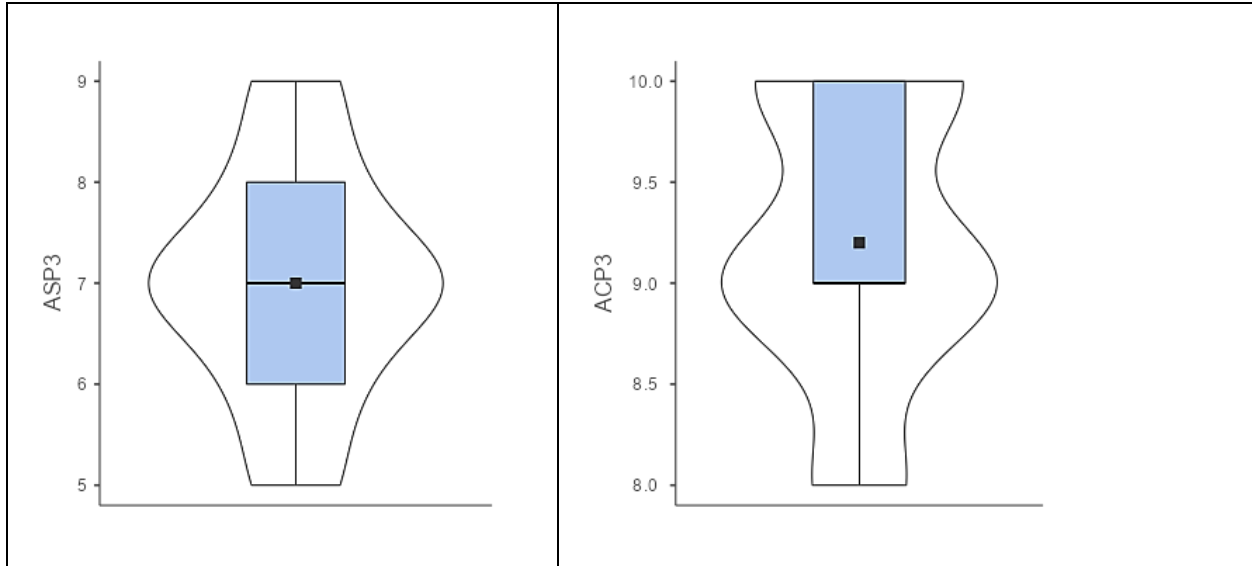


**Fuente.** Base de datos. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos al aplicar la simulación PhET para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato se evidencian en el análisis comparativo de las dos mediciones, ASP2 y ACP2. Los datos muestran una media de 8.84 en el grupo que utilizó la simulación (ACP2), en contraposición a la media de 6.88 del grupo control (ASP2). Esta diferencia sugiere que el uso de PhET mejora la comprensión de los vectores, también crea un entorno de aprendizaje más atractivo. La desviación estándar en el grupo ACP2 (1.07) indica una mayor dispersión en las calificaciones, lo que puede interpretarse como una variabilidad en la experiencia de aprendizaje, donde algunos estudiantes se beneficiaron significativamente de la interacción con la simulación. El análisis estadístico mediante la prueba T para muestras apareadas confirma la significancia de estos hallazgos. Con un valor T de -8.92 (gl = 24,  $p < .001$ ), se rechaza la hipótesis nula, evidenciando que la diferencia entre las medidas es significativa. De esta manera, de acuerdo con Salame & Makki (2021), estos resultados resaltan el impacto positivo que la simulación tiene en el rendimiento académico de los estudiantes, sugiriendo que un enfoque interactivo incrementa las calificaciones promedio, también puede motivar a los alumnos y fomentar un interés genuino en el aprendizaje de la Física y Matemáticas.

**Figura 3.** Comparación de Resultados: ASP3 vs. ACP3

Descriptivas			Prueba T para Muestras Apareadas			
	ASP3	ACP3	estadístico		gl	p
N	25.00	25.00	ASP3	ACP3	T de Student	-12.70 24 < .001
Media	7.00	9.20	<i>Nota.</i> $H_a \mu \text{ Medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$			
Mediana	7.00	9.00				
Desviación estándar	1.15	0.707				
Mínimo	8.00	8.00				
Máximo	9.00	10.00				



**Fuente.** Base de datos. Elaboración propia.

Los resultados de la tercera aplicación de la simulación PhET para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato muestran un avance significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. La media en el grupo que utilizó la simulación (ACP3) es de 9.20, superando la media de 7.00 del grupo de control (ASP3). Este aumento en la media sugiere que el enfoque interactivo proporcionado por PhET mejora la comprensión teórica de los vectores, promueve una mayor retención del conocimiento. Además, la desviación estándar en el grupo ACP3 (0.707) es notablemente más baja en comparación con el grupo control (1.15), indicando una mayor consistencia en los resultados de los estudiantes que participaron en la actividad de simulación.

La prueba T para muestras apareadas refuerza estos hallazgos, con un valor T de -12.70 ( $gl = 24$ ,  $p < .001$ ), lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre las dos condiciones de aprendizaje. Este resultado confirma la eficacia de la simulación en el aprendizaje de vectores, destaca su potencial para transformar la experiencia educativa en el aula. Rosales et al. (2023) afirman que los simuladores en línea ofrecen a los estudiantes la oportunidad de interactuar con fenómenos físicos, facilitando la visualización de conceptos abstractos y mejorando su entendimiento de los principios básicos de la física

En este sentido, la implementación de herramientas interactivas como PhET parece ser clave para mejorar el rendimiento académico y, a su vez, puede contribuir a fomentar un mayor interés y motivación en las disciplinas científicas (Zambrano et al., 2024). Meneses (2023) señaló que la simulación PhET facilitó que todos los estudiantes exploraran un tema complejo mediante una interfaz gráfica intuitiva, compatible con los diferentes dispositivos utilizados en clase, como celulares, tabletas y notebooks.

### **Conclusiones**

En conclusión, el análisis del impacto del uso de la Simulación PhET en el aprendizaje de vectores en estudiantes de Primero de Bachillerato del Colegio Enrique Suárez Pimentel ha revelado resultados positivos significativos. La implementación de esta herramienta interactiva mejoró el rendimiento académico de los estudiantes, evidenciado por un aumento en las medias de las evaluaciones, fomentó una comprensión más profunda de los conceptos de vectores. Además, la consistencia de los resultados, reflejada en una menor desviación estándar en el grupo que utilizó la simulación, sugiere que esta metodología puede beneficiar a un mayor número de estudiantes, proporcionando un entorno de aprendizaje más equitativo. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el uso de simulaciones interactivas en la enseñanza de temas complejos, como los vectores, puede facilitar un aprendizaje más dinámico y efectivo, destacando la importancia de integrar tecnologías educativas en el aula. En consecuencia, se recomienda la incorporación de herramientas como PhET en el currículo escolar para potenciar el aprendizaje en ciencias

---

### Referencias bibliográfica

- Chávez, J., & Mestres, U. (2023). Simuladores Phet: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física. *Revista Polo Del Conocimiento*, 8(11), 1303–1322. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i11.6337>
- 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>
- Cornejo, B., García, H., & Herrera, C. (2023). Integral Incluyendo Vectores Phet Simulator To Demonstrate Continuity Equation. *Revista Chilena de Educación Científica*, 24(1), 14-. <http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/download/2665/2869>
- Díaz Pinzón, J. E. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48–63. <https://doi.org/10.18359/reds.2011>
- Escudero, F., Naranjo, B., López, R., & Tapia, T. (2024). Analítica del aprendizaje para medir las diferencias entre los recursos didácticos digitales versus metodología tradicional en el aprendizaje de las matemáticas. *MQRInvestigar*, 8(4), 26–45. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.26-45>
- 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 Multidisciplinaria G-Ner@ndo*, 5(2), 1510–1525. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/246/318>
- Guanotuña, G., Heredia, L., Lara, L., & Gracia, I. (2023). Simulador PHET, una herramienta de gamificación para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Social Fronteriza*, 3(1), 97–113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7552868>
- Intriago, J., Carvajal, D., Carvajal, A., Cordero, M., Zevallos, I., Lino, V., Torres, J., & Muñoz, J. (2024). *Avalúos de la propiedad horizontal: Estadística aplicada a los avalúos* (Primera Ed). Editorial Runaiki. <https://runaiki.es/index.php/runaiki/article/view/104>
- 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>
- Lino, V., Gallo, R., & Manzanilla, R. (2022). Detección De Discontinuidades En Funciones De Una Variable Utilizando Espacios De Tipo Elementos Finitos. *Revista Bases de La Ciencia*, 7, 135–152. <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v7iespecial.4148>
- 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>
- Meneses, W. (2023). La temperatura de las estrellas: utilizando un simulador de PhET para indagar sobre Física Moderna. *REINNEC*, 7(1), 66–76. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V7.I1.150>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Física 1 BGU. In *Lns*. [https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica\\_1\\_BGU.pdf](https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Curriculo/FISICA/Fisica_1_BGU.pdf)
- Morán, M., & Barberi, O. (2024). Evaluación de las experiencias educativas a través de entornos virtuales de aprendizaje en el Subnivel Preparatoria. *MQRInvestigar*, 8(2), 1200–1227. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.2.2024.1200-1227>
- 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>
- RED EDUCA. (2024). *La indagación en el aula mediante el uso de simuladores PhET*. <https://www.rededuca.net/blog/tic/simuladores-phet>
- Rodríguez-Dueñas, W. R. (2014). Software Libre Para Educación E Investigación En Ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 9(18), 12–22. <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/383>
- Rogel, C., De La O Pozo, R., Alejandro, M., Orta, I., & Collantes, M. (2024). Uso de juegos tecnológicos para fomentar el pensamiento lógico-matemático en niños de 4 a 5 años. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1526–1550. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/247/319>
- Rosales, A., Cuenca, K., Morocho, H., & Tapia, S. (2023). El uso de simuladores en línea para la enseñanza de la física: una herramienta educativa efectiva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1488–1496. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6291](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6291)
- 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>
- University of Colorado Boulder. (2024). *Adición de Vectores*. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/vector-addition>
- Vega, C. E. (2024). *Simulador Virtual Equality Explorer En El Desarrollo Del Pensamiento Algebraico En Estudiantes Del V Ciclo De Educación Primaria Virtual [Innova Teaching School]*. <https://repositorio.its.edu.pe/handle/20.500.14360/47>
- 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>

Zambrano, A., Intriago, Y., & Carrión, H. (2024). Recursos digitales para el refuerzo pedagógico en contenidos de la asignatura de física. *MQRInvestigar*, 8(4), 87–106. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.87-106>

Zavala, C., Lino, V., Cordero, M., & Sornoza, D. (2024). El rol de la Ingeniería Civil en el desarrollo sostenible: Tendencias y desafíos. *Revista Alcance*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.57>