

## Learning analytics based on Phet Simulations as a teaching tool in Physics.

### Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física.

#### Autores:

Ing. Lino-Calle, Víctor Alejandro, MSc.  
Universidad Bolivariana del Ecuador  
Maestría en educación, con mención en pedagogía en  
Entornos Digitales  
Docente de la Unidad Educativa Ciudad de Jipijapa  
Durán – Guayas - Ecuador



[valinoc@ube.edu.ec](mailto:valinoc@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-2302-3489>

Dr. López-Fernández, Raúl  
Universidad Bolivariana del Ecuador  
Instituto Superior Universitario Bolivariano de  
Tecnología  
Docente  
Durán – Guayas - Ecuador



[rlopezf@ube.edu.ec](mailto:rlopezf@ube.edu.ec)



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

Ing. Barberán-Delgado, José Antonio  
Universidad Bolivariana del Ecuador  
Maestría en educación, con mención en pedagogía en  
Entornos Digitales  
Docente de la Unidad Educativa Luis Arturo Cevallos  
Durán – Guayas - Ecuador



[jabarberand@ube.edu.ec](mailto:jabarberand@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0005-8084-7408>

Dr. Gómez-Rodríguez Víctor Gustavo  
Universidad Bolivariana del Ecuador  
Instituto Superior Universitario Tecnológico  
Bolivariano  
Docente  
Durán – Guayas - Ecuador



[vgomez@ube.edu.ec](mailto:vgomez@ube.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-2248-7804>

Citación/como citar este artículo: Lino-Calle, Víctor Alejandro, Barberán-Intriago, José Antonio, López-Fernández, Raúl y Gómez-Rodríguez, Víctor Gustavo. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física. MQRInvestigar, 7(3), 2297-2322.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2297-2322>

Fechas de recepción: 15-JUL-2023 aceptación: 15-AGO-2023 publicación: 15-SEP-2023



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

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

El desafío que enfrenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel de bachillerato radica principalmente en la falta de motivación por parte de los estudiantes, quienes tienden a perder interés en clases que se centran en la teoría y la resolución de ejercicios sin comprender su aplicación en situaciones reales. El objetivo de este trabajo es analizar a través de la analítica del aprendizaje fomentada con el Phet Simulations para la mejora continua del proceso enseñanza-aprendizaje de la Física, en los contenidos de electrostática. La metodología utilizada fue cuantitativa, con un tipo de estudio observacional-analítico donde se emplearon métodos teóricos como el analítico sintético e inductivo-deductivo y en los prácticos los estadísticos matemáticos, tanto el descriptivo como inferencial, así como los gráficos. Los resultados revelaron en las calificaciones asociadas a tres actividades, de la temática estudiada, una mejora en el rendimiento académico del grupo experimental al utilizar el simulador PhET en comparación con el grupo de control que siguió clases tradicionales. Se concluye que la incorporación de recursos didácticos interactivos, como los simuladores, propician un aprendizaje significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de Física.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Física, analítica del aprendizaje, Phet Simulations.

## Abstract

The challenge facing the teaching-learning process of Physics at the high school level lies mainly in the lack of motivation on the part of students, who tend to lose interest in classes that focus on theory and the resolution of exercises without understanding their application in real situations. The objective of this work is to analyze through learning analytics fostered with Phet Simulations for the continuous improvement of the teaching-learning process of Physics, in the contents of electrostatics. The methodology used was quantitative, with an observational-analytical type of study where theoretical methods such as synthetic analytical and inductive-deductive were used, and in the practical ones, mathematical statistics, both descriptive and inferential, as well as graphs. The results revealed an improvement in the academic performance of the experimental group when using the PhET simulator compared to the control group that followed traditional classes. It is concluded that the incorporation of interactive didactic resources, such as simulators, promotes significant learning in the teaching-learning process of students in the subject of Physics.

**Keywords:** Physics Teaching, learning analytics, Phet Simulations.

## Introducción

En los diseños y rediseños curriculares orientados por el Ministerio de Educación tanto las asignaturas de Ciencias Sociales como las Ciencias Naturales han tenido que reajustar sus saberes en función del meso y macro curricular. La asignatura de Física, por múltiples razones ha sido una de las que ha tenido cambios sustanciales en el volumen de los contenidos que históricamente se han impartido en ella. Este elemento lleva consigo no solo cambios en el componente contenido sino en todo el sistema del andamiaje didáctico.

Según Mallart (2001, p, 7), la Didáctica se define como la ciencia educativa que se ocupa de analizar y participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el propósito de lograr la formación intelectual del estudiante. La Didáctica está estrechamente vinculada al Arte de Enseñar. En este sentido, podemos inferir que la Didáctica de la Física está directamente relacionada con la metodología, mecanismos, técnicas y estrategias que emplea el profesor para enseñar los conceptos y temas de la Física a sus alumnos (Guzman y Ortega, 2019). De esta manera, el término Didáctica guarda una estrecha conexión con la forma en que se manejan y transmiten las transformaciones en el contenido de la materia de Física, su importancia radica en garantizar una educación de calidad y una experiencia de aprendizaje significativa para los estudiantes.

Desde la perspectiva Soler Mc-Cook et al. (2022, p, 19), el proceso de enseñanza aprendizaje es complejo, pues en él intervienen múltiples variables, las cuales tienen que ser medidas para buscar la mejora continua y las transformaciones del educando. De la misma forma, como es de conocimiento la Física es una de las asignaturas del bachillerato en las que el interés de los estudiantes no está a la altura del resto dado por su complejidad y abstracción (Yunzal y Casinillo, 2020).

La Física al ser una ciencia experimental, forma parte esencial en las carreras técnicas, junto a las matemáticas constituyen la base del desarrollo del conocimiento científico, pues ambas provocan la observación, comprensión y predicción de los fenómenos del mundo que nos rodea (Castro y Vega, 2021, p, 327). Por consiguiente, la forma en que el docente enseñe su clase influirá en la preparación que el estudiante pueda tener sobre esta disciplina. En tal sentido, el uso de la tecnología contribuye al abordaje del interés de los estudiantes al hacerla más accesible, interesante y relevante.

Según Colman Ramírez (2020, p, 31), los recursos didácticos se definen como Instrumentos pedagógicas que se encargan de proporcionar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, estos materiales se emplean para mejorar las clases, haciéndolas más atractivas, eficaces y estimulando la participación activa de los alumnos. En tal sentido, los recursos didácticos digitales, son el conjunto de elementos auditivos, visuales y gráficos, que influyen en los sentidos de los estudiantes; despertando el interés por aprender, a través de actividades

motivadoras que desarrollan las capacidades y generan un aprendizaje significativo en los educandos (Bravo-Cobeña et al., 2021, p. 205). Por lo tanto, estos recursos digitales desempeñan un papel crucial en el proceso educativo, al emplear elementos multimedia para estimular y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, promoviendo su participación activa y el desarrollo de habilidades con relevancia.

Una de estas herramientas que ha demostrado ser efectiva en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física ha sido el uso de simuladores interactivos, como el PhET Simulations, Educaplus, entre otros. De acuerdo con Inayah y Masruroh (2021, p. 153), el PhET es una de las simulaciones informáticas interactivas desarrolladas por la Universidad de Colorado Boulder que proporciona interacciones con una amplia variedad de temas, donde se potencia los conceptos de mayor relevancia, las actividades de laboratorio virtual de esta disciplina.

Durante los últimos diez años, se ha observado un incremento en la investigación enfocada en la incorporación de las simulaciones PhET para mejorar la comprensión conceptual y práctica de los estudiantes en el campo de la física. No obstante, a ello el análisis de los resultados de estos estudios no permite obtener una visión completa y fundamentada del estado actual de los conocimientos en este ámbito.

Los avances de la tecnología ha provocado que estas herramientas tecnológicas generen una amplia gama de actividades medibles al alumno teniendo que acudir a la Analítica del Aprendizaje, también conocida con el término en inglés Learning Analytics y se la define como: “la medición, recopilación, análisis y elaboración de informes de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce” (Siemens, 2013, p. 1382).

Desde la posición de Romero y Ventura (2019, p. 2), la Analítica del Aprendizaje es un área interdisciplinaria que incluyen, entre otras, la recuperación de información, los sistemas de recomendación el análisis visual de datos, la minería de datos basada en dominios, el análisis de redes sociales, la psicopedagogía, la psicología cognitiva, la psicometría, etc.

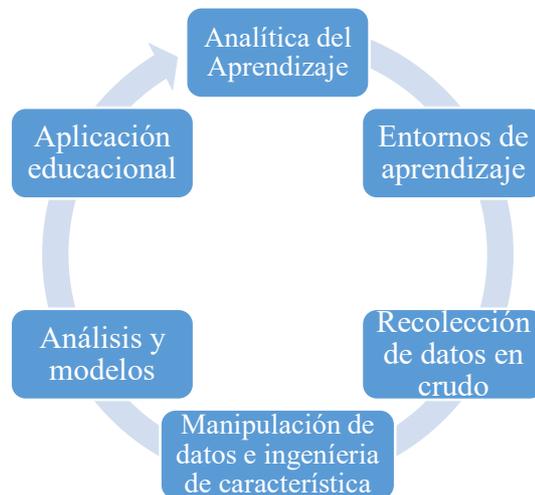
El resurgir de esta nueva forma de procesamiento de datos en la educación se le denomina Analítica del Aprendizaje elemento clave de la educación contemporánea. Esto ya no es un espectáculo secundario, sino un componente importante de cómo se imagina y se promulga la educación (Selwyn, 2019). La fusión del PhET Simulations y la analítica del aprendizaje enriquecen una cosmovisión en la mejora de la calidad y eficiencia de la enseñanza de la Física.

Refiriéndose al cómo hacer Analítica del Aprendizaje Ruipérez-Valiente (2020), propone un pragmático proceso para su implementación, la Figura 1 ilustra las cinco etapas:



**Figura 1**

*Etapas de implementación de las analíticas del aprendizaje*



**Fuente:** elaboración propia

Estas etapas conforman un sistema donde cada una de ellas es esencial para obtener información significativa de los educandos y aprovechar el potencial de los análisis derivados del aprendizaje en el ámbito educativo. Además, de forma transversal hay otros elementos que se deben 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.

Esta información proporciona a los docentes una visión detallada de los patrones de aprendizaje y las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes, lo cual implica que los patrones históricamente formados de estos deban direccionarse a un modelo constructivista que provoque de forma personalizada y eficiente el crecimiento de los educandos. Esta analítica del aprendizaje sustentada en datos recopilados durante las interacciones de los estudiantes con los recursos didácticos digitales proporciona información valiosa en post de la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje.

Los docentes han utilizado el libro de texto, el habla y la pizarra como vehículos fundamentales para conducir y activar el proceso de enseñanza de nuestros alumnos. Prácticamente, en cualquier clase de física encontramos estos elementos independientemente del enfoque didáctico que dé el educador a los procesos de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar en el aula (Bohigas Janoher et al., 2003). Además, es evidente que numerosas instituciones educativas carecen de infraestructura elemental y personal capacitado para mantener a los estudiantes actualizados sobre las últimas tendencias tecnológicas. Por lo que

es de vital importancia acercarlos a los conceptos científicos mediante herramientas didácticas cercanas a su realidad social, cultural y tecnológica, por eso la necesidad de contribuir desde la educación a su uso, a su continua formación (Gallego Joya, 2022).

La Unidad Educativa “Ciudad de Jipijapa” no cuenta con un laboratorio de física. Esto implica que las clases se imparte en un aula tradicional donde pocas veces se emplean prácticas experimentales de laboratorio. Para suplir esta carencia, los estudiantes ocasionalmente utilizan el aula de innovación tecnológica (TIC) para incorporar elementos prácticos en el aprendizaje de la física, debido al existencia de un laboratorio de computación disponible para cubrir las necesidades de los cursos. Otros de los elementos importantes es la carencia, de docentes, que no están familiarizados con las tecnologías, lo que conlleva a que su enseñanza se limite mayormente a enfoques tradicionales.

En comparación con una clase tradicional, el enfoque propuesto presenta una clara ventaja al utilizar recursos tecnológicos como herramientas de laboratorio, lo que permite la experimentación con diversos fenómenos estudiados. Es esencial, por tanto, rediseñar el plan de clases para incorporar estas herramientas tecnológicas, lo que facilitará la transmisión y adquisición de conocimientos. De esta forma, será posible aprovechar el interés de los estudiantes por la tecnología y los entornos virtuales en los que se desenvuelven.

Los educadores llevan sistemáticamente la recopilación de información de evaluaciones durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, las cuales no se procesan con la atención que esta amerita en función de la mejora continua del proceso enseñanza-aprendizaje. Impulsar la formación y concientización sobre la importancia de recopilar datos en el ámbito educativo propicia su adaptación generalizada entre los educadores.

En esta investigación se ha planteado la siguiente pregunta científica debido a la situación actual en el ámbito educativo: ¿Cómo contribuir a la enseñanza de la Física en los contenidos de electrostática, con apoyo de los recursos didácticos digitales?

En consecuencia, con la anterior interrogante científica se plantea como objetivo de esta investigación: analizar a través de la analítica del aprendizaje con apoyo del Phet Simulations para la mejora continua del proceso enseñanza-aprendizaje de la Física.

## **Desarrollo**

### **Material y métodos**

La investigación es de tipo observacional analítico, la cual examina la relación entre las variables basándose en hipótesis de investigación, lo cual potencia el análisis de los datos sobre el rendimiento académico de dos grupos: el "grupo de control" (GC), que no utiliza Phet Simulations, y el "grupo experimental" (GE), que utiliza Phet Simulations. Con el fin



de comparar los resultados obtenidos por ambos para evaluar la apropiación de los saberes en los educandos con esta herramienta. La principal característica de este tipo de estudio es que tanto la variable desenlace como exposición son medidas de forma simultánea, por lo que no se puede establecer una adecuada relación de temporalidad (Cvetković Vega et al., 2021).

La metodología empleada en este estudio es la cuantitativa, basada en el algoritmo de investigación de Leonor Buendía (Buendía Eisman y Berrocal de Luna, 2001). Esta abarca diversos aspectos fundamentales como la naturaleza de la realidad, la finalidad de la ciencia y la investigación, el tipo de conocimiento, los valores de la investigación, la teoría y la práctica educativa, así como la relación entre el investigador y el objeto de investigación. Los métodos teóricos empleados en el estudio fueron el analítico-sintético e inductivo-deductivo, mientras que para los aspectos prácticos se utilizaron métodos estadísticos matemáticos como el análisis descriptivo e inferencial.

### **Limitaciones del estudio**

Uno de los elementos limitantes de la investigación fue la escasez de equipos de cómputos, lo cual conllevó al uso de la teoría del muestreo, la cual por su naturaleza siempre tiene asociada un sesgo.

### **Hipótesis de investigación**

Si se utiliza un grupo experimental en el cual se emplea el simulador PhET, entonces se obtendrán mejores resultados académicos que en un grupo de control con el uso de clases tradicionales.

El estudio se enfoca en una población de 81 alumnos que cursan el primer año de bachillerato de la unidad educativa "Ciudad de Jipijapa". Estos estudiantes tienen edades comprendidas entre los 15 y 18 años. Debido a la cantidad de estudiantes y la escasez de recursos fue necesario realizar un muestreo probabilístico estratificado. El cálculo del tamaño de la muestra se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de la Población (81)

Z= Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC), en este caso se pide que sea del 95%, lo que indica que sería 1,96 al cuadrado.

e = Error de estimación aceptado. Será de 5%.

p = probabilidad de que ocurra el evento estudiado, p es el 50%.

q = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado. La probabilidad de que ocurra el evento q es el 50%.



Reemplazando los valores en la fórmula se obtiene:

$$n = \frac{81 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 * (81 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = 68$$

Por lo tanto, la muestra es de 68 estudiantes.

### **Distribución proporcional por extracto**

Primero de bachillerato "A" 41 estudiantes

Primero de bachillerato "B" 40 estudiantes

Lo cual implica 34 estudiantes por año.

Durante el primer trimestre, se realizó el estudio en tres clases por cada curso. En el grupo llamado "grupo de control" (GC) del primer año de bachillerato paralelo "A", se les asignaron tres actividades para llevar a cabo en el aula de clases convencional (AC1, AC2 y AC3). Mientras tanto en el grupo experimental (GE) paralelo "B", se asignaron actividades similares (AE1, AE2 y AE3), pero con la utilización del recurso didáctico simulador Phet en el laboratorio de cómputo.

Desde el punto de vista metodológico se ha definido en la unidad educativa donde se desarrolla la investigación en tres momentos: anticipación, construcción y consolidación. Este enfoque se fundamenta en la premisa de que los alumnos son participantes activos en su proceso de aprendizaje, se centra en guiarlos de manera gradual desde la preparación y anticipación hasta la consolidación, con el propósito de aplicar posteriormente lo aprendido. Cada una de estas etapas desempeña una función específica en el desarrollo tanto de las destrezas como del conocimiento de los estudiantes.

### **Actividad para evaluar**

Es importante destacar que el método educativo tradicional, aquí presentado, se enfoca en la enseñanza teórica y conceptual sobre electrostática, en contraste con las simulaciones interactiva Phet que se basa en el aprendizaje experimental y práctico para comprender los mismos conceptos.

### **Tabla 1**

*Unidad de Aprendizaje sobre Electroestática parte I*

---

#### **Electroestática**

- Definición de la electrostática.
  - La electrización
  - Formas de cargar eléctricamente un cuerpo
  - Tipos de conductores
- 



---

**Clase 1: Grupo de Control**

**Objetivo:** Comprender los conceptos básicos de la electrostática y su aplicación en la vida cotidiana.

**Anticipación**

1. Realizar experimentos sencillos con globos y materiales aislantes para generar electricidad estática por frotamiento.
2. Explicar cómo la electricidad estática puede causar efectos en la vida cotidiana, como los chispazos al tocar objetos metálicos.

**Reflexión**

- a) ¿Por qué los objetos cargados atraen a los objetos neutros?
- b) ¿Cuáles son algunos ejemplos de aplicaciones prácticas de la electrostática en la vida diaria?

**Construcción**

- Explicación de los contenidos

**Consolidación**

**Actividad a Evaluar (AC1)**

- Una carga eléctrica positiva se obtiene al frotar. Dibuje y explique el fenómeno
- Llegas tarde a una feria de ciencias y observas dos globos colgados que están separados y que luego se juntan solos:

¿Por qué al inicio los globos estaban separados?

¿Por qué después de un tiempo se juntan?

¿Cómo harías para que los globos se vuelvan a separar?

---

**Clase 1: Grupo Experimental**

**Objetivo:** Comprender los conceptos básicos de la electrostática y su aplicación en la vida cotidiana mediante el uso del simulador Phet.

**Anticipación**

Dar click al enlace y observa el video: <https://youtu.be/tfsIpSrV5Zw>

**Reflexión**

Contestar la siguiente interrogante: ¿Te ha ocurrido alguna vez que al tocar una perilla sientes un “corrientazo”? ¿Por qué crees que ocurre este fenómeno?

**Construcción**

- Presentación de los conceptos a través de diapositivas ilustrativas.
- Introducción y demostración del uso de PhET Simulations para una mejor comprensión de los temas ir al siguiente enlace:
- [JhonTravoltage](#). Ver Figura 2 y 3

**Consolidación**

**Actividad a Evaluar (AE1)**

Responde las siguientes preguntas:

a) ¿Qué sucede cuando John Travoltage toca un objeto cargado? Describe los cambios observados.

b) ¿Qué ocurre cuando John Travoltage se carga tocando objetos neutros?

c) ¿Qué sucede cuando John Travoltage toca un objeto con carga opuesta?

d) ¿Cómo afecta la distancia entre John Travoltage y los objetos a la transferencia de electricidad estática?

---

*Fuente:* Elaboración propia.

La tabla muestra una estructura para una clase, en que se evidencian dos grupos: en el primero, se encuentra el grupo GC en una clase convencional, mientras que en el segundo grupo GE se lleva a cabo una lección haciendo uso de las Tecnologías de la Información y la



Comunicación (TIC), específicamente la herramienta digital PhET Simulations. Estas clases abordan conceptos básicos de la electrostática y su aplicación en la vida cotidiana. Asimismo, se centran en tópicos tales como la definición de la electrostática, la electrización, formas de cargar eléctricamente un cuerpo y tipos de conductores.

### Figura 2

Simulador PhET. John Travoltage, transferencia de electrones.

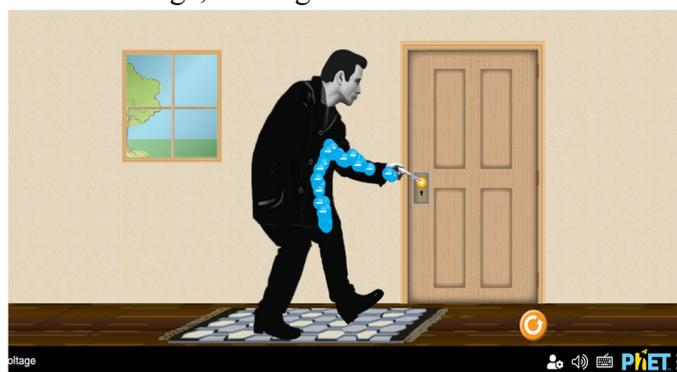


Fuente: [https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage\\_all.html?locale=es](https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_all.html?locale=es).

La Figura 2 muestra cómo John Travoltage está generando electricidad estática al frotar la alfombra con su pie. Durante este proceso de fricción, se están transfiriendo electrones entre la alfombra y él. La fricción provoca que los electrones se muevan desde la superficie de la alfombra hacia su persona, lo que resulta en una acumulación de carga negativa en su cuerpo y una carga positiva correspondiente en la alfombra. Esta transferencia de electrones es lo que causa la acumulación de carga estática.

### Figura 3

Simulador PhET. John Travoltage, descarga de la electricidad estática.



Fuente: [https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage\\_all.html?locale=es](https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_all.html?locale=es).

La Figura 3 muestra cómo John Travoltage ha acumulado suficiente carga estática que, al tocar un conductor como un metal (perilla de la puerta), los electrones en su cuerpo buscan una vía para desplazarse y equilibrar la carga. Esto da lugar a una descarga de electricidad

estática, que se manifiesta como un chispazo o un calambrazo, como se menciona en la descripción. En esencia, el acto de frotar la alfombra con el pie es lo que inicia el proceso de acumulación de carga eléctrica estática en su cuerpo, lo que posteriormente puede generar una corriente eléctrica perceptible al entrar en contacto con un conductor adecuado.

**Tabla 2**

*Unidad de Aprendizaje sobre Electroestática parte II*

<b>Electroestática</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga eléctrica.</li> <li>• Ley de Coulomb</li> <li>• Campo eléctrico</li> </ul>	
<b>Clase 2: Grupo de Control</b>	<b>Clase 2: Grupo Experimental</b>
<p><b>Objetivo:</b> Contextualizar la ley de Coulomb en función de cuantificar con qué fuerza se atraen o se repelen las cargas eléctricas y determinar que esta fuerza electrostática también es naturaleza vectorial.</p> <p><b>Anticipación</b>                      Las nubes se mueven por el cielo se van cargando electrostáticamente, esto por la fricción continua que experimentan con el aire. Bajo el mismo concepto, todos los automóviles, en especial los grandes, que transitan por las carreteras también se cargan electrostáticamente durante largos recorridos.</p> <p>Reflexiona: ¿Por qué los camiones que transportan combustibles llevan arrastrando una cadena que topa siempre el pavimento?</p> <p><b>Construcción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de los contenidos</li> <li>• Resolver problemas propuestos</li> </ul> <p><b>Consolidación</b>  <b>Actividad a Evaluar (AC2)</b></p>	<p><b>Objetivo:</b> Contextualizar la ley de Coulomb en función de cuantificar con qué fuerza se atraen o se repelen las cargas eléctricas y determinar que esta fuerza electrostática también es naturaleza vectorial, mediante el uso del simulador Phet.</p> <p><b>Anticipación</b>                      Dar click al enlace y observa el video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=AHr6HFDAiBQ">https://www.youtube.com/watch?v=AHr6HFDAiBQ</a></p> <p><b>Reflexión</b>                      Contestar la siguiente interrogante: ¿Qué aplicaciones prácticas tiene el campo eléctrico en la vida cotidiana y en la tecnología?</p> <p><b>Construcción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de los conceptos a través de diapositivas ilustrativas.</li> <li>• Introducción y demostración del uso de PhET Simulations para una mejor comprensión de los temas ir a los siguientes enlaces</li> <li>• <a href="#">Cargas y Campos</a>. Ver Figura 4</li> <li>• <a href="#">Ley de Coulomb</a>. Ver Figura 5</li> </ul>



- Dos esferas se atraen con una fuerza determinada:  
¿Cómo se ve afectado el valor de la fuerza si triplicamos el valor de la carga de cada esfera?  
¿Qué sucede si se reduce a la tercera parte?
- Calcular la fuerza entre dos cargas cuyos valores son  $3\mu\text{C}$  y  $-4\mu\text{C}$ , que se encuentran separadas a una distancia de 3 cm.
- Dos cargas puntuales se encuentran cargadas con son  $-5\mu\text{C}$  y  $3\mu\text{C}$ . Si se acercan a una distancia de 2 cm ¿Cuál es la fuerza de atracción entre ellas?

### Consolidación

#### Actividad a Evaluar (AE2)

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede con el campo eléctrico cuando aumentas la magnitud de una carga?

Resuelve en el Phet Simulations

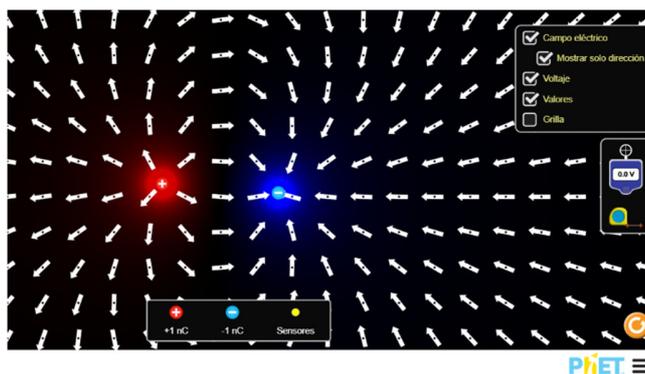
- Calcular la fuerza entre dos cargas cuyos valores son  $3\mu\text{C}$  y  $-4\mu\text{C}$ , que se encuentran separadas a una distancia de 3 cm.
- Dos cargas puntuales se encuentran cargadas con son  $-5\mu\text{C}$  y  $3\mu\text{C}$ . Si se acercan a una distancia de 2 cm ¿Cuál es la fuerza de atracción entre ellas?

Fuente: Elaboración propia

Esta segunda parte de la Unidad de Aprendizaje sobre Electroestática ofrece a los estudiantes la oportunidad de profundizar en conceptos esenciales de la electrostática, como la Ley de Coulomb y el campo eléctrico, a través de enfoques tradicionales y digitales, permitiéndoles aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas y reales.

### Figura 4

Simulador PhET. Cargas y campos



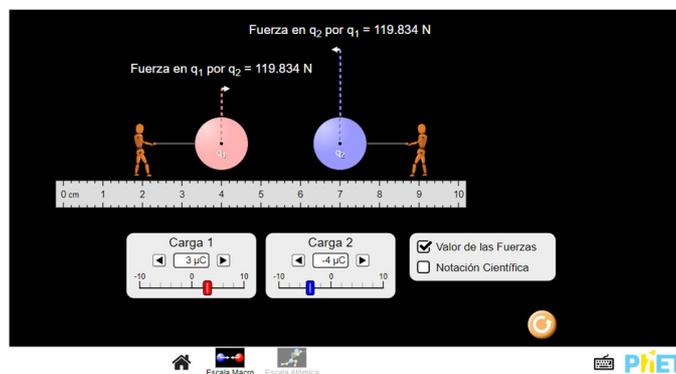
Fuente: [https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_es.html).

La Figura 4 muestra el funcionamiento del Simulador PhET "Cargas y Campos" se basa en la interacción dinámica de cargas eléctricas positivas y negativas en un entorno virtual. Los usuarios pueden añadir cargas, observar la visualización en tiempo real de las líneas de campo

eléctricas generadas por estas cargas, medir las fuerzas eléctricas resultantes entre pares de cargas, así como modificar parámetros como la distancia, magnitud de las cargas para explorar cómo influyen en las interacciones y los campos eléctricos. Además, la simulación proporciona contextos prácticos que permiten a los usuarios relacionar los conceptos electrostáticos con situaciones cotidianas, promoviendo así la comprensión y el aprendizaje interactivo de los principios fundamentales de la electrostática.

### Figura 5

Simulador PhET. Ley de Coulomb



Fuente: [https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law\\_all.html?locale=es](https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_all.html?locale=es)

La figura 5 muestra cómo el simulador posibilita a los estudiantes llevar a cabo experimentos con diversas disposiciones de cargas eléctricas, observar cómo se modifican las fuerzas eléctricas en relación a la distancia y magnitud de las cargas, todo ello en una interfaz amigable que simplifica la comprensión de cómo la magnitud de la carga y la separación entre las cargas impactan en la intensidad de la fuerza eléctrica. La simulación, además, provee un entorno propicio para explorar conceptos como la naturaleza vectorial de las fuerzas eléctricas y la aplicación de estas interacciones en contextos de la vida real.

### Tabla 3.

Unidad de Aprendizaje sobre cargas eléctricas en movimiento

Cargas eléctricas en movimiento	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente eléctrica</li> <li>• Resistencia</li> <li>• Fuentes de voltaje</li> <li>• Ley de Ohm</li> </ul>	
Clase 3: Grupo de control	Clase 3: Grupo Experimental

**Objetivo:** Describir la relación entre diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica, la ley de Ohm, mediante la comprobación de que la corriente en un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado.

### Anticipación

Cada mes nos llega a la casa la factura de la Empresa Eléctrica, en la cual constan los datos personales del usuario, número de suministro, ubicación del domicilio, fecha de emisión, fecha de vencimiento, el consumo en kWh, el valor total a pagar, entre otros.

Reflexión

¿Sabes que representa el consumo kWh que se cancela?

### Construcción

- Explicación de los contenidos
- Resolver problemas propuestos

### Consolidación

#### Actividad a Evaluar (AC3)

- ¿Qué es la Ley de Ohm y cuál es su fórmula?
- ¿Qué unidad de medida se utiliza para el voltaje?
- Si tienes un circuito con un voltaje de 12V y una resistencia de 4 ohmios, ¿cuál es la corriente que pasa por el circuito?

Basándote en tus observaciones y los conceptos aprendidos, explica brevemente la relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia en un circuito según la Ley de Ohm.

**Objetivo:** Describir la relación entre diferencia de potencial, corriente y resistencia eléctrica, la ley de Ohm, mediante la comprobación de que la corriente en un conductor es directamente proporcional al voltaje aplicado, mediante el uso del simulador Phet.

### Anticipación

Dar click al enlace y observa el video:

<https://www.youtube.com/watch?v=lOlsc5tcOYk>

### Reflexión

Contestar la siguiente interrogante: ¿cómo el conocimiento de la Ley de Ohm ha permitido el desarrollo de dispositivos eléctricos más eficientes y seguros en la actualidad?

### Construcción

- Presentación de los conceptos a través de diapositivas ilustrativas.
- Introducción y demostración del uso de PhET Simulations para una mejor comprensión de los temas ir a los siguientes enlaces
- Ley de Ohm Ver Figura 6

### Consolidación

#### Actividad a Evaluar (AE3)

Responde las siguientes preguntas:

- Reflexiona sobre cómo la Ley de Ohm se aplica en situaciones del mundo real, como el funcionamiento de los electrodomésticos y los circuitos eléctricos en general.

Resuelve en el Phet

- Si tienes un circuito con un voltaje de 12V y una resistencia de 4 ohmios, ¿cuál es la corriente que pasa por el circuito?

Completa los siguientes ejercicios de práctica:

- Un circuito tiene una resistencia de 20 ohmios y una corriente de 2 amperios. ¿Cuál es el voltaje en el circuito?
- Si el voltaje en un circuito es de 12 voltios y la resistencia es de 4 ohmios, ¿cuál es la corriente en el circuito?
- Si la resistencia en un circuito es de 50 ohmios y la corriente es de 0.5 amperios, ¿cuál es el voltaje en el circuito?

Basándote en tus observaciones y los conceptos aprendidos, explica brevemente la relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia en un circuito según la Ley de Ohm.

Completa los siguientes ejercicios de práctica:

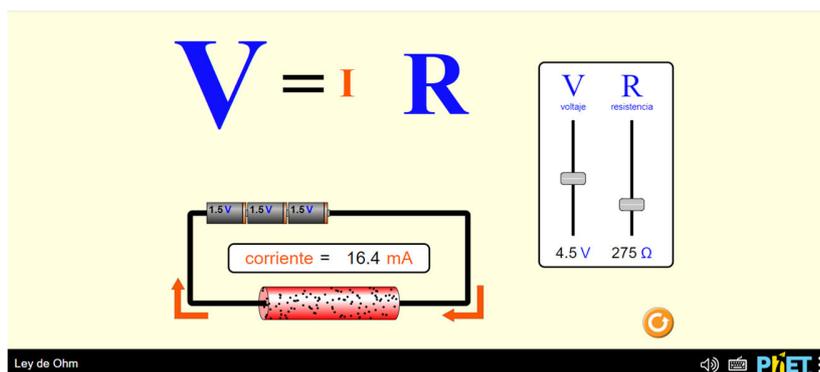
- Un circuito tiene una resistencia de 20 ohmios y una corriente de 2 amperios. ¿Cuál es el voltaje en el circuito?
- Si el voltaje en un circuito es de 12 voltios y la resistencia es de 4 ohmios, ¿cuál es la corriente en el circuito?
- Si la resistencia en un circuito es de 50 ohmios y la corriente es de 0.5 amperios, ¿cuál es el voltaje en el circuito?

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 detalla la estructura, así como los objetivos de la Unidad de Aprendizaje sobre cargas eléctricas en movimiento, mostrando cómo se abordan conceptos como la corriente eléctrica, resistencia y la Ley de Ohm, tanto en el Grupo de Control como en el Grupo Experimental, con un enfoque en la comprensión y aplicación práctica de estos principios.

## Figura 6

Simulador PhET. Ley de Ohm. Cálculo de intensidad de corriente



Fuente: [https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law\\_all.html?locale=es](https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_all.html?locale=es)

La Figura 6 muestra cómo al ajustar los valores de voltaje y resistencia, los estudiantes pueden observar en tiempo real la variación de la intensidad de corriente en respuesta a estos cambios, brindándoles una comprensión práctica y visual de los fundamentos subyacentes. Asimismo, el simulador permite explorar diversas disposiciones de circuitos, aplicar estos

conceptos en situaciones concretas, simplificando el aprendizaje y la aplicación de la Ley de Ohm en contextos del mundo real.

## Resultados y discusión

El uso de Phet Simulations como herramienta educativa, no solo, brindó a los estudiantes del grupo experimental (GE) una experiencia interactiva única, sino, les permitió explorar y experimentar con conceptos físicos de manera práctica y visual. Al interactuar con las simulaciones, los estudiantes pudieron observar: el comportamiento de las cargas eléctricas y su interacción, así como la aplicación de los principios de la ley de Ohm en diferentes situaciones. Otro elemento positivo fue el feedback con el simulador, el cual fomenta la curiosidad e interés en el aprendizaje, lo que llevó a un mayor compromiso y participación activa por parte de los estudiantes del grupo (GE), al poder manipular parámetros y observar instantáneamente los cambios en los resultados, los conceptos abstractos se volvieron tangibles y comprensibles. Estudios similares, como el realizado por Fernández-Gubieda (2020), explican cómo se obtiene el feedback de los estudiantes según su progreso y cómo este recurso específico promueve mejoras en el proceso enseñanza-aprendizaje.

En contraste, el grupo de control (GC), que siguió métodos de enseñanza tradicionales, enfrentando limitaciones en la comprensión profunda de estos temas. Los enfoques estáticos y teóricos presentan desafíos en los estudiantes, debido a su complejidad y en ocasiones no se pueden visualizar o relacionar directamente con fenómenos del mundo real.

Análisis de las notas asociadas a las tareas seleccionadas para cada paralelo en el trimestre:

**Tabla 3**

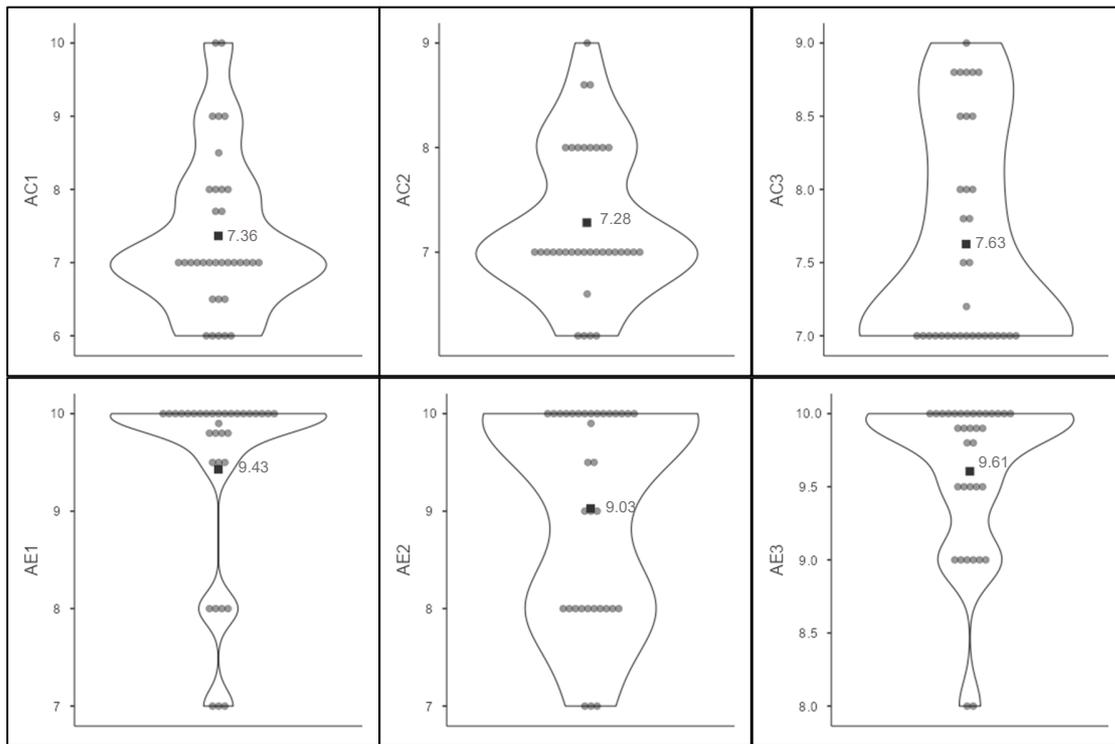
*Estadística descriptiva de las tres actividades del trimestre para cada paralelo.*

N = 34, estudiantes por cada paralelo								
	Paralelo	Grupo Actividad	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
<b>NOTA 1</b>	A	GC-AC1	7.36	7	7	1.08	6	10
	B	GE-AE1	9.43	10	10	0.998	7	10
<b>NOTA 2</b>	A	GC- AC2	7.28	7	7	0.72	6.2	9
	B	GE- AE2	9.03	9.5	10	1.077	7	10
<b>NOTA 3</b>	A	GC- AC3	7.63	7.1	7	0.747	7	9
	B	GE- AE3	9.61	9.9	10	0.553	8	10

Nota: La tabla presenta un análisis descriptivo de las estadísticas de dos grupos, denominados Grupo de Control GC (Paralelo A) y Grupo experimental GE (Paralelo B), en relación con tres notas diferentes (Nota 1, Nota 2 y Nota 3). **Fuente:** Base de datos. Elaboración propia.

**Figura 7**

*Análisis Descriptivo por medio de las gráficas de violín de las tres actividades de cada grupo GC y GE del trimestre.*



Nota: Los tres primeros gráficos están asociados al grupo de control (AC1, AC2, AC3) y los tres siguientes al grupo experimental (AE1, AE2, AE3). Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

En la Figura 7 se muestran las gráficas de violín con las puntuaciones de las actividades correspondiente al primer trimestre para el grupo de control (GC) y para el grupo experimental (GE). Del análisis derivado de la Tabla 3 y Figura 7, se puede observar que los resultados de las actividades del grupo GE (AE1, AE2, AE3) lograron un promedio de calificaciones más altas que las del grupo de GC (AC1, AC2, AC3). Las actividades del grupo de control tienen menos variabilidad en sus resultados, producto del análisis asociado a la dispersión de los datos que son más bajas en comparación con el grupo experimental.

Las actividades del GE muestran valores con mayor puntuación en la mediana y la moda, de lo cual se infiere resultados ponderados hacia el grupo experimental. Los resultados obtenidos coinciden con el estudio realizado por Salame y Makki, (2021), en donde los autores concluyen que “las simulaciones interactivas PhET tuvieron un impacto positivo general en las actitudes y percepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje”.

A continuación, se presenta una comparación estadística de las actividades del grupo de control (AC1-AC2-AC3) y el grupo experimental (AE1-AE2-AE3) llevada a cabo durante el trimestre. Esta comparación se inicia examinando las actividades AC1 y AC2, lo cual se encuentra detallado en la Tabla 4.

**Tabla 4**

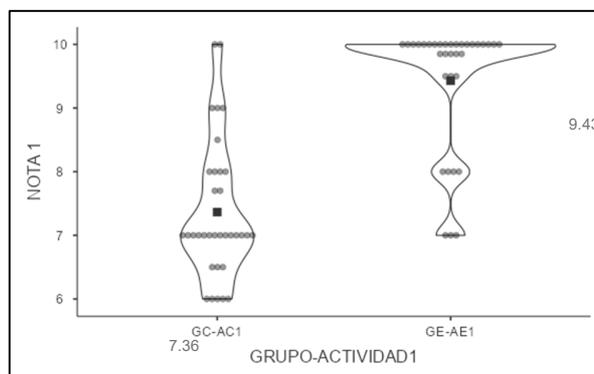
*Estadística descriptiva de las actividades AC1 y AE1*

N = 34, por grupo							
	GRUPO- ACTIVIDAD1	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 1	GC-AC1	7.36	7	7	1.080	6	10
	GE-AE1	9.43	10	10	0.998	7	10

Nota: La tabla muestra los estadísticos de tendencia central y dispersión de las mediciones asociadas a las actividades AC1 y AE1. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

**Figura 8**

*Análisis Descriptivo por medio de las gráficas de violín de la actividad 1*



Nota: Gráficos asociados al grupo de control (GC) de la actividad (AC1) y el grupo experimental (GE) de la actividad (AE1). Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

La Figura 8, muestra los gráficos de violín que ilustran las puntuaciones de la actividad 1 del primer trimestre para dos grupos: el grupo de control (GC) en la actividad AC1 y el grupo experimental (GE) en la actividad AE1, quienes utilizaron el PhET Simulations. Al contrastar ambos grupos, se observa que el conjunto GE muestra valores superiores en todos los indicadores, sugiriendo que sus datos son en promedio mayores que los del conjunto GC. Por lo tanto, al comparar los resultados con los datos de la Tabla 4 y la Figura 8, se puede concluir que el grupo experimental logró obtener calificaciones promedio superiores, lo que indica

que su aprendizaje fue significativamente más efectivo en comparación con el grupo de control. En otras palabras, la creación de tareas efectivas mediante la incorporación de recursos tecnológicos, contribuye significativamente al progreso de los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje, logrando potenciar el desempeño académico de los mismos (Ali et al., 2010).

Análisis de datos para la prueba de hipótesis, en comparación de la media de dos muestras independientes asociadas a la nota 1 entre el grupo GE y GC:

**Prueba 1**

$H_0 = \mu_{GC-AC1} = \mu_{GE-AE1}$ , la media del grupo GC en la actividad AC1 es igual a la media del grupo GE en la actividad AE1.

$H_1 = \mu_{GC-AC1} < \mu_{GE-AE1}$ , la media del grupo GC en la actividad AC1 es menor que la media del grupo GE en la actividad AE1.

**Tabla 5**

*Prueba T para la media de dos Muestras Independientes*

		Estadístico	gl	p
NOTA 1	T de Student	-8.19	66	< .001

Nota. La hipótesis alternativa establece que las medias de los grupos GC-AC1 y GE-AE1 son diferentes. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

En base al nivel de significancia establecido ( $\alpha=0.05$ ). La prueba T para muestras independientes fue realizada para comparar las medias del grupo GC en la actividad AC1 y del grupo GE en la actividad AE1, donde la hipótesis nula ( $H_0$ ) planteaba que ambas medias son iguales y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) afirmaba que la media del GC es menor que la del GE. El resultado mostró, que la probabilidad asociada al estadígrafo,  $p=0.001$ , llevó al rechazo de  $H_0$  y a la aceptación de  $H_1$ .

Esto implica que existe una diferencia significativa a favor de que la media del grupo de control es menor que la del grupo experimental. Lo cual significa que el uso del simulador propicio aprendizaje significativo. Al igual que en esta investigación, en el trabajo de Batuyong y Vida (2018), se llega a la conclusión de que una planificación adecuada incorporando herramientas digitales como el uso de la simulación interactiva PhET, es eficaz para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

**Tabla 6**

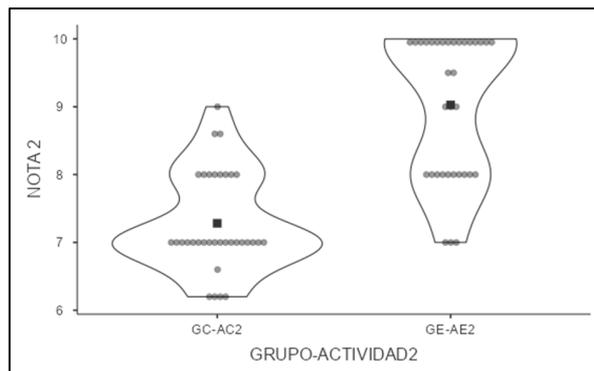
*Estadística descriptiva de las actividades AC2 y AE2*

N=34, por cada grupo							
	GRUPO- ACTIVIDAD2	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 2	GC-AC2	7.28	7	7	0.720	6.2	9
	GE-AE2	9.03	9.5	10	1.077	7	10

Nota: La tabla muestra los estadísticos de tendencia central y dispersión de las mediciones asociadas a las actividades AC2 y AE2. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

**Figura 9**

*Análisis Descriptivo por medio de las gráficas de violín de la actividad 2*



Nota: Gráficos asociados al grupo de control (GC) de la actividad (AC2) y el grupo experimental (GE) de la actividad (AE2). Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

La Figura 9 muestra gráficos de violín para las puntuaciones de la actividad 2 del primer trimestre en dos grupos: GC (actividad AC2) y GE (actividad AE2 con PhET Simulations). El GE presenta valores más altos en todos los indicadores, indicando un promedio superior al GC. Comparando la Tabla 6 y Figura 9, se concluye que el GE logró calificaciones promedio más altas, indicando un aprendizaje más efectivo en comparación con el GC, gracias al uso de PhET Simulations.

Análisis de datos para la prueba de hipótesis, en comparación de la media de dos muestras independientes asociadas a la nota 2 entre el grupo GE y GC:

**Prueba 2**

$H_0 = \mu_{GC-AC2} = \mu_{GE-AE2}$ , la media del grupo GC en la actividad AC2 es igual a la media del grupo GE en la actividad AE2.



$H_1 = \mu_{GC-AC2} < \mu_{GE-AE2}$ , la media del grupo GC en la actividad AC2 es menor que la media del grupo GE en la actividad AE2.

**Tabla 7**

*Prueba T para la media de dos Muestras Independientes*

		Estadístico	gl	p
<b>NOTA 2</b>	T de Student	-7.85	66	<.001

Nota: La hipótesis alternativa establece que las medias de los grupos GC-AC2 y GE-AE2 son diferentes. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

La Tabla 7 muestra los resultados de la Prueba T de Student para dos Muestras Independientes. Dado que el valor de  $p = 0.001$  es menor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Por lo tanto, se concluye que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos GC-AC2 y GE-AE2.

Los resultados obtenidos se alinean con las conclusiones extraídas en el estudio realizado por Purfiyansyah et al. (2023), en el cual los autores establecen que “el aprendizaje con simulaciones Phet promueven las habilidades del pensamiento crítico, es decir, existe un efecto significativo en los resultados de aprendizaje de la asignatura de Física por parte de los estudiantes”. De la misma forma, Verawati et al. (2022), afirman que los resultados del análisis descriptivo muestran un aumento de puntuación media al utilizar una experiencia de aprendizaje distinto al método tradicional.

**Tabla 8**

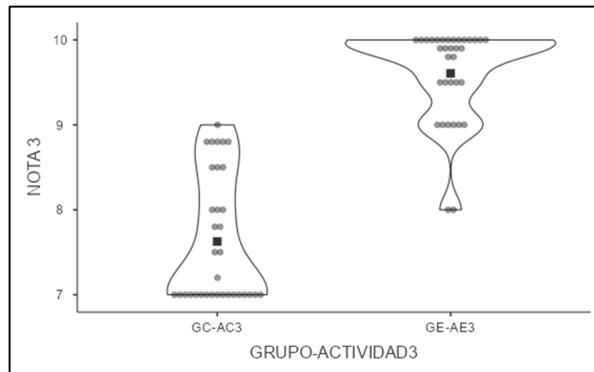
*Estadística descriptiva de las actividades AC3 y AE3*

N = 34, por cada grupo							
GRUPO- ACTIVIDAD3		Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
<b>NOTA 3</b>	GC-AC3	7.63	7.1	7	0.747	7	9
	GE-AE3	9.61	9.9	10	0.553	8	10

Nota: La tabla muestra los estadísticos de tendencia central y dispersión de las mediciones asociadas a las actividades AC3 y AE3. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

**Figura 10**

*Análisis Descriptivo por medio de las gráficas de violín de la actividad 2*



Nota: Gráficos asociados al grupo de control (GC) de la actividad (AC3) y el grupo experimental (GE) de la actividad (AE3). Fuente: Base de datos. Elaboración propia.

La Figura 10 presenta gráficos de violín que ilustran las puntuaciones de la actividad 2 del primer trimestre en dos grupos: GC (actividad AC3) y GE (actividad AE3 con PhET Simulations). El GE muestra valores superiores en todos los indicadores, indicando un promedio mayor que el GC. Al seguir la misma línea que otra investigación, se llega a la conclusión de que los análisis de datos efectuados han confirmado que los alumnos del grupo experimental presentan mejoras significativas en comparación con los alumnos del grupo de control (Banda & Nzabahimana, 2023).

Análisis de datos para la prueba de hipótesis, en comparación de la media de dos muestras independientes asociadas a la nota 3 entre el grupo GE y GC:

**Prueba 3**

$H_0 = \mu_{GC-AC3} = \mu_{GE-AE3}$ , la media del grupo GC en la actividad AC3 es igual a la media del grupo GE en la actividad AE3.

$H_1 = \mu_{GC-AC3} < \mu_{GE-AE3}$ , la media del grupo GC en la actividad AC3 es menor que la media del grupo GE en la actividad AE3.

**Tabla 9**

*Prueba T para la media de dos Muestras Independientes*

		Estadístico	gl	p
<b>NOTA 3</b>	T de Student	-12.4	66	<.001

Nota: La hipótesis alternativa establece que las medias de los grupos GC-AC3 y GE-AE3 son diferentes. Fuente: Base de datos. Elaboración propia.



La Tabla 9 presenta los resultados de la Prueba T de Student para Muestras Independientes. Dado que el valor de  $p=0.001$  es inferior al nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . En consecuencia, se establece que existe una diferencia significativa entre las medias de los grupos GC-AC3 y GE-AE3.

Resultó evidente que el uso del aprendizaje por simulación entre los estudiantes ha tenido un gran impacto en sus resultados de aprendizaje, mejorando así su rendimiento en la asignatura de física (Gallego Joya, 2022; Najib et al., 2022). Por cuanto, se ha demostrado que la incorporación de simulaciones como el PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha tenido un impacto significativo en los estudiantes en cuanto a sus logros educativos, mejorando notablemente su rendimiento. En consecuencia, esta simulación se ha convertido en una herramienta educativa de un valor inestimable, demostrando ser altamente eficaz y con el potencial de introducir cambios radicales. La evidencia empírica respalda de manera contundente la noción de que el aprovechamiento de las simulaciones fomenta un entorno educativo dinámico que puede revolucionar los paradigmas pedagógicos convencionales.

## Conclusiones

Del análisis derivado de la analítica del aprendizaje se evidenció que los resultados del Paralelo B del grupo GE, con el uso del recurso didáctico Phet Simulations fueron superior a los del Paralelo A del grupo GC los cuales resultaron mejorar la calidad de las notas de los estudiantes lo cual implica una adquisición de mayor solidez en los saberes del primero.

Esta disparidad se tradujo de manera significativa en la mejora sustancial de la calidad de las calificaciones alcanzadas por los estudiantes. Estos resultados innegablemente señalan hacia una adquisición más sólida y profunda de los conocimientos por parte de los alumnos que participaron en el Paralelo B. Es imperativo reconocer que el recurso didáctico empleado, en este caso las Phet Simulations, desempeñó un papel trascendental en este logro educativo, demostrando su capacidad para fomentar un aprendizaje más efectivo y un mayor dominio de los contenidos curriculares.

Estos hallazgos no solo corroboran la importancia de la selección cuidadosa de herramientas pedagógicas, sino también resaltan la relevancia de la adaptación de enfoques didácticos que promuevan un aprendizaje participativo e inmersivo. En última instancia, esta investigación proporciona una base sólida para la continuación y la expansión de prácticas educativas que maximicen el potencial de los recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Referencias bibliográficas

- Ali, R., Ghazi, S. R., Khan, M. S., Hussain, S., y Faitma, Z. T. (2010). Effectiveness of Modular Teaching in Biology at Secondary Level. *Asian Social Science*, 6(9), 49–54. <https://doi.org/10.5539/ass.v6n9p49>
- Banda, H. J., y Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Batuyong, C. T., y Vida, A. (2018). Exploring the Effect of PhET ® Interactive Simulation-Based Activities on Students' Performance and Learning Experiences in Electromagnetism. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 6(2), 121–131. [www.apjmr.com](http://www.apjmr.com)
- Bohigas Janoher, X., Jaén Herbera, X., y Novell, M. (2003). Applets en la enseñanza de la física. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(3), 463–472. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3921>
- Bravo-Cobeña, G. T., Pin-García, L. A., Solís-Pin, S. C., y Barcia-Zambrano, A. S. (2021). El video educativo como recursos didáctico inclusivo en la práctica pedagógica actual [The educational video as inclusive educational resources in current pedagogical practice]. *Revista Polo Del Conocimiento*, 6(1), 201–214. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i1.2132>
- Buendía Eisman, L., y Berrocal de Luna, E. (2001). La Ética en la Investigación Educativa. *España: Agora Digital*. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.4.19.338-350>
- Castro, V. H., y Vega, J. O. (2021). Motivation and Its Relationship With Learning in the Third-Party Physics Subject in Unified General High School. *Revista Educare*, 25(2), 279–305. <https://orcid.org/0000-0001-5727>
- Colman Ramírez, F. J. (2020). Recursos didácticos y la educación inclusiva. *Revista Científica Estudios e Investigaciones*, 8, 31. <https://doi.org/10.26885/rcei.foro.2019.31>
- Cvetković Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama-Valdivia, J., y Correa López, L. E. (2021). Cross-sectional studies. *Revista de La Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 164–170. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3069>
- Fernández-Gubieda, S. (2020). Docencia Rubic. Aprendizajes de la enseñanza universitaria en tiempos de la covid-19. In *Ediciones Universidad de Navarra* (EUNSA. Edi). <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/59097/1/RubicSueltas.pdf>
- Gallego Joya, L. (2022). EVALUACIÓN DEL SIMULADOR PHET COMO ESTRATEGIA PARA EDUCACIÓN MEDIA Y UNIVERSITARIA. *MLS Inclusion and Society Journal*, 2(1), 107–120.
- Guzman, R., y Ortega, S. (2019). Didáctica de la Física mediadas por las TIC orientada al desarrollo del pensamiento creativo. In *Corporación UNiversitaria de la Costa, Maestría en Educación modalidad virtual Barranquilla*.
- Inayah, N., y Masruroh. (2021). PhET Simulation Effectiveness as Laboratory Practices Learning Media to Improve Students' Concept Understanding. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 9(2), 152. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v9i2.2923>
- Mallart, J. (2001). Didáctica: Concepto, Objeto y Finalidades. *Didáctica: Concepto, Objeto*

- y Finalidades. *En Didáctica General Para Psicopedagogos.*, 23–57.
- Najib, M. N. M., Md-Ali, R., y Yaacob, A. (2022). Effects of Phet Interactive Simulation Activities on Secondary School Students' Physics Achievement. *South Asian Journal of Social Science and Humanities*, 3(2), 73–78. <https://doi.org/10.48165/sajssh.2022.3204>
- Purfiyansyah, R. P., Bektiarso, S., y Nuraini, L. (2023). *Critical Thinking Skills and Physics Learning Outcomes in The 5E Learning Cycle Model with PhET Simulations*. 16(2), 93–102.
- Romero, C., y Ventura, S. (2019). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), 1–21. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
- Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje (The Implementation Process of Learning Analytics). *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 85–101. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.1.26283>
- Salame, I. I., y 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>
- Selwyn, N. (2019). What're the Problems with Learning Analytics? *Journal of Learning Analytics*, 6(3), 11–19. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18608/jla.2019.63.3>
- Siemens, G. (2013). Learning analytics: The Emergence of a Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380–1400. <https://doi.org/10.1177/0002764213498851>
- Soler Mc-Cook, J. M., López Fernández, R., Palmero Urquiza, D. E., y Ruano Fernández, Y. (2022). La analítica del aprendizaje como herramienta de cambio en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Universidad y Sociedad*, 14(6), 18–23.
- Verawati, N. N. S. P., Handriani, L. S., y Prahani, B. K. (2022). The Experimental Experience of Motion Kinematics in Biology Class Using PhET Virtual Simulation and Its Impact on Learning Outcomes. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.729>
- Yunzal, A., y Casinillo, L. (2020). Effect of Physics Education Technology (PhET) Simulations\_ Evidence from STEM Students' Performance. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 3, 221–226.

**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.

