



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del título de  
Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con Mención  
Matemática y Física

**Incidencia del uso del software PhET en el aprendizaje de la Física en estudiantes  
de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial  
de Pichincha durante el periodo lectivo 2024–2025.**

**Autor:** Lic. Luis Danilo Guilca Pavón

**Directora - Tutora:** MSc. María Angélica Arroyo Lewin

**Quito, septiembre 2025.**

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Luis Danilo Guilca Pavón**, con C.I. 1722490859 autor del trabajo de graduación titulado **“Incidencia del uso del software PhET en el aprendizaje de la Física en estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha durante el periodo lectivo 2024–2025.”** previa a la obtención del grado académico de **MAGÍSTER EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA** en la **Facultad de Ciencias de la Educación**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, octubre de 2025.



Lic. Luis Danilo Guilca Pavón

C.I. 1722490859

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Directora – Tutora del Trabajo de Posgrado Titulado: *“Incidencia del uso del software PhET en el aprendizaje de la Física en estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha durante el periodo lectivo 2024–2025.”*, presentado por el maestrante **Luis Danilo Guilca Pavón**, titular de la Cédula de Identidad N° **1722490859**, para optar al Grado de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con Mención en Matemática y Física, considero que dicho Trabajo de Investigación reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte de los Lectores – Evaluadores que se designen para tal fin por parte de las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Educación.

En la ciudad de Quito, a los dos días del mes de septiembre de 2025.

A handwritten signature in blue ink, reading 'María Angélica Arroyo Lewin'.

MSc. María Angélica Arroyo Lewin

C.I. 1710011378

[marroyo621@puce.edu.ec](mailto:marroyo621@puce.edu.ec)

**NOTA:** Se comunica que en el servicio de análisis *Turnitin*, el referido trabajo de titulación alcanzó el siguiente resultado 3% índice de similitud con otras fuentes.

### **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, **Luis Danilo Guilca Pavón**, titular de la Cédula de Identidad N.º 1722490859, declaro que los resultados obtenidos en la investigación, como requisito previo para la obtención del Grado Académico de Magister en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con Mención en Matemática y Física son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos, que se desprenden del trabajo de investigación, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

En la ciudad de Quito, a los dos días del mes de septiembre de 2025.



**Lic. Luis Danilo Guilca Pavón**

**CI:** 1722490859

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
INFORME DE TURNITIN .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD .....	v
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1 Formulación del problema .....	13
1.2 Objetivos de la investigación .....	14
1.2.1 Objetivo General .....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Justificación de la investigación .....	14
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	17
2.1 Antecedentes de la investigación .....	17
2.2 Bases Teóricas .....	22
2.2.1 Enseñanza y aprendizaje de la Física .....	22
2.2.2 TIC en la educación.....	24
2.2.3 Simulaciones interactivas .....	26
2.2.4 Software PhET .....	28
2.2.5 Aprendizaje mediado por tecnología.....	30
2.2.6 Evaluación del impacto del software PhET .....	32
2.3 Bases Legales.....	33
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador .....	33
2.3.2 Ley Orgánica de Educación Intercultural.....	34
2.3.3 Currículo Nacional del Ministerio de Educación .....	34
2.3.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	34
2.3.5. UNESCO .....	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	36

3.1 Enfoque de la Investigación.....	36
3.2 Tipo y diseño de la investigación.....	37
3.3 Población y Muestra .....	37
3.4 Método de Muestreo .....	38
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	39
3.6 Técnica de Análisis de Datos .....	39
3.7 Procedimiento .....	40
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1 Análisis de Resultados Cuantitativos de la Encuesta.....	42
4.1.1 Estado Actual de los Procesos de Enseñanza de la Física.....	42
4.1.2 Caracterización de estrategias pedagógicas .....	48
4.1.3 Efectividad del software PhET en el aprendizaje de los estudiantes .....	52
4.2 Análisis de Resultados Cualitativos de la Entrevista.....	56
4.3 Discusión de resultados.....	59
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>62</b>
5.1. Denominación y definición de la propuesta.....	62
5.2. Justificación de la propuesta .....	63
5.3 Objetivos.....	64
5.3.1 Objetivo general.....	64
5.3.2 Objetivos específicos .....	64
5.4 Metodología .....	65
5.4.1 Contenido de la guía didáctica.....	65
5.4.2 Organización estructural de la guía.....	66
5.4.3 Operatividad de la propuesta .....	67
5.4.4 Instrucciones generales para el uso del software de simulación PhET.....	68
5.5. Beneficiarios de la propuesta .....	69
5.6. Responsables con el adecuado desarrollo de la propuesta.....	69
Encuesta para Docentes sobre la Guía Didáctica con PhET.....	70
Instrucciones.....	70
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>72</b>
Para la Institución Educativa.....	72

Para los Docentes de Física.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Acceso a internet y a dispositivos para estudio .....	41
Tabla 2 Prácticas en laboratorio .....	42
Tabla 3 Uso de PHET en clases de física .....	44
Tabla 4 Percepción del uso de PhET .....	45
Tabla 5 Frecuencia de uso vs agrado por la física .....	46
Tabla 6 Uso de recursos en clase .....	47
Tabla 7 Temas estudiados y comprensión .....	48
Tabla 8 Evaluación del aprendizaje .....	50
Tabla 9 Percepción del uso de PhET .....	51
Tabla 10 Comprensión de conceptos de física .....	53
Tabla 11 Preferencias del uso de PhET .....	54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Acceso a internet y a dispositivos para estudio .....	42
Gráfico 2 Prácticas en laboratorio .....	43
Gráfico 3 Uso de PHET en clases de física .....	44
Gráfico 4 Percepción del uso de PhET .....	45
Gráfico 5 Frecuencia de uso vs agrado por la física .....	47
Gráfico 6 Uso de recursos en clase .....	48
Gráfico 7 Temas estudiados y comprensión .....	49
Gráfico 8 Evaluación del aprendizaje .....	50
Gráfico 9 Percepción del uso de PhET .....	52
Gráfico 10 Comprensión de conceptos de física .....	53
Gráfico 11 Preferencias del uso de PhET .....	55
Gráfico 12 Contenidos curriculares de a guía .....	65
Gráfico 13 Portada de la guía .....	66

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

MAESTRIA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON  
MENCION EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

**INCIDENCIA DEL USO DEL SOFTWARE PHET EN EL APRENDIZAJE DE LA  
FÍSICA EN ESTUDIANTES DE SEGUNDO AÑO DE BACHILLERATO DE LA  
UNIDAD EDUCATIVA CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA DURANTE  
EL PERIODO LECTIVO 2024–2025.**

**Autor:**

Lic. Luis Danilo Guilca Pavón

**Directora -Tutora:**

MSc. María Angélica Arroyo Lewin

**Fecha:**

Septiembre, 2025

**RESUMEN**

El propósito de la investigación fue analizar el efecto del software PhET en la enseñanza de Física a los alumnos de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha durante el lapso 2024-2025. La investigación se origina debido a las restricciones de la educación tradicional, que se fundamenta en métodos de memorización y contenidos abstractos que disminuyen la motivación y el entendimiento del alumnado. El objetivo principal fue establecer el impacto de las simulaciones interactivas en la comprensión conceptual y en el interés por la materia.

La investigación empleó un enfoque mixto, combinando encuestas a 229 alumnos y entrevistas con tres profesores, lo cual permitió la triangulación de datos cuantitativos y cualitativos. De acuerdo con los resultados, la utilización de PhET aumenta la motivación, la participación activa y el entendimiento de fenómenos complejos al mostrarlos visual e interactivamente. Los alumnos manifestaron sentirse más atraídos y seguros al experimentar en el entorno virtual, a la vez que los profesores consideraron la herramienta como un soporte pedagógico. La exploración libre de simulaciones y las actividades guiadas se reconocieron como unas de las estrategias más eficaces.

A partir de los resultados conseguidos, se diseñó una guía didáctica interactiva fundamentada en PhET, la cual consta de etapas de introducción, experimentación y reflexión. Su propósito es potenciar el aprendizaje con significado, el razonamiento científico y el estímulo en la asignatura de física.

**Palabras clave:** PhET, Física, simulaciones interactivas, comprensión conceptual, motivación.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON  
MENCION EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

**INCIDENCE OF THE USE OF PHET SOFTWARE ON PHYSICS LEARNING IN  
SECOND-YEAR GENERAL BACHILLERATO STUDENTS AT CONSEJO  
PROVINCIAL DE PICHINCHA EDUCATIONAL UNIT DURING THE 2024–  
2025 SCHOOL YEAR.**

**Author:**

Lic. Luis Danilo Guilca Pavón

**Director -Tutor:**

MSc. María Angélica Arroyo Lewin

**Date:**

September 2025

**ABSTRACT**

The purpose of the research was to analyze the effect of PhET software on the teaching of physics to second-year high school students at the Consejo Provincial de Pichincha Educational Unit during the 2024-2025 academic year. The research was prompted by the limitations of traditional education, which is based on memorization methods and abstract content that diminish student motivation and understanding. The main objective was to establish the impact of interactive simulations on conceptual understanding and interest in the subject.

The research used a mixed approach, combining surveys of 229 students and interviews with three teachers, which enabled the triangulation of quantitative and qualitative data. According to the results, the use of PhET increases motivation, active participation, and understanding of complex phenomena by displaying them visually and interactively. Students reported feeling more engaged and confident when experimenting in the virtual environment, while teachers considered the tool to be a pedagogical aid. Free exploration of simulations and guided activities were recognized as some of the most effective strategies.

Based on the results obtained, an interactive teaching guide based on PhET was designed, consisting of stages of introduction, experimentation, and reflection. Its purpose is to enhance meaningful learning, scientific reasoning, and engagement in the subject of physics.

**Keywords:** PhET, Physics, interactive simulations, conceptual understanding, motivation.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en el Bachillerato General Unificado continúa siendo un desafío para docentes y estudiantes, debido a la complejidad de los conceptos abstractos y a la necesidad de vincular las fórmulas matemáticas con fenómenos de la vida cotidiana. Esta situación ha provocado bajos niveles de motivación y aprendizaje significativo, generando una brecha entre lo que establece el currículo nacional y los resultados alcanzados en el aula.

En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en un recurso clave para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Entre ellas, las simulaciones interactivas de PhET Interactive Simulations, desarrolladas por la Universidad de Colorado, destacan por su capacidad de representar fenómenos físicos complejos de manera visual, manipulable y dinámica. Este tipo de herramientas facilita la comprensión conceptual, promueve la indagación científica y motiva a los estudiantes a participar activamente en su aprendizaje.

La Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, como muchas instituciones educativas ecuatorianas, ha incorporado de manera incipiente el uso de PhET en las clases de Física. Sin embargo, aún no se cuenta con una sistematización rigurosa sobre su implementación pedagógica ni con evidencia empírica que demuestre su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes. Ante esta realidad, surge la necesidad de investigar la incidencia del uso del software PhET en el aprendizaje de la Física en estudiantes de segundo de Bachillerato.

La presente investigación tiene como propósito analizar la influencia del uso de PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, identificando las estrategias docentes aplicadas, la percepción de estudiantes y profesores, así como los logros alcanzados en la comprensión conceptual. Para ello, se adopta un enfoque mixto que combina el análisis cuantitativo de encuestas y cualitativo de entrevistas, lo que permitirá obtener una visión integral del fenómeno educativo.

El estudio se justifica desde tres perspectivas. En el plano académico, aporta evidencia empírica sobre la eficacia de los recursos digitales en la enseñanza de la Física, contribuyendo al debate teórico y metodológico en torno a la innovación didáctica. En el

plano institucional, ofrece insumos para mejorar las prácticas docentes y la planificación curricular en la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha. Finalmente, en el plano social, contribuye al desarrollo de competencias científicas y tecnológicas en los estudiantes, indispensables para afrontar los desafíos de un mundo que se digitaliza y diversifica cada vez más.

El Capítulo I expone el marco problemático que respalda la indagación. En este lugar se explican los problemas a los que se enfrentan tanto los maestros como los alumnos al enseñar Física, se establecen las metas generales y particulares, y se argumenta por qué la implementación de simulaciones interactivas en el aula es apropiada e indispensable.

El Capítulo II aborda el marco teórico, donde se recopilan las principales referencias pedagógicas, conceptuales y científicas que respaldan la investigación. Se examinan teorías sobre el aprendizaje, tales como la de Piaget (constructivismo) y la de Ausubel (aprendizaje significativo), además de las contribuciones de estudios recientes acerca del empleo de TIC y simulaciones PhET en la enseñanza de la Física. El presente capítulo ofrece las bases teóricas que se requieren para entender la importancia y el alcance de la investigación propuesta.

El Capítulo III describe la metodología de la investigación, especificando el enfoque, la población, el tipo de estudio, los métodos para recopilar información y la muestra. Después, el Capítulo IV muestra los resultados que se lograron después de implementar las simulaciones PhET, incluyendo el análisis y la interpretación de estos datos. Por último, el capítulo V presenta las conclusiones y sugerencias que se han obtenido del estudio, con el objetivo de proporcionar pautas prácticas que ayuden a optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física; esto es aplicable tanto en la institución analizada como en otros entornos educativos similares.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Formulación del problema

La enseñanza de la Física en el nivel de Bachillerato General Unificado, sigue presentando desafíos constantes. Los conceptos fundamentales como la cinemática, la dinámica, la energía y el electromagnetismo demandan una elevada capacidad de abstracción conceptual, pensamiento lógico y habilidad para representar mentalmente fenómenos invisibles (Lozada & Sánchez, 2021). En varios casos, los estudiantes manifiestan dificultades para relacionar las fórmulas físicas con situaciones reales, lo que limita la comprensión profunda y reduce su motivación hacia la asignatura.

Se ha determinado que uno de los obstáculos más importantes para lograr un aprendizaje significativo es el uso excesivo de metodologías centradas en la exposición pasiva del docente, que se fundamentan en la memorización y solución mecánica de ejercicios (Freeman et al., 2014). Esta tendencia metodológica genera resultados bajos en pruebas de comprensión conceptual tanto a nivel ecuatoriano como internacional, y promueve que los estudiantes con potencial abandonen las ciencias, lo cual demuestra una falta de conexión entre los modelos académicos tradicionales y las exigencias del siglo XXI.

Durante su labor educativa en la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, el investigador ha podido identificar que los niveles de rendimiento en Física de los estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado no alcanzan los estándares esperados. Aunque algunos docentes han incorporado recursos digitales como el simulador PhET en sus clases, aún no se ha realizado una sistematización rigurosa sobre su aplicación pedagógica ni se ha evidenciado de manera concreta su impacto en la comprensión conceptual de los estudiantes.

Esta situación plantea la necesidad de investigar cómo se utiliza esta herramienta, con qué estrategias docentes, y qué impacto tiene en el aprendizaje de los estudiantes.

Con el fin de profundizar en el análisis del fenómeno investigado y dar respuesta al problema planteado, se proponen las siguientes preguntas de investigación.

1. ¿De qué manera influye el uso del software educativo PhET en la comprensión conceptual de los estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado en la asignatura de Física?

2. ¿Qué estrategias pedagógicas implementan los docentes de Física al integrar el simulador PhET en sus clases, y con qué frecuencia y propósito lo utilizan?
3. ¿Cuál es la percepción de los estudiantes y docentes sobre la efectividad del software PhET en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar la incidencia del uso del software educativo PhET en el proceso de enseñanza de la Física, mediante la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos sobre las estrategias docentes y el rendimiento estudiantil, con el fin de valorar su aporte en la comprensión conceptual de los estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, durante el año lectivo 2024–2025.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Diagnosticar el uso de PhET en clases de Física, mediante encuestas y entrevistas, para identificar su presencia y posibles mejoras pedagógicas.

Caracterizar las estrategias docentes con PhET, a través del análisis de entrevistas, para conocer su tipo, frecuencia y finalidad.

Analizar la efectividad de las estrategias basadas en PhET, triangulando datos cualitativos y cuantitativos, para valorar su impacto en el aprendizaje significativo.

## **1.3 Justificación de la investigación**

La enseñanza de la Física en el nivel de Bachillerato sigue enfrentando importantes retos por el carácter abstracto de sus contenidos y la predominancia de métodos tradicionales que se fundamentan en la memorización y en la solución mecánica de ejercicios. Según varios estudios, este enfoque restringe la comprensión significativa de los alumnos y genera desmotivación hacia el área científica (Freeman et al., 2014). En este contexto, resulta vital encontrar métodos novedosos que conecten las teorías con experiencias prácticas, fomentando de esta manera el aprendizaje activo.

Una opción para superar estas limitaciones es la utilización de simulaciones interactivas, como el software PhET, creado por la Universidad de Colorado. Estudios anteriores han evidenciado que PhET favorece la visualización de fenómenos abstractos, mejora el aprendizaje a nivel conceptual e impulsa la participación de los estudiantes (Perkins et al., 2006; Wieman, Adams & Perkins, 2008). Según el enfoque constructivista actual, el aprendizaje es más significativo cuando los alumnos intervienen de manera activa en la creación del conocimiento a través de reflexiones conscientes y experiencias prácticas (Moallem, 2001). En esta perspectiva, el alumno es visto como un agente activo que produce conocimientos útiles y transferibles, no simplemente como un receptor pasivo de información. PhET brinda un ambiente dinámico y seguro donde los estudiantes tienen la posibilidad de experimentar de manera independiente.

El estudio se vuelve relevante a nivel institucional al ayudar a mejorar la práctica pedagógica y el diseño curricular en la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha. La incorporación de instrumentos tecnológicos, de acuerdo con Álvarez et al. (2023), debe ir acompañada de tácticas didácticas que reflexionen sobre las particularidades del contenido y las demandas del alumnado. Analizar la manera en que los maestros emplean PhET en sus lecciones posibilitará el reconocimiento de buenas prácticas y la elaboración de propuestas de capacitación permanente para potenciar las habilidades digitales del profesorado, acordes con las metas de la Agenda Educativa Digital 2023-2027 promovida por el Ministerio de Educación ecuatoriano (Ministerio de Educación, 2023).

La investigación, además, proporciona evidencia empírica acerca de la efectividad del aprendizaje mediado por tecnología, en particular en campos científicos. Zambrano y León (2021) llevaron a cabo un metaanálisis que reveló que el empleo de simulaciones PhET incrementa considerablemente la comprensión de conceptos relacionados con ondas, electricidad, dinámica y cinemática. Mayer (2020), desde el punto de vista del aprendizaje multimodal, afirma que los recursos que combinan elementos auditivos, visuales y kinestésicos disminuyen la carga cognitiva y mejoran la capacidad de retener lo aprendido. Así, PhET no solamente añade a la educación tradicional, sino que convierte la actividad educativa en una experiencia interactiva, inclusiva y más acorde con las exigencias del siglo XXI.

De igual manera, esta investigación se fundamenta en marcos legales y sociales. La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI, 2021) fomenta la implementación de recursos tecnológicos como instrumentos pedagógicos, mientras que la Constitución ecuatoriana (2008) garantiza el derecho a una educación de calidad enfocada en cultivar el pensamiento crítico. La Agenda 2030 de la UNESCO (2015), a escala global, promueve el uso de tecnologías en la educación como una estrategia para asegurar una educación equitativa e inclusiva. En esta línea, analizar el impacto de PhET en el aprendizaje de la Física ayuda no solo a mejorar la calidad educativa, sino también a satisfacer los compromisos globales de innovación y equidad en términos de acceso al conocimiento.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 Antecedentes de la investigación

Desde tiempos históricos, aprender Física en la educación secundaria ha sido un desafío para los alumnos y los docentes. Esta materia, debido a su estrecha relación con el lenguaje matemático y la utilización de modelos abstractos, exige que el alumno tenga habilidades cognitivas avanzadas, como la capacidad de abstraer, razonar lógicamente y aplicar conceptos teóricos en situaciones específicas (Martínez & Rodríguez, 2021). En contextos tradicionales, la enseñanza de la Física ha seguido métodos expositivos, en los que el docente es el transmisor del saber y el alumno tiene una función pasiva como receptor de definiciones y fórmulas.

En América Latina, estas prácticas han resultado en un rendimiento deficiente en los exámenes estandarizados y en la escasa motivación de los alumnos hacia las carreras relacionadas con la tecnología y la ciencia. Según varios estudios (Chávez & Torres, 2022), además de las metodologías utilizadas, hay una falta de recursos apropiados y laboratorios físicos deficientemente dotados, así como un escaso vínculo entre los contenidos escolares y los fenómenos del entorno diario del alumno. Esta circunstancia ha estimulado la creación y puesta en práctica de nuevas tácticas de enseñanza enfocadas a que la Física sea una materia más accesible, estimulante y significativa.

La inclusión de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) ha generado nuevas oportunidades para modificar la enseñanza científica, gracias a los progresos en el campo de la tecnología educativa. La simulación de fenómenos físicos, específicamente a través de software interactivo, ha hecho posible que se sobrepasen ciertas restricciones que vienen con el enfoque tradicional, como la dificultad para observar procesos invisibles o experimentar con situaciones que en la vida real resultarían peligrosas o costosas (Wieman, Adams & Perkins, 2020).

La pandemia de COVID-19, que forzó a los sistemas educativos a pasar rápidamente a la educación virtual o híbrida, ha acelerado la tendencia mundial hacia la digitalización educativa. Este contexto hizo evidente las brechas y el potencial del empleo de tecnologías en el salón de clases. En el área de la Física, los simuladores, como PhET Interactive Simulations, se volvieron fundamentales para seguir con los procedimientos de enseñanza-aprendizaje a distancia y fomentar la indagación activa e independiente por parte del alumnado (Salas & Torres, 2021).

El modelado interactivo proporciona la posibilidad de experimentar, generar hipótesis, alterar variables y examinar sus impactos en tiempo real. Estas características convierten a PhET en una herramienta educativa mucho más eficaz que los recursos convencionales, tales como el texto, la pizarra o el video explicativo pasivo.

Desde su fundación en la Universidad de Colorado, el proyecto PhET ha sido analizado numerosas veces, y estos análisis han evidenciado que es eficaz en varios niveles educativos. Zambrano y León (2021) llevaron a cabo un metaanálisis en el que examinaron más de 30 estudios que utilizaron simulaciones interactivas de PhET para enseñar Física. Los hallazgos mostraron avances importantes en la comprensión de conceptos relacionados con temas como la dinámica, la cinemática, las leyes de Newton, la electricidad y las ondas.

Entre las ventajas más importantes están: la promoción de un aprendizaje significativo y activo, el incremento de la motivación hacia la materia, el fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, la optimización en la memorización de lo aprendido y la oportunidad de adaptarse a diversos estilos de aprendizaje (auditivo, visual, kinestésico).

El empleo de simuladores como PhET está respaldado por varias teorías educativas, incluyendo la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y el constructivismo de Piaget. Desde este punto de vista, el conocimiento no se pasa de forma pasiva; en cambio, se genera a través de la interacción del sujeto con su ambiente, por medio de procesos de acomodación y asimilación. Según Briones y Salazar (2020), las simulaciones interactivas posibilitan exactamente ese tipo de interacción activa, donde el alumno puede manejar variables, anticipar resultados y comprobar sus hipótesis.

Según la teoría de Kolb acerca del aprendizaje experiencial, aprender significa atravesar un ciclo que comprende la experimentación activa, la reflexión observadora, el análisis conceptual y la experiencia concreta. PhET posibilita abarcar todas estas etapas, dado que brinda ambientes virtuales en los que el alumno no solo observa, sino que también actúa y experimenta, lo cual fortalece su entendimiento de conceptos.

A partir de la neuroeducación, se ha evidenciado que la colaboración entre pares, el empleo de recursos visuales y la retroalimentación al instante fortalecen la memoria a largo plazo y promueven una conexión emocional más intensa con el aprendizaje. Las simulaciones posibilitan una variedad de representaciones del mismo fenómeno (animaciones, gráficos, gráficas), lo cual favorece la codificación multicanal y beneficia a los alumnos con diferentes estilos cognitivos (De la Cruz & Poma, 2021).

La educación de la Física, según el método tradicional, suele estar dominada por el cálculo mecánico y la repetición de fórmulas. Esto restringe el desarrollo del pensamiento científico. Esta metodología está relacionada con una motivación baja, un escaso recordatorio del conocimiento y una desconexión significativa entre la teoría y la práctica (Benavides & Correa, 2020). En respuesta a esto, la utilización de simuladores como PhET implica una ruptura tanto pedagógica como epistemológica.

Según muchos estudios, las sesiones que utilizan PhET dan lugar a un mayor involucramiento de los alumnos, producen preguntas más profundas y posibilitan la visualización de conceptos abstractos como el campo eléctrico, la interferencia de ondas o la conservación de energía, lo cual es complicado en laboratorios escolares ordinarios (Ortega et al., 2022).

Según investigaciones recientes llevadas a cabo en entornos rurales y urbanos de Perú, Ecuador, México y Colombia, en Latinoamérica se ha demostrado que el empleo de simuladores como PhET posibilita generar espacios de aprendizaje más dinámicos e inclusivos, en los cuales los alumnos contribuyen de forma más activa a la elaboración del conocimiento (López & Jiménez, 2023).

Una investigación realizada en instituciones rurales del Azuay, Ecuador, halló que los alumnos mejoraron de manera notable en términos de formulación de hipótesis, aplicación de principios e interpretación gráfica después de que se aplicara una unidad didáctica acerca de circuitos eléctricos mediante PhET (Mora & Segovia, 2023). Estos hallazgos avalan el concepto de que las herramientas digitales, si se incorporan pedagógicamente, tienen la capacidad de reducir las diferencias en el aprendizaje en diferentes contextos.

El currículo del Bachillerato General Unificado (BGU), según lo estipula el Ministerio de Educación de Ecuador, incluye la obligación de fomentar en los alumnos habilidades tecnológicas, lógicas y científicas. No obstante, varios informes han mostrado una disparidad entre el currículo prescrito y el que se ha puesto en práctica, sobre todo en las materias de Física y Ciencias Naturales (INEVAL, 2022).

El análisis de fenómenos, la interpretación de gráficos y el uso de fórmulas físicas son áreas en las que los alumnos de bachillerato tienen problemas, según lo han indicado los resultados del Test Transformar y las evaluaciones internas en centros educativos. Jaramillo y Castro (2021) afirman que estas carencias pueden deberse a una educación centrada en la memorización, con un uso mínimo de los recursos digitales y una contextualización limitada del saber científico.

El Ministerio de Educación ha promovido la Agenda Educativa Digital 2023-2027 desde el año 2022 para abordar esta problemática. Esta agenda fomenta la incorporación de instrumentos TIC, incluyendo laboratorios virtuales, simuladores, herramientas interactivas y plataformas educativas. Sin embargo, su implementación exitosa está condicionada a factores institucionales, tales como la conectividad, el acceso a dispositivos y, especialmente, la formación de los docentes en cuanto al uso pedagógico de estas herramientas (Ministerio de Educación del Ecuador, 2023).

En el Ecuador en particular, se han iniciado estudios aplicados que investigan el efecto del software PhET en la enseñanza y aprendizaje de la física. Un estudio de Vega y Arias (2021), llevado a cabo en entidades fiscales de Quito, investigó la comprensión de la cinemática en alumnos del primer año de BGU antes y después de emplear simulaciones. Los resultados mostraron que los alumnos fueron capaces de graficar el movimiento, analizar trayectorias y resolver problemas relacionados con la aceleración y la velocidad en mayor medida.

En Guayaquil, González y Paredes (2022) llevaron a cabo otro estudio que mostró que la implementación de PhET, junto con guías de indagación estructurada, aumentó la participación activa del alumnado y favoreció una mayor independencia en el proceso de aprendizaje. No obstante, se señalaron carencias, como la falta de capacitación del profesorado en el diseño instruccional con simuladores y una planificación didáctica que incorpore esos recursos en toda la unidad curricular de manera consistente.

Estas vivencias demuestran que, a pesar de que PhET tiene un enorme potencial educativo, su impacto positivo está condicionado por un uso planificado, deliberado y contextualizado. En otras palabras, no es suficiente agregar la herramienta como un recurso adicional; debe incorporarse en secuencias didácticas que fomenten el razonamiento científico y la reflexión metacognitiva.

Aunque PhET fue creado para ser sencillo e intuitivo de usar, su efecto educativo está muy influenciado por la mediación del docente. Un elemento esencial es que los maestros elaboren actividades que no sólo impliquen interactuar con la simulación, sino que también guíen al alumno a formular preguntas, comparar modelos y argumentar sus observaciones (Guerrero & Palma, 2022).

Para conseguir este objetivo, es fundamental la formación de los docentes. El empleo de PhET se ha incorporado en varios programas de formación continua, pero muchas veces estos cursos son breves o no están contextualizados en las circunstancias locales. En el Ecuador, a pesar de que el Ministerio de Educación ha promovido cursos

en línea acerca de recursos digitales, estos programas todavía tienen una cobertura y continuidad escasa (Ministerio de Educación, 2023).

En estas circunstancias, es necesario modificar el paradigma de la práctica docente para que se pueda transitar de una enseñanza transmisiva a otra de carácter investigativo, en la cual el profesor asuma roles como guía, facilitador y diseñador de experiencias significativas para el aprendizaje. La evaluación de la efectividad de estas herramientas en el aprendizaje de los alumnos debería ser parte del desarrollo profesional docente.

Aunque tiene numerosas ventajas, la aplicación de PhET en el sistema educativo de Ecuador enfrenta diversos obstáculos. La brecha digital sigue siendo un reto significativo, ante todo. De acuerdo con el INEC (2023), en Ecuador solamente el 65% de los hogares tiene acceso a Internet; este porcentaje es más bajo en las áreas rurales. Asimismo, numerosas entidades públicas no disponen de redes estables o laboratorios de computación que funcionen adecuadamente.

La resistencia al cambio en los métodos es otro impedimento. Aunque PhET es gratis y se puede acceder a él, para usarlo en el aula los profesores deben apartarse de prácticas tradicionales como la cátedra magistral, lo que puede provocar inseguridad o resistencia. Hay algunos maestros que todavía piensan que los simuladores digitales "desconcentran" al alumno o no sustituyen a los laboratorios reales, cuando en verdad ambas perspectivas pueden ser complementarias (Almeida & Jara, 2022).

Además, la producción local de material didáctico relacionado con el currículo ecuatoriano que emplea PhET es baja. La mayor parte de las guías que hay están en inglés o han sido creadas para otros escenarios. Por lo tanto, es preciso crear materiales pedagógicos que se ajusten a las necesidades de los estudiantes ecuatorianos y que estén en consonancia con el currículo nacional.

La Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha brinda educación secundaria regular y está situada en la zona urbana de Quito. Al igual que numerosas entidades de categoría parecida, dispone de recursos tecnológicos básicos, acceso a la conectividad y un equipo docente que se está actualizando en términos pedagógicos. En el campo de las Ciencias Físicas, ha surgido una inquietud por optimizar los indicadores de aprendizaje y disminuir las diferencias en la comprensión de conceptos esenciales.

Hoy en día, la enseñanza de Física en el segundo año de BGU se enfrenta a restricciones relacionadas con el exceso de carga curricular, la falta de prácticas experimentales y la insuficiencia de tiempo para llevar a cabo actividades más profundas. En este marco, emplear simuladores como PhET es una opción factible para animar las

clases, impulsar la participación de los alumnos y fomentar la asimilación de conceptos por medio de la experimentación virtual.

No obstante, la institución todavía no ha sistematizado ni analizado el efecto que tiene el uso de estos recursos digitales en los resultados del aprendizaje. Por lo tanto, es fundamental crear evidencia empírica que justifique su utilización y ayude a tomar decisiones pedagógicas en el ámbito institucional.

Este estudio tiene como objetivo atender una necesidad concreta del sistema educativo ecuatoriano: contar con evidencias que hagan posible evaluar el impacto de recursos tecnológicos novedosos en el aprendizaje de materias difíciles, como la Física. El propósito de la investigación que se propone, que se enfoca en el impacto del software PhET, es no solo establecer si hay una mejora importante en el aprendizaje, sino también discernir aspectos pedagógicos y contextuales que puedan aumentar o disminuir su eficacia.

Así, el trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación que estudia cómo la innovación educativa y las tecnologías emergentes pueden ser utilizadas para optimizar los aprendizajes. Además, se ajusta a las bases de la política pública educativa de Ecuador, que destaca el valor de preparar alumnos críticos, científicos y capaces para afrontar los retos del siglo veintiuno.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Enseñanza y aprendizaje de la Física**

La Física es una asignatura esencial en el plan de estudios del Bachillerato porque brinda a los alumnos herramientas cognitivas para entender fenómenos naturales, crear explicaciones científicas y utilizar principios básicos para resolver problemas. Esta rama del saber fomenta, desde una perspectiva formativa, el pensamiento crítico, la lógica, el razonamiento abstracto y la capacidad de observación, habilidades fundamentales para la formación completa de los jóvenes (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).

Por otro lado, varias investigaciones han señalado numerosos problemas que impiden un aprendizaje efectivo de la física a nivel medio. La utilización exagerada de métodos tradicionales orientados a la memorización, la desconexión entre lo teórico y lo práctico, además de la naturaleza abstracta de los contenidos que demanda una gran habilidad para representar mentalmente son algunos de los factores más frecuentes (García et al., 2020; Wieman & Perkins, 2005). Asimismo, la comprensión significativa

de los fenómenos físicos se ve perjudicada por el acceso limitado a laboratorios o materiales experimentales, lo que reduce la capacidad de poner en práctica los conceptos en situaciones reales.

En este contexto, surge la necesidad de incluir métodos activos y herramientas visuales que promuevan un aprendizaje basado en la experiencia y la participación. Los métodos de aprendizaje colaborativo, la indagación de información y las simulaciones interactivas hacen posible que el alumno genere su propio conocimiento a través de la reflexión sobre los fenómenos físicos, la manipulación y la exploración (Martínez & García, 2021). Estas metodologías se corresponden con la perspectiva constructivista, que sostiene que el conocimiento no se pasa de un modo pasivo, sino que se construye activamente por medio de la relación entre el sujeto y su entorno (Vygotsky, 1978; Piaget, 1970).

Particularmente, los entornos virtuales y los recursos digitales, como las simulaciones, ofrecen una representación visual activa de fenómenos abstractos. Esto ayuda a entender conceptos y disminuye la carga cognitiva que supone enseñar solo con símbolos o álgebra (Smetana & Bell, 2012). Por lo tanto, la utilización de técnicas tecnológicas y visuales se vuelve una opción pedagógica eficiente para optimizar los resultados de aprendizaje en Física, particularmente en alumnos de Bachillerato, que necesitan experiencias educativas más estandarizadas, estimulantes y relevantes.

Asimismo, los estudios más recientes resaltan lo relevante que es combinar la alfabetización científica con la solución de problemas contextualizados, particularmente en el campo de la Física. Según Pérez y Suárez (2022), esta perspectiva no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también ayuda a los alumnos a vincular fenómenos físicos con su vida diaria, lo cual favorece el aprendizaje significativo. Dado que el currículo ecuatoriano prioriza la formación de competencias para la vida, es fundamental que la instrucción de la Física fomente destrezas que se puedan aplicar en situaciones reales, como razonar lógicamente, argumentar con base en evidencias y tomar decisiones informadas (Ministerio de Educación, 2016).

Asimismo, investigaciones recientes en contextos de Latinoamérica demuestran que el empleo de tecnologías educativas, tales como plataformas interactivas y simuladores virtuales, no solo mejora el desempeño académico, sino que además aumenta la autoconfianza y la motivación del alumnado ante materias vistas como difíciles -por ejemplo, Física (Rivadeneira & Pacheco, 2023)-. La interactividad de estos recursos facilita la representación de fenómenos que, si se replicaran en el salón de clases, serían

muy complejos y/o riesgosos. Esto fomenta un ambiente seguro para la experimentación virtual y fortalece el aprendizaje independiente a través de la retroalimentación instantánea.

Por otra parte, la capacitación de los docentes es fundamental para poner en práctica con éxito estrategias innovadoras para enseñar Física. Para conseguir una transformación auténtica en las aulas, es esencial la actualización continua de metodologías activas y herramientas digitales en términos pedagógicos. El peligro de que se empleen las tecnologías como meros reemplazos del pizarrón digital o como elementos que distraen persiste latente en ausencia de un acompañamiento apropiado (Ortega & Barrera, 2021). Por esta razón, es necesario contar con políticas educativas que no solo proporcionen infraestructura tecnológica a las instituciones, sino que también garanticen procesos sostenibles de desarrollo profesional docente en la utilización pedagógica de recursos como las simulaciones interactivas.

### **2.2.2 TIC en la educación**

Las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) son un elemento clave en la transformación de los procedimientos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito educativo actual, porque posibilitan nuevas maneras de interactuar, construir conocimiento y acceder a información. Las TIC, además de promover un aprendizaje autónomo, colaborativo y flexible, cuando se incorporan correctamente con fines pedagógicos, refuerzan el aprendizaje significativo al vincular nuevos saberes con las vivencias anteriores del alumno mediante ambientes visuales, interactivos e inspiradores (Salinas-Ibáñez et al., 2022).

Específicamente, la utilización de instrumentos digitales como aplicaciones para simulación, plataformas interactivas, laboratorios virtuales y aplicaciones educativas posibilita que los conceptos abstractos sean representados de forma dinámica y visual. Esto promueve la comprensión profunda y la retención del conocimiento. Estas herramientas fomentan que el alumnado participe activamente, impulsen la solución de problemas y fortalezcan el interés interno por aprender (Ortega-Sánchez & Gómez-Trigueros, 2020).

En Ecuador, el currículo nacional de Educación General Media y Bachillerato define pautas claras acerca de cómo incorporar las TIC como instrumentos para innovar en la educación. El currículo de bachillerato general unificado fomenta el empleo de recursos digitales para respaldar la evolución de habilidades científicas, investigativas y

tecnológicas, poniendo énfasis en métodos activos y contextualizados (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021). Además, se fomenta el diseño de ambientes de aprendizaje mediados por tecnología que respondan a la diversidad de estilos y ritmos de los estudiantes.

No obstante, es esencial que alumnos y profesores tengan competencias digitales apropiadas para que la integración de las TIC sea eficaz. Estas competencias abarcan la habilidad para elegir, usar y ajustar herramientas tecnológicas con propósitos pedagógicos, así como la capacidad de comunicarse, colaborar y desarrollar contenido digital de manera ética y crítica (INTEF, 2022). En el campo de la educación, no se necesita únicamente una preparación técnica, sino también que las prácticas pedagógicas tradicionales se transformen hacia modelos más centrados en el estudiante, interactivas y flexibles (Domínguez & Arévalo, 2023).

Por este motivo, la apropiación pedagógica de las TIC es un factor esencial para elevar la calidad de la educación y afrontar los retos del siglo XXI, en particular en campos como el de la Física. En esta disciplina, se puede superar la abstracción de los contenidos a través de instrumentos digitales que permiten una mejor visualización, experimentación y entendimiento conceptual.

A pesar de que se reconoce el valor pedagógico de las TIC, su implementación en el sistema educativo del Ecuador afronta una serie de retos estructurales y formativos. Una de las más importantes dificultades es la disparidad digital entre entidades rurales y urbanas, en la que el acceso a dispositivos, conectividad e infraestructura tecnológica es inequitativo. Esto restringe las posibilidades de que muchos alumnos tengan oportunidades para aprender a través de TIC (Sánchez & Cevallos, 2021). La pandemia de COVID-19 puso de manifiesto esta circunstancia de manera crítica, cuando la educación virtual destacó la necesidad de políticas permanentes para incluir digitalmente y reforzar el ecosistema educativo con tecnología adecuada y contextualizada.

En la enseñanza de la Física, el empleo de TIC ha probado ser especialmente eficaz en ayudar a entender conceptos abstractos y fenómenos complejos por medio de entornos visuales, animaciones tridimensionales y simulaciones interactivas. Según investigaciones recientes (González & Rodríguez, 2022), instrumentos como los simuladores y los laboratorios virtuales posibilitan la duplicación segura y económica de condiciones experimentales reales, lo que permite al estudiante examinar variables, plantear hipótesis y observar resultados en tiempo real. Esta modalidad resulta

especialmente útil en contextos con limitaciones en laboratorios físicos, como ocurre en muchas instituciones educativas ecuatorianas.

Asimismo, la incorporación de las TIC en la enseñanza de la Física requiere una redefinición del papel del profesor, que pasa de ser un transmisor de información a convertirse en un facilitador del aprendizaje. Esto no solo supone tener un dominio técnico de las herramientas digitales, sino también comprender a fondo su valor educativo para crear experiencias de aprendizaje centradas en el alumno y que se fundamenten en la investigación y en la solución de problemas (Álvarez & Gamboa, 2022). Por lo tanto, la transformación educativa a través de las TIC no solo se basa en contar con recursos tecnológicos, sino también en tener la habilidad pedagógica para emplearlos con un sentido y una meta formativa. Esto es especialmente importante en campos como el de la ciencia, donde el pensamiento crítico, la curiosidad y la exploración deben ser los pilares fundamentales del proceso educativo.

### **2.2.3 Simulaciones interactivas**

Las simulaciones interactivas son un método pedagógico novedoso que posibilita la representación de fenómenos físicos de manera dinámica y manipulable, lo que favorece el aprendizaje activo, visual y en contexto. La base pedagógica de su sistema se apoya en las teorías del constructivismo de Vygotsky (1978) y Piaget (1970), además del aprendizaje significativo propuesto por Ausubel. Esto permite que el alumno genere conocimientos al interactuar con entornos virtuales, los cuales fomentan la exploración, el descubrimiento y la reflexión (Morales & Rivera, 2023).

Desde este punto de vista, las simulaciones brindan al alumno un entorno controlado y seguro en el que puede experimentar, alterar variables y ver los resultados inmediatos de sus acciones, lo que potencia la comprensión conceptual. Esto implica un enfoque más centrado en el estudiante, donde los errores son oportunidades para aprender y se fomenta la autorregulación y el pensamiento crítico (Arias & Romero, 2021).

Las simulaciones tienen beneficios importantes en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza, que se fundamentan en la transmisión de contenidos teóricos. Primero, posibilitan la visualización de fenómenos abstractos, lo que hace más sencilla la interpretación de conceptos complejos a través de modelos interactivos, gráficos y animaciones. En segundo lugar, disminuyen la dependencia de laboratorios físicos, lo cual es particularmente importante en situaciones en las que hay escasez de recursos.

Finalmente, promueven una participación más activa y una mayor independencia del alumno durante el proceso de aprendizaje (Soto & Cabrera, 2020).

Numerosos estudios recientes han demostrado que las simulaciones interactivas tienen un efecto positivo en la comprensión conceptual y la motivación dentro del campo de la Física. La inclusión de recursos digitales interactivos aumenta el interés del alumno por la asignatura, mejora su actitud hacia el aprendizaje científico y hace que entienda mejor los principios que regulan la conducta de los sistemas físicos (Gómez-Camacho et al., 2022). Estas herramientas, además, fomentan procesos de aprendizaje que son más duraderos y significativos, ya que promueven la conexión entre el conocimiento teórico y su implementación práctica en un ambiente virtual (Vega et al., 2021).

Así pues, las simulaciones interactivas se establecen como un método pedagógico apropiado y efectivo para la enseñanza de la Física, porque posibilitan el traspaso de los obstáculos convencionales del salón de clases, fomentan un aprendizaje más participativo y estimulan el crecimiento de habilidades tecnológicas y científicas en los alumnos que cursan el Bachillerato. Las simulaciones interactivas, al integrar componentes auditivos, visuales y cinestésicos que permiten la codificación y recuperación de información en la memoria a largo plazo (Mayer, 2020), también se ajustan a los principios del aprendizaje multimodal.

La teoría del aprendizaje multimedia sostiene que, si el conocimiento se presenta de manera consistente mediante varios canales sensoriales, la comprensión aumenta y la carga cognitiva del alumno disminuye. Si hablamos de la Física, en la que numerosos conceptos conllevan procesos invisibles, como los campos eléctricos o las trayectorias parabólicas, se pueden llevar a cabo simulaciones que posibilitan representaciones animadas y ayudan a crear mentalmente modelos físicos apropiados (Lozano & Ramos, 2022).

Una de las plataformas de más uso en todo el mundo es PhET Interactive Simulations, creada por la Universidad de Colorado Boulder. Esta herramienta brinda simulaciones interactivas sin costo en diferentes campos de la ciencia, especialmente en física, que han sido creadas con criterios pedagógicos estrictos y respaldadas por estudios empíricos (Perkins et al., 2006). En el Ecuador, la aplicación de PhET ha tenido un impacto positivo, sobre todo en las instituciones que no cuentan con suficientes recursos para los laboratorios. Cárdenas & Rivas (2022) afirman que su facilidad de uso, interfaz intuitiva y disponibilidad en español la hacen accesible para los profesores y alumnos del

Bachillerato General Unificado, fomentando una enseñanza enfocada en la modelación científica y la experimentación virtual.

Igualmente, estudios en América Latina indican que la utilización de simulaciones como PhET no solamente aumenta la comprensión conceptual, sino que también optimiza habilidades como la formulación de hipótesis, el análisis de datos y el razonamiento científico (Rodríguez & Ramírez, 2023). En investigaciones de caso llevadas a cabo en aulas del Ecuador, se ha notado que los alumnos expuestos a simulaciones interactivas tienen una postura más positiva frente a la Física, ven los contenidos con mayor claridad y presentan mejoras relevantes en sus resultados de aprendizaje. Estos resultados apoyan la inclusión sistemática de las simulaciones interactivas en el marco de un enfoque pedagógico novedoso, inclusivo y que se ajusta a lo que la educación científica del siglo XXI exige.

#### **2.2.4 Software PhET**

PhET es un programa informático que consiste en un conjunto de simulaciones interactivas creadas por la Universidad de Colorado con el fin de ayudar a la enseñanza de las ciencias, especialmente la física. La visualización, la manipulación de variables y la realización de experimentos interactivos son métodos que se usan para promover el entendimiento conceptual en este recurso digital. Este recurso está basado en teorías del aprendizaje activo y estudios pedagógicos (Perkins et al., 2020).

Entre las propiedades más notables, sobresalen que sea accesible de forma gratuita, que tenga compatibilidad con una variedad de dispositivos, que esté disponible en varios idiomas y que su interfaz sea intuitiva. Las simulaciones están basadas en principios de diseño centrado en el estudiante, que incluyen ilustraciones visuales simplificadas, la opción de cambiar parámetros en tiempo real y retroalimentación instantánea (Moore et al., 2021). También, PhET proporciona propuestas para incorporar su utilización en ambientes presenciales y virtuales, así como actividades adicionales y manuales de enseñanza.

PhET se ha vuelto una herramienta educativa de gran efecto en el campo de la física. Facilita la indagación de asuntos complejos como la energía, la electricidad, el movimiento, las leyes de Newton y la óptica a través de experiencias simuladas que reproducen el comportamiento físico de sistemas auténticos. Estas simulaciones posibilitan la representación de fenómenos cuya reproducción en el salón de clases

tradicional es complicada, ya sea por restricciones de recursos o porque son abstractos (Lozano & Díaz, 2022).

Se ha documentado de manera exhaustiva lo ventajoso que resulta utilizar PhET en el aprendizaje de la Física. Primero, fomenta una visualización precisa de ideas complejas, disminuyendo así la carga cognitiva y favoreciendo vínculos relevantes entre la teoría y la práctica. En segundo lugar, fomenta la interactividad al permitir que el estudiante proponga hipótesis, cambie variables y analice los resultados, lo cual favorece el razonamiento crítico y científico. Por último, brinda un ambiente de experimentación sin riesgos materiales o físicos, lo que es particularmente beneficioso para situaciones educativas con recursos escasos (Álvarez et al., 2021).

Sin embargo, la aplicación de esto también tiene limitaciones. El acceso desigual a dispositivos tecnológicos y a una conexión estable a internet, sobre todo en las áreas rurales o con menos recursos económicos, es uno de los principales obstáculos. Si no se desarrollan estrategias de inclusión tecnológica, estas brechas digitales tienen el potencial de restringir un uso justo de las simulaciones y limitar su impacto en la educación (Espinoza & León, 2020).

Por lo tanto, la aplicación del software PhET debe estar enmarcada dentro de una planificación pedagógica que tome en cuenta su potencial transformador y las condiciones contextuales del ambiente educativo para asegurar que su implementación ayude verdaderamente a fomentar aprendizajes significativos en Física.

El uso de PhET en las metodologías de enseñanza de la Física también ha sido valorado por su habilidad para adecuarse a los contenidos curriculares del bachillerato y la educación media. Según han demostrado diversos estudios, las simulaciones existentes en la plataforma abarcan un extenso espectro de asuntos del currículo ecuatoriano, que van desde la cinemática y la dinámica hasta el electromagnetismo y la termodinámica, lo cual simplifica su articulación con los proyectos de aula y las planificaciones microcurriculares (Cruz & Almeida, 2023). Esta capacidad de adaptación posibilita que los profesores incorporen PhET no solamente como un instrumento de refuerzo, sino también como un recurso primordial en prácticas de laboratorio simuladas o en actividades experimentales virtuales; esto es particularmente provechoso en instituciones con escasos recursos.

Con respecto a la percepción de los estudiantes y al rendimiento académico, investigaciones recientes en contextos latinoamericanos han revelado que el uso de simulaciones PhET contribuye considerablemente a la motivación del alumno hacia la

Física, a la retención del conocimiento y a la comprensión conceptual (Castañeda & Morillo, 2021). En Ecuador, se ha observado una participación y dedicación más altas de los alumnos en actividades prácticas respaldadas por simulaciones en colegios públicos y privados, lo que ha tenido un impacto favorable en los resultados de las evaluaciones formativas y sumativas. Además, los maestros han informado que la calidad del aprendizaje ha aumentado y que están más dispuestos a usar recursos TIC en sus clases, siempre y cuando tengan la formación requerida (Reinoso & Vera, 2022).

Además, el software PhET tiene la posibilidad de extenderse a modalidades educativas híbridas o en línea, donde su habilidad para brindar experiencias de aprendizaje interactivas fuera del aula física cobra especial importancia. Muchos profesores utilizaron PhET como un recurso fundamental para la enseñanza remota de la Física durante la pandemia del COVID-19, lo que les permitió conservar la continuidad pedagógica y promover ambientes de aprendizaje activos desde sus casas (Maldonado et al., 2021). Estas vivencias han evidenciado que, si se orientan y diseñan adecuadamente las actividades, es posible utilizar las simulaciones de manera exitosa en contextos sincrónicos y asincrónicos, reforzando así las habilidades metacognitivas, digitales y científicas de los alumnos.

### **2.2.5 Aprendizaje mediado por tecnología**

El aprendizaje mediado por tecnología hace referencia al proceso educativo en el que se incorporan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como instrumentos para potenciar la elaboración del conocimiento, fomentar la participación activa y permitir una interacción con significado entre los educandos, los contenidos y el profesor. La construcción activa del conocimiento, la relación con saberes anteriores y la interacción entre individuos se presentan como los principales motores del desarrollo cognitivo (Rodríguez & Morales, 2023). Para este enfoque, estas interacciones son fundamentales y tienen su base en las teorías de Vygotsky y Piaget sobre el constructivismo y de Ausubel sobre el aprendizaje significativo.

La teoría del aprendizaje significativo sostiene que los alumnos adquieren conocimientos de forma más profunda al conseguir vincular el nuevo contenido con sus estructuras cognitivas anteriores. Las tecnologías, en particular las que son visuales e interactivas, hacen posible que se representen ideas abstractas de forma entendible, lo que facilita esta conexión. Siguiendo esta línea, los laboratorios virtuales, las simulaciones y las

animaciones permiten que el aprendizaje sea más duradero, autónomo y contextualizado (González & Ortega, 2021).

El constructivismo, en cambio, afirma que se genera el conocimiento de manera activa a través de la reflexión, la interacción y la experiencia. Los alumnos tienen la oportunidad de explorar, experimentar, manipular variables y obtener retroalimentación al instante en ambientes mediados por la tecnología, lo cual mejora su entendimiento a nivel conceptual. Asimismo, el trabajo en equipo, apoyado por plataformas digitales, fomenta la mejora de las habilidades comunicativas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Mendoza & Torres, 2020).

En este modelo, el alumno desempeña un papel activo, investigador y autorregulado; por su parte, el maestro se comporta como mediador y facilitador del aprendizaje, orientando los procesos, proponiendo retos y estableciendo las condiciones para que la utilización de la tecnología tenga sentido desde el punto de vista pedagógico. Por lo tanto, la tarea de los docentes se convierte en una guía estratégica que tiene como objetivo fomentar la curiosidad, dirigir la investigación y personalizar el proceso educativo (Vargas et al., 2022).

No solo supone la incorporación de instrumentos digitales, el aprendizaje mediado por tecnología conlleva además una reestructuración del acto educativo que tiene como eje al estudiante, apoyada en teorías pedagógicas que valoran la relevancia del contexto, la interacción y el uso significativo de los recursos tecnológicos.

Uno de los beneficios más notables del aprendizaje con la mediación tecnológica es el efecto positivo que tiene sobre la motivación académica de los alumnos. Las investigaciones han evidenciado que las plataformas virtuales, los juegos educativos y las simulaciones, recursos digitales interactivos, aumentan el interés por los contenidos, particularmente en materias que se consideran tradicionalmente difíciles, como la Física (Navarro & Cedeño, 2022). El carácter experimental, visual y lúdico de las herramientas tecnológicas fomenta una actitud optimista hacia el aprendizaje, disminuye la ansiedad académica y aumenta la seguridad en sí mismo del alumno para entender fenómenos físicos y científicos.

El aprendizaje mediado por tecnología, de igual forma, tiene un gran potencial para promover la inclusión en la educación, ya que posibilita una atención más personalizada y adaptable a las diversas necesidades, ritmos y estilos de aprendizaje. La creación de entornos educativos más justos y con mayor apertura a la diversidad es posible gracias a instrumentos digitales como simuladores interactivos, plataformas accesibles,

subtitulados automáticos, lectores de pantalla y ampliadores de texto. Esto es particularmente importante en escenarios como el de Ecuador, donde todavía existen disparidades en la atención a alumnos con discapacidades o que están en situaciones de vulnerabilidad (INEVAL, 2021). Así, un uso apropiado de la tecnología en el salón de clases puede favorecer la igualdad, la democratización del saber y disminuir los obstáculos para adquirir conocimientos.

La puesta en marcha del aprendizaje mediado por tecnología ha adquirido importancia en el ámbito educativo de Ecuador en los años recientes, gracias a las políticas públicas que fomentan la innovación educativa, entre ellas el Plan Nacional de Educación Digital. No obstante, su implementación real todavía enfrenta obstáculos estructurales como la disparidad en el acceso a dispositivos y a la conectividad, la escasa capacitación de los profesores en competencias digitales y la resistencia al cambio de métodos (Montero & Zambrano, 2023). Por esta razón, es crucial que las entidades educativas no solo incluyan herramientas tecnológicas, sino que también fomenten un cambio pedagógico significativo que se ajuste a las demandas del siglo XXI. Este cambio debe utilizar la tecnología como mecanismo para modificar las prácticas y optimizar los sistemas de aprendizaje de manera sostenible.

### **2.2.6 Evaluación del impacto del software PhET**

Para valorar el efecto de instrumentos tecnológicos como el software PhET en la enseñanza de la Física, es necesario emplear indicadores exactos que posibiliten la medición de las transformaciones actitudinales y los logros conceptuales en los alumnos. En este contexto, los indicadores de aprendizaje en Física engloban el entendimiento de ideas fundamentales, la habilidad para utilizar leyes físicas en diversas situaciones, el razonamiento científico y el desarrollo de destrezas prácticas como la formulación de hipótesis, la evaluación de datos y la solución de problemas (Cedeño & Viteri, 2021).

Desde la perspectiva de la investigación educativa, se aconseja el uso de técnicas de evaluación cualitativa y cuantitativa para lograr un entendimiento completo del fenómeno. Por una parte, los métodos cuantitativos posibilitan el análisis del rendimiento académico mediante rúbricas de desempeño, escalas de Likert, comparaciones entre pre test y post test y exámenes estandarizados. Por otra parte, la valoración cualitativa, que se realiza mediante entrevistas, grupos focales, diarios de aprendizaje o registros de observación, brinda datos contextualizados acerca de lo que el alumno ha vivido, sus

opiniones y su comportamiento ante la materia y el uso de la herramienta (García & Menéndez, 2022).

Los estudios más recientes han presentado pruebas contundentes que evidencian el efecto beneficioso que tiene la utilización de simulaciones PhET en el aprendizaje de la física. El estudio realizado por Rodríguez y Carrillo (2023) muestra que los alumnos que usaron PhET lograron una comprensión conceptual más avanzada que aquellos que emplearon métodos tradicionales. De manera similar, un metaanálisis efectuado por Suárez et al. (2021) establece que las simulaciones interactivas aumentan el grado de participación, mejoran la retención del conocimiento y disminuyen las diferencias en el aprendizaje en situaciones con escasa motivación de los estudiantes.

Asimismo, los profesores y alumnos han valorado positivamente la implementación de PhET porque es capaz de representar conceptos abstractos de manera visual, lo cual simplifica su asimilación y aplicación para resolver problemas físicos (Martínez & Ortega, 2020). Estos descubrimientos respaldan el uso de este tipo de instrumentos en propuestas metodológicas que persigan reforzar el aprendizaje significativo y activo en la clase de Física.

## **2.3 Bases Legales**

La presente investigación se basa en un marco legal compuesto por una serie de normativas a nivel nacional e internacional que fomentan el acceso a una educación de alta calidad, inclusiva e innovadora, además del empleo pedagógico de las TIC en el sistema educativo de Ecuador. Estas bases avalan el uso de herramientas digitales, como el software PhET, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en materias como la Física, cuyos contenidos abstractos necesitan estrategias pedagógicas que hagan más fácil su entendimiento.

### **2.3.1 Constitución de la República del Ecuador**

En primer lugar, la Constitución de la República del Ecuador (2008) establece en su artículo 26 que la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y una obligación ineludible del Estado. Además, en el artículo 27 se garantiza una educación centrada en el ser humano, que promueva su pensamiento crítico, su creatividad y su capacidad para resolver problemas. Este marco general se articula con el artículo 344, que dispone la implementación de un sistema nacional de educación basado en los principios de calidad, pertinencia, inclusión y equidad, elementos que son coherentes con el enfoque

de enseñanza mediante simulaciones interactivas como las que ofrece PhET (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

### **2.3.2 Ley Orgánica de Educación Intercultural**

Por su parte, la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), reformada en 2021, refuerza el derecho de los estudiantes a acceder a recursos tecnológicos como parte de una educación integral, científica e inclusiva. En su artículo 4 se establece que la educación debe contribuir al desarrollo de competencias para la vida, la ciencia y la tecnología. Asimismo, el artículo 47 de la LOEI promueve el uso de medios digitales y recursos TIC como herramientas pedagógicas que favorezcan el aprendizaje autónomo, significativo e interactivo (Ministerio de Educación, 2021). La investigación propuesta se alinea con esta normativa al evaluar cómo la integración del software PhET puede mejorar la comprensión de la Física en el nivel de Bachillerato.

### **2.3.3 Currículo Nacional del Ministerio de Educación**

De igual forma, el Currículo Nacional del Bachillerato General Unificado (BGU) del Ministerio de Educación del Ecuador (2016) establece la necesidad de incorporar tecnologías digitales en el aula como una estrategia para enriquecer los aprendizajes y fomentar la alfabetización científica. Específicamente, dentro del área de Ciencias Naturales, se enfatiza en la enseñanza de la Física mediante el desarrollo de habilidades investigativas, el razonamiento lógico y la experimentación. En este sentido, el uso de simulaciones como las de PhET se ajusta a los objetivos curriculares al facilitar el trabajo experimental en contextos donde el acceso a laboratorios físicos puede ser limitado.

### **2.3.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible**

A nivel global, este estudio cuenta con el apoyo de los principios definidos por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, sobre todo en lo que se refiere al Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, cuyo propósito es asegurar una educación inclusiva, justa y de alta calidad, además de fomentar oportunidades educativas a lo largo de toda la vida. Este objetivo fomenta el uso de tecnologías de la información y la comunicación para respaldar los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente en entornos donde hay escasez de recursos (UNESCO, 2015).

### **2.3.5. UNESCO**

Finalmente, el uso de software libre y accesible como PhET se encuentra respaldado por las recomendaciones de la UNESCO sobre los recursos educativos abiertos (OER), los cuales deben ser promovidos por los sistemas educativos nacionales como una forma de democratizar el acceso al conocimiento científico y tecnológico (UNESCO, 2022). El uso de PhET, disponible de manera gratuita en múltiples idiomas, representa una alternativa pedagógica eficaz y accesible para todos los actores del sistema educativo.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Enfoque de la Investigación

Esta investigación se basa en un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), puesto que combina la recolección y el análisis de datos narrativos y numéricos para lograr una comprensión holística de cómo el software educativo PhET afecta la enseñanza y el aprendizaje de la Física. Cuando se intenta fusionar la objetividad de los datos cuantitativos con la riqueza contextual de los datos cualitativos, este enfoque resulta particularmente útil, ya que posibilita una visión más integral del fenómeno educativo (Creswell, 2014).

Utilizando la perspectiva cuantitativa, se llevan a cabo encuestas estructuradas con los alumnos de segundo año de Bachillerato General Unificado para recolectar datos que puedan medirse acerca del empleo del software PhET y su vínculo con la comprensión conceptual de los contenidos físicos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), este método posibilita reconocer patrones, determinar relaciones y hacer generalizaciones basadas en pruebas empíricas.

Simultáneamente, el método cualitativo se basa en entrevistas semiestructuradas dirigidas a profesores de Física, lo que permite examinar detalladamente las estrategias pedagógicas puestas en práctica, entender sus objetivos, frecuencia y tipos, así como evaluar la experiencia del docente al incorporar recursos digitales. Flick (2018) sostiene que el enfoque cualitativo posibilita una comprensión profunda de las experiencias, percepciones y significados de los participantes en sus respectivos contextos educativos, lo que resulta esencial para examinar las prácticas pedagógicas desde el punto de vista de quienes las llevan a cabo.

El propósito general de examinar el impacto del uso del software PhET en la enseñanza de la Física es el fundamento que justifica la aplicación del enfoque mixto en esta investigación. Para ello, se realizarán triangulaciones de datos cualitativos y cuantitativos que posibiliten evaluar su repercusión en el aprendizaje significativo de los alumnos. De igual manera, este enfoque posibilita lograr las metas concretas de diagnosticar la situación actual de la enseñanza, describir las estrategias pedagógicas y examinar su eficacia, lo que ofrece una perspectiva extensa, objetiva y contextual del fenómeno educativo analizado.

### 3.2 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de esta investigación es descriptivo-explicativo. Es descriptiva, ya que se concentra en describir las características de la enseñanza de la Física en segundo año de Bachillerato General Unificado, abarcando el empleo del software PhET y los métodos pedagógicos aplicados por los maestros. Es explicativa porque tiene como objetivo examinar el vínculo entre estas estrategias y el nivel de entendimiento conceptual que logran los alumnos. La investigación explicativa, como la definen Hernández et al. (2021), "busca determinar las causas de los eventos y fenómenos que se investigan" (p. 112).

Un diseño no experimental y transversal es el que se ha empleado. No es experimental porque no se alteran las variables de manera intencionada, sino que se examinan en su entorno natural. Es transversal ya que la recolección de datos se lleva a cabo en un único instante, lo que posibilita tener una perspectiva precisa del fenómeno en su estado actual. Como indican Creswell y Creswell (2018), cuando se intenta "describir relaciones o tendencias entre variables en un periodo específico" (p. 124), este tipo de diseño es beneficioso.

### 3.3 Población y Muestra

La población objeto de estudio está conformada por 560 estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha. Con el propósito de obtener resultados estadísticamente representativos, se procedió al cálculo del tamaño de muestra utilizando la fórmula para poblaciones finitas, considerando los siguientes parámetros:

- **Nivel de confianza (Z):** 95%  $\rightarrow Z = 1.96$
- **Margen de error (e):** 5%  $\rightarrow e = 0.05$
- **Proporción esperada (p):** 0.5 (máxima variabilidad)
- **Complemento de la proporción (q):** 0.5
- **Población total (N):** 560 estudiantes

La fórmula empleada fue:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Sustituyendo los valores:

$$n = \frac{560 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(0.05)^2 \cdot (560 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$
$$n = \frac{560 \cdot 3.8416 \cdot 0.25}{0.0025 \cdot 559 + 0.9604} = \frac{537.824}{2.3579} \approx 228.09$$

El tamaño de la muestra debe expresarse en número entero por lo que se redondeó al siguiente número superior, resultando en una muestra de 229 estudiantes.

### 3.4 Método de Muestreo

Se utilizó el método de muestreo estratificado para disminuir el sesgo y asegurar que la muestra sea representativa. Este método implica dividir la población en subgrupos o estratos homogéneos, que aquí equivalen a diversos cursos o paralelos de segundo año de Bachillerato General Unificado. Luego se escoge una muestra proporcional de cada uno de estos estratos (Kumar, 2019). Así, se garantiza que la muestra esté debidamente representada por todos los segmentos significativos de la población, lo cual mejora la validez y precisión de los resultados (Creswell & Creswell, 2018).

Cuando se sabe que la población no es homogénea y se quiere mostrar esa diversidad en la muestra para lograr conclusiones más confiables y aplicables a un contexto general (Flick, 2018), el muestreo estratificado resulta particularmente útil. Este procedimiento también permite comparar subgrupos y ayuda a analizar más a fondo los datos obtenidos, así como en su contexto.

La muestra es repartida equitativamente entre los 14 paralelos, que tienen cada uno 40 estudiantes, de esta manera:

$$n_i = \frac{40}{560} \cdot 229 \approx 16.36$$

Es decir, a cada paralelo le corresponderían aproximadamente 16 estudiantes seleccionados.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la investigación actual, se utilizó un enfoque mixto, lo que significa que se emplearon métodos para recopilar datos tanto cualitativos como cuantitativos. Se empleó la encuesta como método principal desde la perspectiva cuantitativa, porque permite obtener datos estructurados y medibles en gran volumen. El propósito de utilizar este instrumento fue determinar patrones vinculados a la frecuencia de utilización del software PhET, a su aplicabilidad en las clases y a cómo los estudiantes percibían su impacto en la comprensión conceptual; se empleó para ello con alumnos de segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU). La encuesta comprendía preguntas cerradas con escalas de tipo Likert para hacer más sencillo el análisis estadístico (Hernández et al., 2021).

Se utilizó la entrevista semiestructurada, enfocándose en tres profesores de física de la institución, desde el punto de vista cualitativo. Esta metodología posibilitó el análisis detallado de las estrategias pedagógicas empleadas al incorporar el software PhET, incluyendo sus objetivos, la frecuencia con que se utiliza y los juicios y experiencias de los profesores. Con el fin de favorecer la recopilación de información rica en contexto y significado (Taylor et al., 2016), las preguntas abiertas fueron organizadas por categorías concernientes a planificación, metodología y evaluación.

Para garantizar su relevancia, claridad y coherencia con los propósitos de la investigación, la coordinadora del departamento de ciencias naturales de la institución validó las dos herramientas. El entrelazamiento de estas metodologías posibilitó una triangulación que, al comparar diversos puntos de vista y fuentes de información sobre un mismo fenómeno, mejora la fiabilidad de los resultados (Denzin, 2017).

### **3.6 Técnica de Análisis de Datos**

Esta investigación utilizará una metodología de análisis de datos de enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos, con el objetivo de lograr un entendimiento más extenso acerca del impacto que tiene el uso del software PhET en la enseñanza de la Física. Los datos adquiridos por medio de encuestas hechas a los alumnos

se someterán a un procesamiento estadístico descriptivo, con el fin de realizar un análisis cuantitativo. Se aplicarán frecuencias, porcentajes y promedios.

Respecto al enfoque cualitativo, se llevará a cabo un análisis de contenido de las entrevistas realizadas a los maestros, con el propósito de identificar categorías y subcategorías temáticas que surjan. Esta técnica posibilitará la interpretación de las percepciones, las vivencias y las tácticas para integrar el simulador PhET en los métodos pedagógicos. Se triangulan los resultados de las dos herramientas con el fin de corroborar los hallazgos y robustecer la interpretación de los datos, lo que resulta en conclusiones basadas que abordan los objetivos del estudio.

### **3.7 Procedimiento**

Con el objetivo de asegurar una rigurosidad metodológica y que los resultados fueran coherentes con las metas establecidas, el desarrollo del estudio actual se realizó en varias etapas, las cuales fueron organizadas de forma sistemática. Primero, se llevó a cabo un análisis teórico y de documentos relacionados con la implementación del software PhET en la enseñanza de la Física para establecer los cimientos conceptuales de la investigación y guiar el diseño de los instrumentos.

Posteriormente, se determinó la población de estudio: 560 alumnos y profesores del segundo año del Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha. Después, se calculó el tamaño de la muestra con la fórmula para poblaciones finitas, lo que resultó en una muestra representativa compuesta por 229 estudiantes. Se utilizó un muestreo estratificado proporcional para su selección, tomando como base los paralelos que existen y con la finalidad de asegurar que todos los subgrupos estuviesen representados de manera equitativa. En cada uno de los estratos, se llevó a cabo una selección simple y aleatoria. En relación a la muestra docente, se eligieron deliberadamente tres docentes de Física que enseñan en segundo de BGU, ya que tienen experiencia directa con el uso del software PhET; esto facilitó la obtención de datos significativos a partir de su práctica profesional.

Después de que los instrumentos fueron validados por expertos, se realizaron encuestas estructuradas a alumnos y entrevistas semiestructuradas a los profesores. Se utilizaron encuestas digitales, mediante la plataforma Google forms, para asegurar que los participantes fueran anónimos y que su participación fuera voluntaria. También se

realizaron las entrevistas en línea, utilizando un formulario digital diseñado con anterioridad. Los profesores que fueron entrevistados accedieron al enlace y contestaron en forma escrita cada uno de los interrogantes planteados, lo que posibilitó la recolección de información cualitativa de manera asincrónica, teniendo en cuenta su disponibilidad horaria. Este formato posibilitó que los entrevistados participaran de manera reflexiva y aseguró la sistematización efectiva de las respuestas para que pudieran ser analizadas después.

Por último, la información cuantitativa que se obtuvo por medio de encuestas fue codificada y analizada estadísticamente usando Excel, una herramienta digital; en cambio, la información cualitativa se estudió a través del método de categorización para determinar patrones, significados y vínculos entre las estrategias pedagógicas y el empleo de recursos tecnológicos. La triangulación metodológica que se llevó a cabo en este proceso, al incorporar diferentes puntos de vista sobre el fenómeno educativo examinado, reforzó la validez de los resultados (Hernández et al., 2021; Flick, 2015).

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos diseñados para esta investigación, desarrollada en la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha durante el año lectivo 2024–2025. La investigación, de enfoque mixto, buscaba en términos generales examinar cómo el empleo del software educativo PhET afecta la enseñanza de la Física, enfocándose especialmente en la comprensión conceptual de los alumnos de segundo año del Bachillerato General Unificado. Se realizaron encuestas a un grupo representativo de 229 alumnos y entrevistas a tres profesores del área para adquirir datos cualitativos y cuantitativos acerca de la utilización del recurso digital en el salón de clases. Los resultados se distribuyen de acuerdo a los objetivos concretos propuestos, lo que posibilita una evaluación completa del estado presente de la enseñanza de la Física, las tácticas pedagógicas utilizadas y el punto de vista sobre la eficacia del software PHET.com en el proceso educativo.

### 4.1 Análisis de Resultados Cuantitativos de la Encuesta

#### 4.1.1 Estado Actual de los Procesos de Enseñanza de la Física

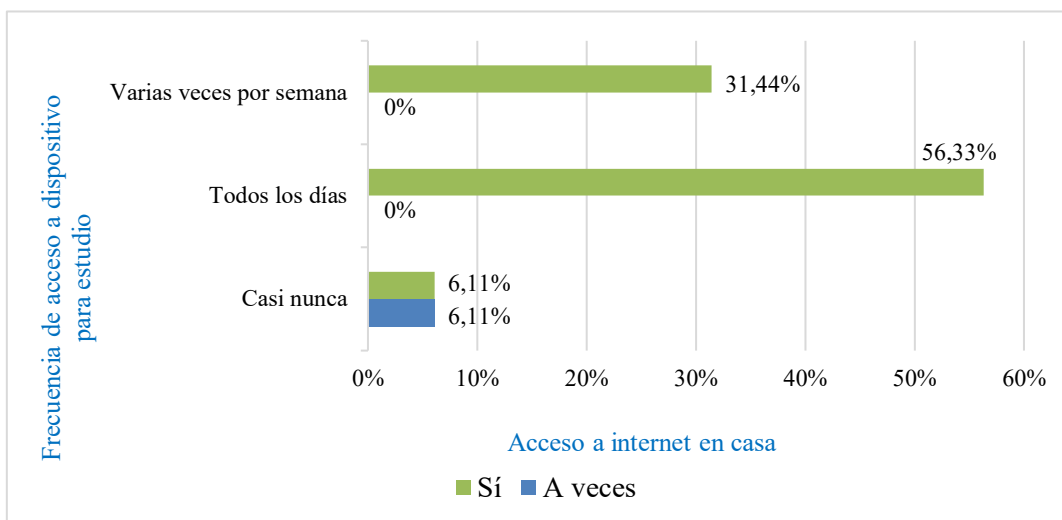
- **Acceso a internet vs frecuencia de acceso a un dispositivo para estudiar**

Tabla 1 Acceso a internet y a dispositivos para estudio

¿Tienes acceso a internet en casa?	¿Con qué frecuencia accedes a una computadora o dispositivo para estudiar?			
	Casi nunca	Todos los días	Varias veces por semana	Total
A veces	6,11%	0%	0%	6,11%
Sí	6,11%	56,33%	31,44%	93,89%
<b>Total</b>	12,23%	56,33%	31,44%	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 1 Acceso a internet y a dispositivos para estudio



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

La mayoría de los estudiantes (93,89%) tiene acceso a internet en casa y usa dispositivos con frecuencia para estudiar, lo que indica condiciones favorables para utilizar el software PhET fuera del aula. No obstante, un pequeño grupo (6,11%) enfrenta limitaciones de conectividad, lo que podría dificultar el acceso equitativo a estos recursos. Como señalan Warschauer (2004) y la UNESCO (2020), el acceso digital es clave para la inclusión educativa, por lo que es necesario implementar estrategias que reduzcan la brecha digital y aseguren el uso efectivo de herramientas tecnológicas como PhET.

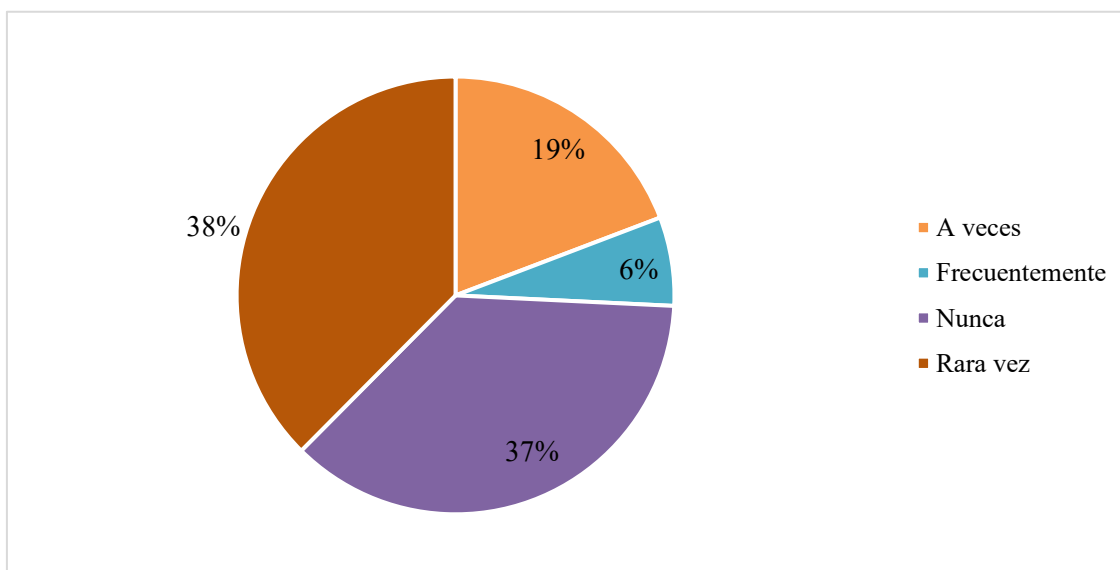
- **¿Con qué frecuencia realizas experimentos o prácticas en el laboratorio de física del colegio?**

Tabla 2 Prácticas en laboratorio

Frecuencia	Porcentaje
A veces	19,21%
Frecuentemente	6,55%
Nunca	36,68%
Rara vez	37,55%
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 2 Prácticas en laboratorio



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Los resultados de la encuesta revelan que el 74,23 % de los estudiantes encuestados realizan experimentos de Física “nunca” o “rara vez”, mientras que solo un 6,55 % lo hace frecuentemente. Esta baja frecuencia de trabajo experimental indica una grave limitación en el acceso a experiencias prácticas que son esenciales para la comprensión de conceptos físicos. Desde un enfoque constructivista, esta situación debilita el aprendizaje activo, impide la conexión entre teoría y realidad, y reduce el desarrollo del pensamiento crítico y científico. La falta de actividades experimentales puede generar apatía, confusión conceptual y bajo rendimiento académico (López-Tapia, 2023).

Ante la falta de laboratorios físicos o su subutilización, las tecnologías educativas como las simulaciones interactivas (por ejemplo, el software PhET) emergen como una alternativa válida para representar fenómenos complejos de forma visual y manipulable, favoreciendo la comprensión conceptual y la motivación estudiantil (Silva & Tovar, 2023). Estas herramientas permiten a los estudiantes explorar, experimentar y recibir retroalimentación inmediata, replicando algunas funciones clave de los entornos experimentales reales. Así, el uso estratégico de simuladores puede compensar las limitaciones del contexto, siempre que esté mediado por una planificación pedagógica coherente y centrada en el estudiante.

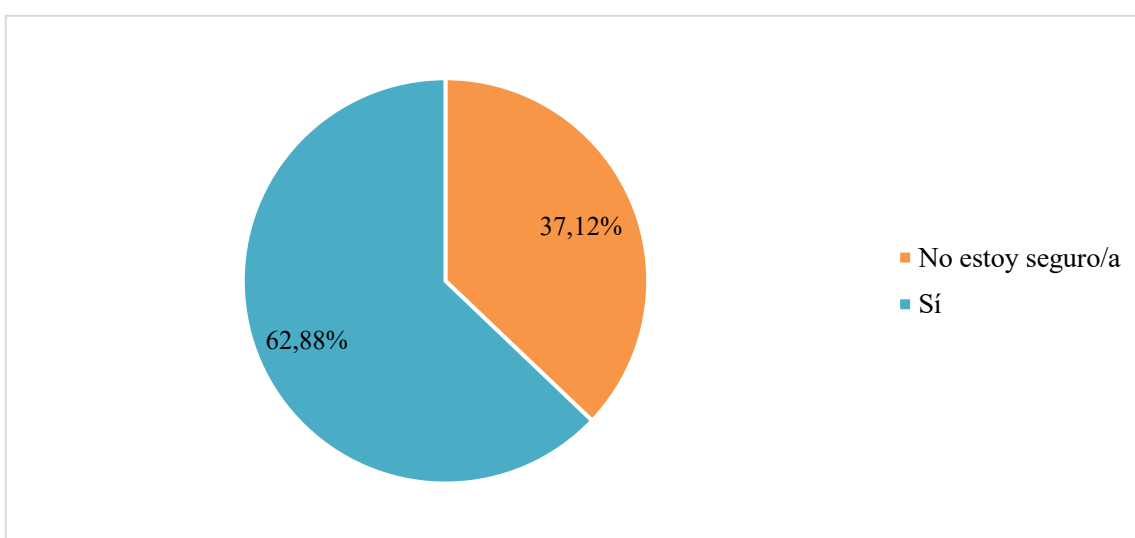
- **Utilización de PhET en las clases de física**

Tabla 3 Uso de PHET en clases de física

No estoy seguro/a	37,12%
Sí	62,88%
Total	100 %

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 3 Uso de PhET en clases de física



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

El 62,88% de los estudiantes encuestados afirma haber utilizado el software PhET, lo que evidencia su presencia en el entorno educativo. No obstante, un 37,12% declara no estar seguro de haberlo empleado, lo que sugiere una falta de reconocimiento claro del recurso o una experiencia poco significativa. Esto resalta la necesidad de reforzar la formación docente en el uso consciente de herramientas digitales. Así, el contraste entre su uso parcial y su potencial educativo subraya la importancia de integrarlos dentro de una planificación pedagógica coherente y sistemática.

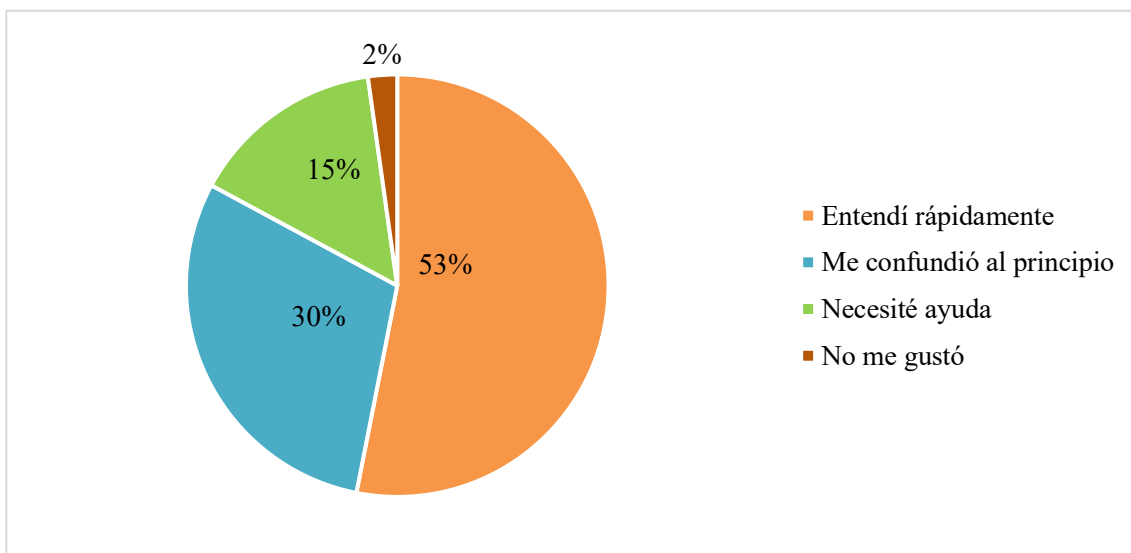
- **¿Cómo te sentiste al usar PhET?**

Tabla 4 Percepción del uso de PhET

Percepción	Porcentaje
Entendí rápidamente	53,10%
Me confundió al principio	29,78%
Necesité ayuda	14,89%
No me gustó	2,23%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 4 Percepción del uso de PhET



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

El análisis de los datos obtenidos sobre la pregunta “¿Cómo te sentiste al usar PhET?” refleja una percepción predominantemente positiva por parte del estudiantado. Un 53,10 % de los encuestados afirmó haber entendido rápidamente el contenido al utilizar PhET, lo cual sugiere que el simulador interactivo facilita una comprensión ágil y accesible de los conceptos de Física. Esta experiencia de aprendizaje eficiente puede atribuirse al diseño visual e intuitivo de las simulaciones, que permiten observar fenómenos físicos abstractos de forma manipulable. Según Villalobos y Carrillo (2022), las representaciones dinámicas y la retroalimentación inmediata que ofrece PhET estimulan la atención y favorecen el procesamiento significativo de la información, especialmente en estudiantes con estilos de aprendizaje visual o kinestésico.

Por otro lado, el 29,78 % señaló haberse confundido inicialmente, y un 14,89 % manifestó haber necesitado ayuda, lo que indica que una parte del alumnado requiere acompañamiento docente en la fase de familiarización con la herramienta. Este dato pone de relieve la importancia de integrar PhET dentro de una planificación metodológica clara, con guías estructuradas y espacios para la tutoría. La mediación del docente se vuelve clave para convertir la experiencia exploratoria en aprendizaje consolidado (Alvarado & Reyes, 2023). Finalmente, el bajo porcentaje (2,23 %) que declaró no haber disfrutado del uso del recurso sugiere un alto nivel de aceptación y disposición hacia el uso de simuladores en el aula. En conjunto, los resultados evidencian que el uso de PhET, enmarcado en una propuesta pedagógica activa y acompañada, constituye una herramienta eficaz para la enseñanza de la Física.

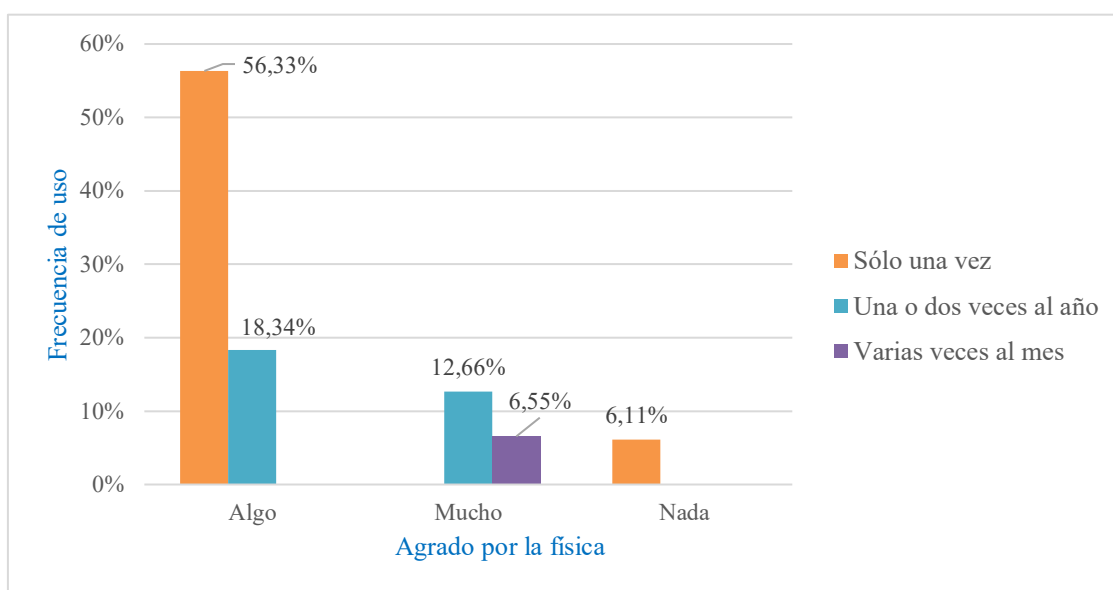
- **Frecuencia de uso de PhET vs agrado por las clases**

*Tabla 5 Frecuencia de uso vs agrado por la física*

¿Con qué frecuencia has utilizado PhET en clases?	¿Cuánto te gustan las clases de Física?			
	Algo	Mucho	Nada	Total
Sólo una vez	56,33%	0%	6,11%	62,45%
Una o dos veces al año	18,34%	12,66%	0%	31%
Varias veces al mes	0%	6,55%	0%	6,55%
<b>Total</b>	74,67%	19,21%	6,11%	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 5 Frecuencia de uso vs agrado por la física



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

La gráfica evidencia que el uso del software PhET en las clases de Física es principalmente esporádico, con un 62,45 % de estudiantes que lo han usado solo una vez y apenas un 6,55 % que reporta un uso frecuente (“varias veces al mes”). Este patrón sugiere una falta de integración sistemática entre docentes y cursos, lo que reduce el potencial de PhET para fomentar la motivación y la comprensión conceptual. Además, el desagrado hacia la Física (6,11 %) se concentra en quienes han usado PhET solo una vez, lo cual coincide con investigaciones que afirman que la efectividad de las simulaciones depende de su frecuencia de uso y del diseño pedagógico que las acompaña (Perkins et al., 2006; Wieman, Adams & Perkins, 2008).

#### 4.1.2 Caracterización de estrategias pedagógicas

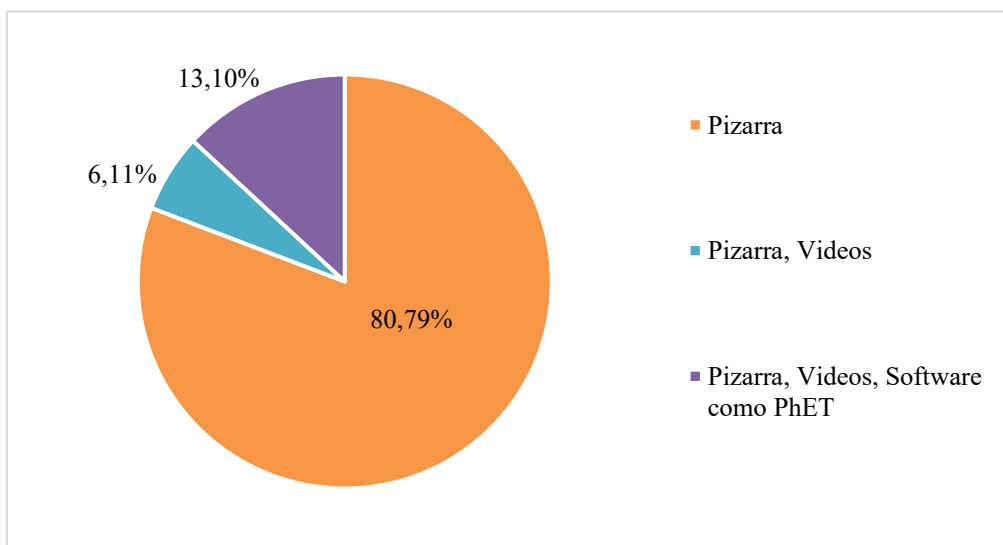
- **Uso de recursos en las clases de física**

Tabla 6 Uso de recursos en clase

Recurso	Frecuencia	Porcentaje
Pizarra	185	80,79%
Pizarra, Videos	14	6,11%
Pizarra, Videos, Software como PhET	30	13,10%
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 6 Uso de recursos en clase



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

La distribución de frecuencias muestra que el uso de la pizarra como recurso principal (80,79%) sigue predominando en las clases de Física, mientras que el uso combinado de pizarra, videos y software como PhET apenas alcanza un 13,10%, y la integración parcial de videos sin simuladores llega al 6,11%. Estos resultados reflejan un predominio de métodos tradicionales y expositivos, a pesar de la evidencia actual que respalda la incorporación de herramientas digitales interactivas para potenciar el aprendizaje activo y la comprensión conceptual. Estudios recientes han demostrado que combinar representaciones visuales y simulaciones dinámicas con explicaciones verbales mejora la retención y la transferencia del conocimiento, algo que la pizarra por sí sola no logra en la misma medida (Mayer, 2021).

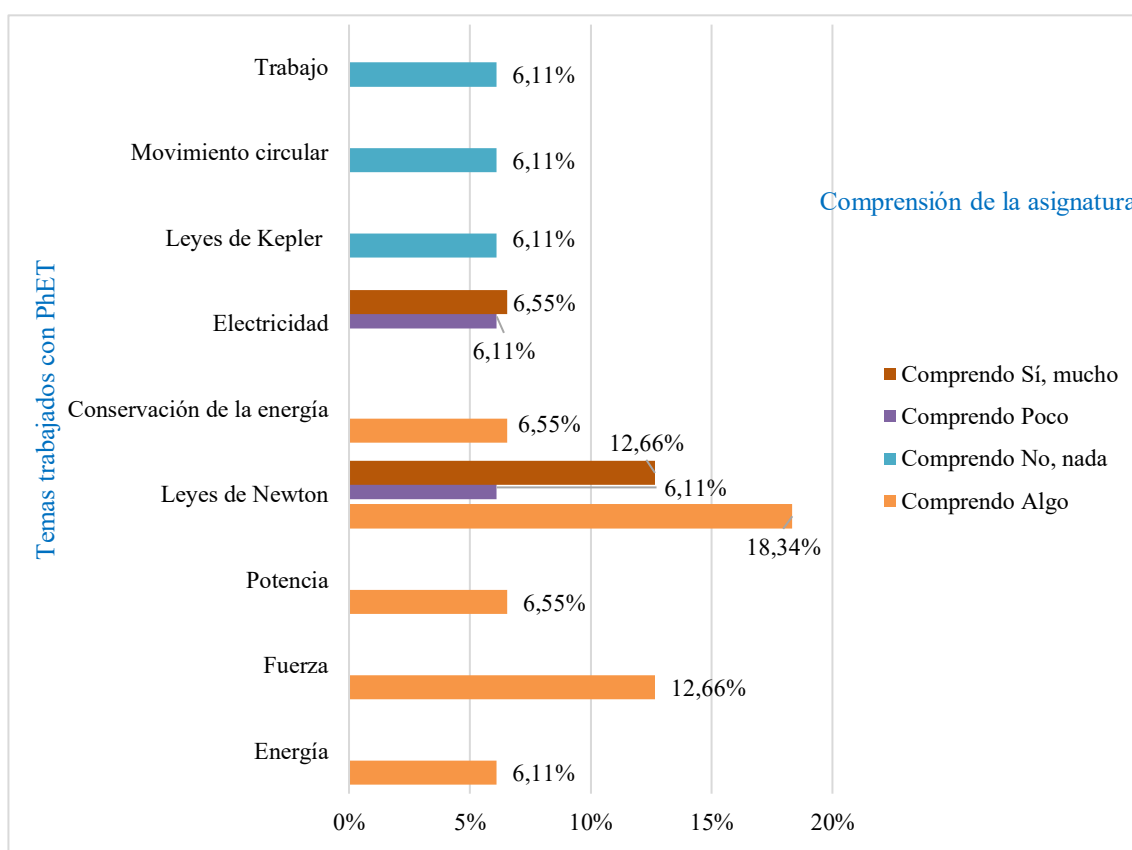
- **Temas estudiados vs comprensión**

Tabla 7 Temas estudiados vs comprensión

¿Qué temas trabajaste con PhET?	¿Crees que PHET te ayudó a entender mejor los conceptos de Física?				
	Algo	No, nada	Poco	Sí, mucho	Total
Energía	6,11%	0%	0%	0%	6,11%
Fuerza	12,66%	0%	0%	0%	12,66%
Potencia	6,55%	0%	0%	0%	6,55%
Leyes de Newton	18,34%	0%	6,11%	12,66%	37,12%
Conservación de la energía	6,55%	0%	0%	0%	6,55%
Electricidad	0%	0%	6,11%	6,55%	12,66%
Leyes de Kepler	0%	6,11%	0%	0%	6,11%
Movimiento circular	0%	6,11%	0%	0%	6,11%
Trabajo	0%	6,11%	0%	0%	6,11%
<b>Total</b>	<b>50,22%</b>	<b>18,34%</b>	<b>12,23%</b>	<b>19,21%</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 7 Temas estudiados vs comprensión



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

El análisis de los datos revela que el tema donde los estudiantes percibieron mayor beneficio del uso de PhET fue Leyes de Newton, con un 37,12% indicando que les ayudó “sí, mucho” (12,66%) o “algo” (18,34%), a pesar de que el 6,11% indicó que le ayudó “poco” a comprender mejor los conceptos. Esto demuestra que PhET resulta especialmente útil en contenidos donde se puede visualizar de manera dinámica la interacción de fuerzas y el movimiento.

En el caso de Electricidad, el 6,55% de los estudiantes manifestó haber comprendido “sí, mucho” gracias al uso de PhET, mientras que otro 6,11% indicó que le ayudó “poco”, totalizando un 12,66% con percepción de aprendizaje, aunque con menor impacto que en los temas mecánicos. Por otro lado, los temas de fuerza, energía, potencia y conservación de la energía fueron valorados únicamente como “algo” comprensibles con PhET, con porcentajes que oscilaron entre el 6,11% y el 12,66%. En contraste, en temas como Leyes de Kepler, trabajo y movimiento circular, el 6,11% del estudiantado en cada caso consideró que PhET no les ayudó en nada a entender los conceptos. Esto

sugiere que los simuladores podrían no haber estado bien integrados didácticamente o que no existían simulaciones específicas y contextualizadas para esos temas.

Estos resultados evidencian que el impacto del uso de PhET es mayor en contenidos visuales y concretos, mientras que su efectividad disminuye en temas más abstractos o teóricos, a menos que se acompañe con estrategias pedagógicas adecuadas. Esto coincide con lo planteado por Lin y Atkinson (2021), quienes destacan que el aprendizaje con simulaciones es más efectivo cuando se combina con guías estructuradas, retroalimentación y un diseño instruccional claro.

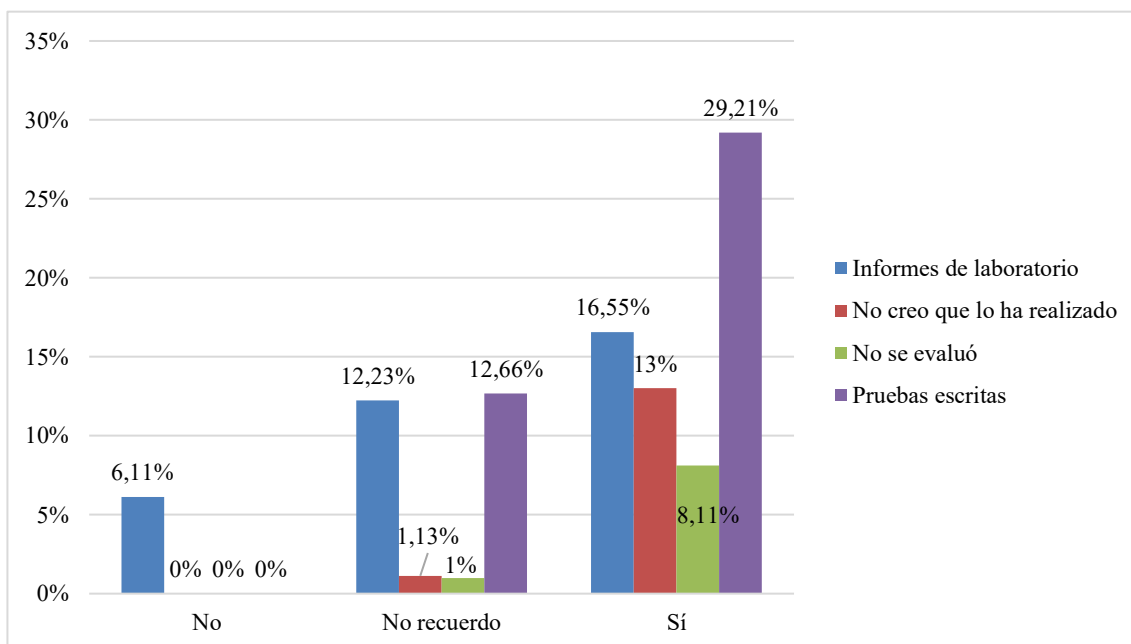
- **Evaluación del aprendizaje**

Tabla 8 Evaluación del aprendizaje

¿Cómo fue evaluado tu aprendizaje?	¿El uso de PhET se combina con otras actividades?			
	No	No recuerdo	Sí	Total
Informes de laboratorio	6,11%	12,23%	16,55%	34,89%
No creo que lo ha realizado	0%	1,13%	13%	14,13%
No se evaluó	0%	1,00%	8,11%	9,11%
Pruebas escritas	0%	12,66%	29,21%	41,87%
<b>Total</b>	<b>6,11%</b>	<b>27,02%</b>	<b>66,87%</b>	<b>100,00%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 8 Evaluación del aprendizaje



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes (66,87 %) reporta que el uso de PhET se complementó con actividades como guías, debates o ejercicios, siendo las pruebas escritas (29,21 %) y los informes de laboratorio (16,55 %) los métodos de evaluación más frecuentes en estos casos. Sin embargo, un 13 % menciona que “no cree que se haya realizado” alguna evaluación y un 8,11 % señala que “no se evaluó” cuando sí hubo combinación, lo que evidencia una falta de claridad en los mecanismos de evaluación. Cuando no se integraron actividades complementarias, las evaluaciones fueron mínimas (solo un 6,11 % con informes de laboratorio).

Este hallazgo contrasta con la literatura reciente, que destaca que el potencial de las simulaciones PhET para mejorar la comprensión conceptual solo se maximiza cuando se integran con actividades activas y evaluación formativa clara (Khofifah et al., 2023; Khaeruddin & Bancong, 2022). Además, estudios contemporáneos señalan la necesidad de alinear las simulaciones con criterios explícitos y retroalimentación constante para favorecer el aprendizaje autorregulado (D’Angelo et al., 2022).

#### 4.1.3 Efectividad del software PhET en el aprendizaje de los estudiantes

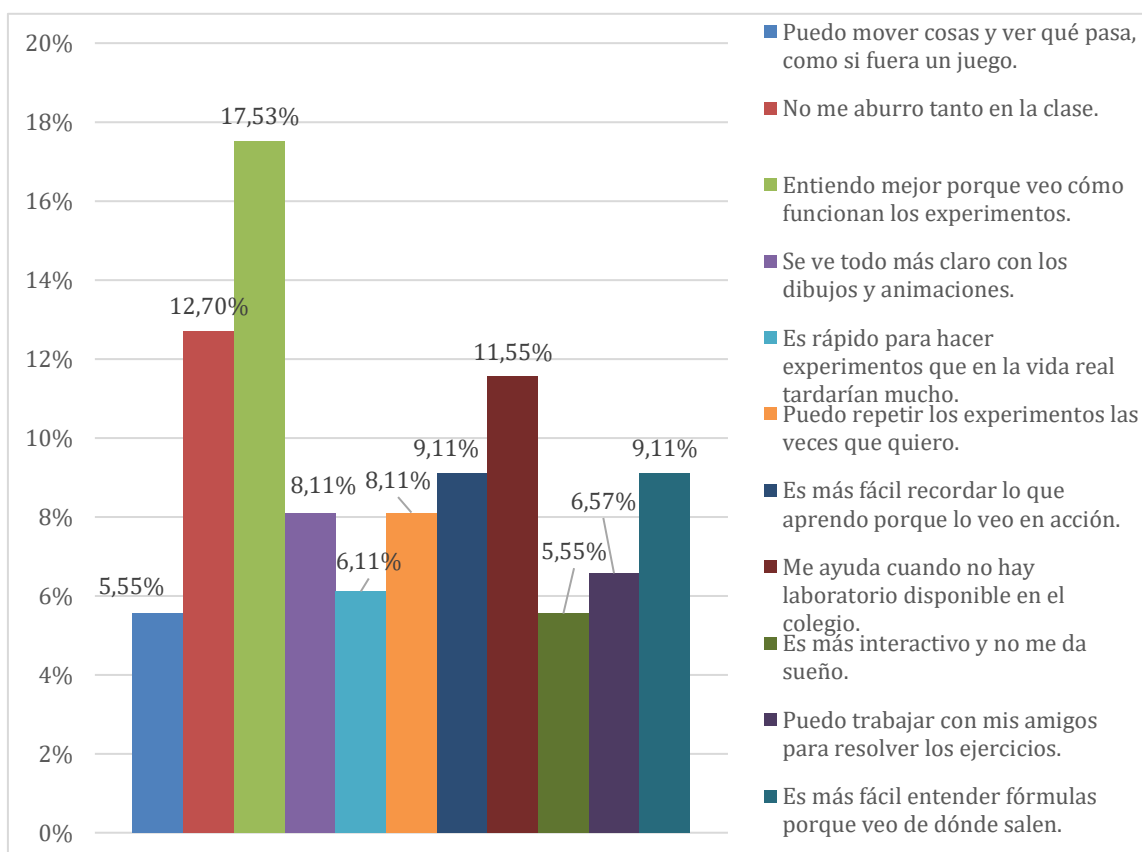
- ¿Qué te gusta del uso de PhET en clase?

Tabla 9 Opiniones sobre PhET

Percepción	Porcentaje
Puedo mover cosas y ver qué pasa, como si fuera un juego.	5,55%
No me aburro tanto en la clase.	12,70%
Entiendo mejor porque veo cómo funcionan los experimentos.	17,53%
Se ve todo más claro con los dibujos y animaciones.	8,11%
Es rápido para hacer experimentos que en la vida real tardarían mucho.	6,11%
Puedo repetir los experimentos las veces que quiero.	8,11%
Es más fácil recordar lo que aprendo porque lo veo en acción.	9,11%
Me ayuda cuando no hay laboratorio disponible en el colegio.	11,55%
Es más interactivo y no me da sueño.	5,55%
Puedo trabajar con mis amigos para resolver los ejercicios.	6,57%
Es más fácil entender fórmulas porque veo de dónde salen.	9,11%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 9 Opiniones sobre PhET



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Los resultados de la gráfica reflejan una percepción positiva y diversa del uso del simulador PhET por parte de los estudiantes. La respuesta más frecuente, con un 17,53%, destaca que los alumnos comprenden mejor los conceptos al observar cómo funcionan los experimentos, lo cual confirma el valor pedagógico de las simulaciones en la enseñanza de la Física. Este tipo de visualización dinámica permite conectar la teoría con la práctica, facilitando el aprendizaje significativo y reduciendo la abstracción de ciertos contenidos científicos (González & Mejía, 2021). Además, aspectos como “no me aburro tanto en clase” (12,70%) y “me ayuda cuando no hay laboratorio” (11,55%) evidencian cómo PhET contribuye no solo a la motivación, sino también a compensar la falta de recursos físicos, convirtiéndose en un medio accesible y eficiente para realizar prácticas virtuales (Cárdenas & Ruiz, 2023).

Por otra parte, las respuestas como “puedo repetir los experimentos” (8,11%), “es más fácil recordar lo que aprendo” (9,11%) y “puedo trabajar con mis amigos” (6,57%) resaltan la importancia de la interactividad, la flexibilidad y el trabajo colaborativo en los entornos digitales. Estos elementos son esenciales en enfoques

pedagógicos contemporáneos, ya que fomentan el aprendizaje autónomo y colectivo, así como la apropiación del conocimiento a través de la experiencia directa (Navarrete & Torres, 2022). Asimismo, las respuestas que aluden a la claridad visual del contenido (“se ve todo más claro”, 8,11%) y al aprendizaje de fórmulas desde la práctica (9,11%) reflejan cómo PhET apoya el desarrollo del pensamiento lógico-matemático al integrar imágenes, movimiento y manipulación de variables. En conjunto, los resultados confirman que las simulaciones interactivas fortalecen tanto la dimensión cognitiva como la afectiva del aprendizaje de la Física en estudiantes de bachillerato.

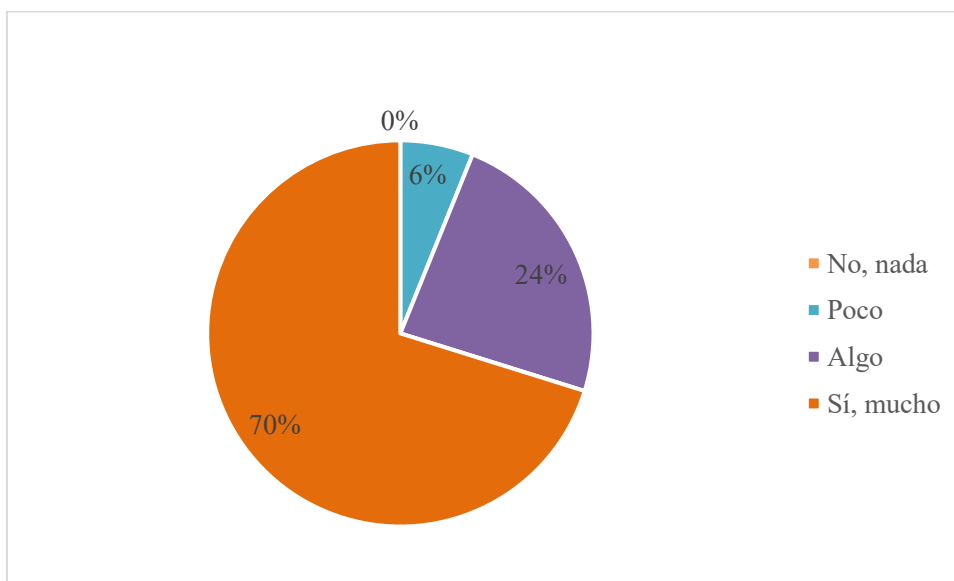
- **¿Crees que PhET te ayudó a entender mejor los conceptos de Física?**

*Tabla 10 Comprensión de conceptos de física*

Comprensión	Porcentaje
No, nada	0%
Poco	6,11%
Algo	23,71%
Sí, mucho	70,18%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

*Gráfico 10 Percepción del uso de PhET*



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Los resultados muestran que el 93,89% de los estudiantes consideran que el uso del simulador PhET les ayudó en la comprensión de los conceptos de Física, siendo “sí, mucho” la opción mayoritaria con un 70,18%. Esta alta aceptación sugiere que los entornos digitales interactivos facilitan el aprendizaje significativo en áreas complejas como la Física, permitiendo a los estudiantes observar, experimentar y manipular conceptos abstractos de forma accesible. Este hallazgo está en línea con estudios recientes que indican que las simulaciones interactivas incrementan la motivación y mejoran la retención del conocimiento al facilitar experiencias prácticas sin necesidad de laboratorios físicos (Muñoz & García, 2021; Díaz-Vargas et al., 2022).

Desde el enfoque del aprendizaje constructivista, el uso de herramientas como PhET permite que el estudiante se involucre activamente en su proceso educativo, fomente el pensamiento crítico y relacione la teoría con la práctica a través de la experimentación virtual. Investigaciones actuales confirman que estas plataformas refuerzan la autonomía, promueven la resolución de problemas y mejoran la comprensión conceptual en ciencias exactas (Castro & Ríos, 2023). Así, la evidencia empírica respalda la integración de simuladores como PhET como recurso clave en la transformación de las metodologías tradicionales hacia modelos más interactivos, visuales y centrados en el estudiante.

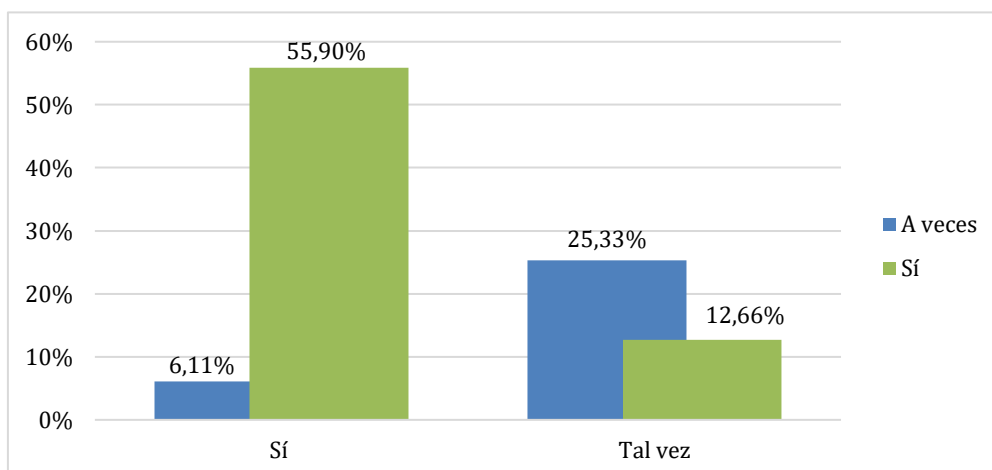
- **Preferencias sobre el uso de PhET en Física**

*Tabla 11 Preferencias del uso de PhET*

¿Las clases con PhET son más dinámicas?	¿Preferirías usar PhET más seguido?		
	Sí	Tal vez	Total
A veces	6,11%	25,33%	31,44%
Sí	55,90%	12,66%	68,56%
<b>Total</b>	62,01%	37,99%	<b>100%</b>

Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

Gráfico 11 Preferencias del uso de PhET



Elaboración propia. Fuente: Encuesta 2025

El análisis de los datos revela que un 68,56% de los estudiantes considera que las clases con PhET son más dinámicas, y dentro de este grupo, 55,90% también prefiere usar esta herramienta con mayor frecuencia. Este resultado sugiere una relación positiva entre la percepción de dinamismo y la disposición a seguir utilizando PhET, lo que refleja una buena aceptación del recurso. En cambio, solo el 6,11% de quienes consideran que las clases *a veces* son más dinámicas muestran una clara preferencia por continuar con su uso.

Estas percepciones están alineadas con estudios recientes que destacan el potencial de las simulaciones para aumentar la motivación, el compromiso y la comprensión conceptual del estudiantado (Lin & Atkinson, 2021; Howard et al., 2021). Además, el 37,99% del total se muestra indeciso, lo cual podría explicarse por factores como acceso a tecnología o apoyo docente.

#### 4.2 Análisis de Resultados Cualitativos de la Entrevista

Con el fin de cumplir con el objetivo general de esta investigación, se realizó una entrevista a tres docentes de Física de segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, con el propósito de analizar la influencia del software educativo PhET en el proceso de enseñanza. A través de las respuestas obtenidas, se identificaron prácticas, percepciones y resultados que evidencian el impacto del uso de este recurso en la comprensión conceptual de los estudiantes, así como en su motivación y participación activa durante las clases.

Los docentes entrevistados cuentan con una formación sólida en Física y Pedagogía, fundamental para el uso adecuado de herramientas tecnológicas en el aula. Estudios recientes señalan que la preparación disciplinar y pedagógica influye directamente en la integración efectiva de las TIC (Sánchez & Tello, 2022), y que el dominio de metodologías activas y digitales potencia la disposición y competencia docente en el uso de simuladores como PhET (García-Peñalvo et al., 2021).

Los tres docentes atienden a más de tres cursos de segundo de BGU, lo cual representa una alta demanda de planificación. Sin embargo, este volumen de estudiantes también genera una oportunidad para extender prácticas innovadoras. Según Romero-Tena et al. (2020), cuando se dispone de estrategias tecnológicas bien estructuradas, incluso contextos con alta carga pueden beneficiarse del uso de herramientas digitales que faciliten el aprendizaje autónomo y activo.

El uso recurrente del software PhET, aunque no diario, muestra un nivel de apropiación y confianza en su utilidad. Diversos estudios confirman que PhET fomenta la visualización de fenómenos físicos complejos, facilitando la comprensión conceptual, especialmente en estudiantes de secundaria (Villavicencio & Castro, 2021). Su uso trimestral podría incrementarse, pero ya representa una evolución hacia metodologías más dinámicas y visuales.

Mientras uno de los docentes complementa PhET con otros recursos digitales (como Educatube o Electric Field), el otros dos se centran exclusivamente en PhET. Esta diferencia puede explicarse por factores como la alfabetización digital docente o el acceso institucional. Investigaciones recientes advierten que la variedad en el uso de herramientas TIC está estrechamente ligada a la capacitación recibida y al ecosistema tecnológico disponible (Soto & Hernández, 2023).

Los educadores reportan niveles positivos de aceptación por parte de los estudiantes, lo cual se ve respaldado por los resultados de las encuestas aplicadas, donde los alumnos manifestaron sentirse atraídos por el uso del simulador PhET en sus clases de Física. Según Calderón y Mora (2021), el uso de simuladores digitales promueve un entorno de aprendizaje más interactivo y atractivo para el alumnado, lo que incrementa su participación y motivación. Esta percepción estudiantil refuerza la eficacia de estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se identifican barreras estructurales (falta de laboratorios, conectividad limitada) y actitudinales (poca motivación o desconocimiento institucional). Además, la falta de

institucionalización del uso de herramientas como PhET debilita su sostenibilidad y masificación en los entornos escolares (Paredes & Moreno, 2023).

Durante la entrevista, los educadores señalaron que emplean metodologías activas como clase invertida, ABP y aprendizaje colaborativo, alineadas con el enfoque del DUA, que favorece la comprensión a través de diversas formas de interacción (CAST, 2018; Solís & Burgos, 2021). PhET complementa eficazmente estas estrategias por su componente visual y manipulativo. Los criterios más valorados para su uso son la interactividad, precisión, accesibilidad y capacidad para motivar, aspectos que, según Ortega y González (2022), facilitan la conexión entre lo abstracto y lo significativo. Además, los beneficios observados mayor motivación, comprensión conceptual y habilidades críticas coinciden con investigaciones que destacan la eficacia de los simuladores en el aprendizaje activo de la Física (Martínez & Alvarado, 2023).

Los docentes afirman utilizar una variedad de instrumentos como pruebas orales, talleres y proyectos para evaluar el impacto del uso de PhET, lo cual coincide con el enfoque actual de evaluación formativa centrado en valorar tanto los resultados como el proceso de aprendizaje (Rodríguez & Serrano, 2020). Sin embargo, los datos estudiantiles reflejan que, aunque una mayoría (66,87 %) reconoce la integración de PhET con actividades como guías o ejercicios, predominan las pruebas escritas (29,21 %) y los informes de laboratorio (16,55 %) como medios de evaluación. Además, un porcentaje significativo (21,11 %) percibe una ausencia o falta de claridad en la evaluación, lo que sugiere que, si bien los docentes aplican estrategias evaluativas diversas, estas no siempre son claramente comunicadas o reconocidas por los estudiantes.

En las entrevistas, los docentes coinciden en que PhET convierte las clases de Física en espacios más dinámicos y comprensibles que las metodologías tradicionales. Esta visión concuerda con estudios recientes que resaltan el impacto de los entornos digitales interactivos en la participación estudiantil y en la comprensión de conceptos abstractos (Pacheco & Lima, 2021). Además, señalan que la visualización y manipulación que ofrece PhET facilita la conexión entre la teoría y su aplicación práctica, potenciando el aprendizaje significativo. Esta apreciación se ve afianzada por los resultados de las encuestas estudiantiles, donde el 62,01 % de los alumnos también percibe las clases con PhET como más dinámicas, lo que señala una coincidencia entre la planificación docente y la experiencia del estudiante.

Finalmente, los docentes reconocen la necesidad de recibir formación institucional para fortalecer el uso pedagógico de PhET. Esto respalda la recomendación

de diversos autores que abogan por el desarrollo profesional docente continuo en competencias digitales como pilar para una transformación educativa efectiva (González & Cabrera, 2021).

#### **4.3 Discusión de resultados**

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia del software educativo PhET en el proceso de enseñanza de la Física en estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, durante el año lectivo 2024–2025. A través de un enfoque mixto, se integraron datos cuantitativos (encuestas aplicadas a 229 estudiantes) y cualitativos (entrevistas a tres docentes del área), lo que permitió una visión más integral del fenómeno investigado. En esta discusión se interpretan los principales hallazgos, se los contrasta con referentes teóricos y se reflexiona sobre su relevancia pedagógica.

Los resultados revelan, en primer lugar, que existe una infraestructura tecnológica básica favorable, ya que el 93,89 % de los estudiantes cuenta con acceso a internet y dispositivos en casa. Este dato, en principio, indica condiciones viables para extender el uso de PhET más allá del aula. Sin embargo, como se evidenció tanto en las encuestas como en las entrevistas, aún persisten barreras institucionales y estructurales como la falta de laboratorios o la limitada conexión institucional que restringen una integración sistemática del software. Tal situación se alinea con los informes de la UNESCO (2022), que advierten sobre las brechas digitales en el sistema educativo latinoamericano, especialmente en zonas donde los recursos tecnológicos no han sido plenamente institucionalizados.

En cuanto al uso pedagógico del software PhET, se observa una implementación esporádica. El 62,88 % de los estudiantes manifiesta haberlo utilizado, pero el 62,45 % lo hizo solo una vez en el año. Esta baja frecuencia limita significativamente su potencial didáctico. En contraste, los docentes entrevistados afirman integrar PhET de manera trimestral, lo cual muestra una intención pedagógica que no siempre es percibida o registrada por los estudiantes. Este desfase evidencia la necesidad de mejorar la mediación docente, la planificación intencional del uso del recurso y la explicitación de sus propósitos didácticos, tal como lo señala Wieman y Perkins (2005), quienes destacan que los beneficios de PhET dependen directamente de una guía pedagógica adecuada.

Respecto a las estrategias metodológicas, los docentes mencionan el uso de metodologías activas como la clase invertida, el aprendizaje basado en proyectos (ABP)

y el aprendizaje colaborativo. PhET, en este contexto, se posiciona como un recurso versátil que potencia la visualización, la experimentación y la indagación. Sin embargo, los datos de las encuestas muestran que en el 80,79 % de las clases aún predomina el uso exclusivo de la pizarra, y solo un 13,10 % combina este recurso con simuladores y videos. Esta situación sugiere que, aunque existe una disposición docente hacia metodologías activas, su implementación aún no está suficientemente consolidada en la práctica diaria.

En cuanto a la percepción del aprendizaje, si bien el 70,18 % de los estudiantes señala que PhET les ayudó “mucho” a comprender los conceptos de Física, solo un 19,21 % considera haber trabajado con profundidad estos temas, lo cual puede deberse a una falta de continuidad en su uso. La literatura reciente confirma que el uso aislado o sin conexión a objetivos claros limita el aprendizaje significativo (de Jong & van Joolingen, 2017; Khofifah et al., 2023). Por tanto, para que PhET logre su propósito de promover la comprensión conceptual, debe ser parte de una planificación secuenciada y didácticamente intencionada, lo cual fue reconocido también por los docentes en las entrevistas.

Respecto a la evaluación del aprendizaje, los docentes reportan usar una variedad de instrumentos (talleres, pruebas orales y proyectos), lo cual se alinea con los enfoques actuales de evaluación formativa (Rodríguez & Serrano, 2020). No obstante, las encuestas muestran que predominan las pruebas escritas (29,21 %) y que un 21,11 % de los estudiantes percibe que no hubo una evaluación clara asociada al uso de PhET. Esta discrepancia pone en evidencia una posible falta de comunicación o claridad en los mecanismos evaluativos, lo cual puede afectar la percepción del aprendizaje logrado. Estudios como el de D’Angelo et al. (2022) destacan la importancia de establecer criterios explícitos y retroalimentación continua para fortalecer la autorregulación y la autonomía del estudiante.

En términos de motivación y dinamismo, tanto estudiantes como docentes coinciden en que PhET mejora la experiencia de aprendizaje. El 62,01 % de los estudiantes prefiere clases con PhET por ser más dinámicas, mientras que los docentes señalan que la visualización y manipulación de fenómenos físicos facilita la comprensión. Esta convergencia se ve reforzada por estudios como los de Pacheco y Lima (2021), que demuestran que los entornos digitales interactivos potencian el interés y la apropiación conceptual, y por la Teoría de la Autodeterminación (Deci & Ryan, 2000), que establece que la interactividad y la autonomía aumentan la motivación intrínseca del estudiante.

Finalmente, los tres docentes entrevistados consideran necesario recibir formación y acompañamiento institucional para integrar de forma más efectiva el software en sus prácticas. Esta necesidad refuerza los planteamientos de González & Cabrera (2021), quienes sostienen que la profesionalización docente en competencias digitales es clave para una transformación educativa sostenible.

En conjunto, los resultados de este estudio muestran que el software PhET tiene un alto potencial para mejorar la enseñanza de la Física y fortalecer la comprensión conceptual de los estudiantes. No obstante, su efectividad depende de factores como la planificación didáctica, la frecuencia de uso, la integración metodológica y la claridad en los procesos evaluativos. A pesar de las barreras institucionales y de infraestructura, la percepción positiva por parte de docentes y estudiantes abre una oportunidad clara para fortalecer el uso de tecnologías educativas mediante formación docente continua y políticas institucionales de integración tecnológica.

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 5.1. Denominación y definición de la propuesta

La propuesta consiste en el diseño y aplicación de una guía pedagógica interactiva que integra el uso del software de simulación PhET como herramienta didáctica para la enseñanza de Física en segundo año de Bachillerato. La guía ofrece una estructura clara y funcional que combina explicaciones teóricas, instrucciones precisas para el manejo de las simulaciones, actividades prácticas en aula y en casa, así como reflexiones grupales y criterios de evaluación formativa. A través de esta herramienta, el estudiante puede manipular variables, visualizar fenómenos abstractos y analizar resultados en tiempo real, favoreciendo un aprendizaje activo y experimental.

La guía está organizada en unidades temáticas que abordan conceptos clave de la Física, como movimiento y cinemática, movimiento circular, fuerzas y leyes de Newton, energía y trabajo, y leyes de Kepler. Cada unidad incluye objetivos de aprendizaje, contenidos esenciales, instrucciones paso a paso para el uso de la simulación correspondiente y actividades orientadas a la observación, registro e interpretación de datos. Asimismo, se fomenta la conexión de los contenidos con situaciones cotidianas, lo que permite contextualizar el conocimiento científico y desarrollar competencias analíticas y críticas en los estudiantes.

Este manual no sólo busca optimizar el uso de PhET como recurso digital, sino también ofrecer a los docentes una herramienta adaptable a distintos contextos educativos, tanto presenciales como virtuales. Su funcionamiento promueve la experimentación autónoma y colaborativa, integrando la evaluación formativa como un componente constante para retroalimentar el aprendizaje. De este modo, la propuesta aporta una metodología innovadora que combina la rigurosidad científica con el potencial motivador de la tecnología interactiva, contribuyendo a una enseñanza más dinámica, significativa y accesible de la Física.

“Física Interactiva con PhET: Guía práctica e interactiva para docentes de segundo año de Bachillerato.”

## 5.2. Justificación de la propuesta

La presente propuesta de diseño de una guía metodológica e interactiva con el uso de simulaciones PhET para docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha responde a la necesidad de transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física. En la práctica educativa cotidiana, se evidencian dificultades en la comprensión de fenómenos físicos debido a su alto nivel de abstracción y a la persistencia de metodologías tradicionales centradas en la transmisión unidireccional del conocimiento. Esta guía pretende ser un recurso didáctico innovador que combine estrategias metodológicas y simulaciones virtuales a fin de propiciar aprendizajes significativos, participativos e inclusivos.

El desarrollo de esta propuesta se sustenta en los principios del aprendizaje constructivista, donde el estudiante asume un rol activo en la construcción de su conocimiento. De acuerdo con investigaciones recientes, las simulaciones interactivas promueven una comprensión más profunda de los conceptos científicos, ya que permiten experimentar, visualizar y manipular variables de forma dinámica (Perkins et al., 2006; Wieman, Adams & Perkins, 2008). Por ello, la guía metodológica integra actividades que fomentan la exploración autónoma, la resolución de problemas y la reflexión crítica, con el fin de fortalecer las competencias científicas y tecnológicas del estudiantado.

A nivel institucional, la propuesta contribuye al mejoramiento de las prácticas pedagógicas y al uso pedagógico de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Tal como señala Álvarez et al. (2023), la integración de recursos tecnológicos debe estar acompañada de estrategias metodológicas diseñadas intencionalmente, de modo que su aplicación tenga un impacto real en la calidad educativa. La guía no solo ofrece a los docentes un marco metodológico claro y accesible para implementar las simulaciones PhET, sino que también promueve la innovación en la enseñanza de la Física, alineándose con la Agenda Educativa Digital 2023–2027 del Ministerio de Educación del Ecuador (Ministerio de Educación, 2023).

Desde la perspectiva académica y científica, la propuesta busca aportar una herramienta que pueda ser replicada en otros contextos educativos, contribuyendo a la producción de conocimiento sobre innovación pedagógica en la enseñanza de las ciencias.

Mayer (2020) destaca que los entornos multimodales que integren elementos visuales, auditivos e interactivos potencian la comprensión y reducen la carga cognitiva. En coherencia con este planteamiento, la guía metodológica propone actividades diversificadas que se adaptan a distintos estilos de aprendizaje, garantizando así un enfoque inclusivo y accesible para todos los estudiantes.

La pertinencia de la presente propuesta se enmarca, además, en las responsabilidades educativas establecidas tanto en el contexto nacional como en el internacional. La Constitución del Ecuador (2008) y la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI, 2021) establecen el derecho a una educación de calidad, equitativa e inclusiva, mientras que la Agenda 2030 de la UNESCO (2015) subraya la importancia de la innovación tecnológica para garantizar el acceso universal a una educación pertinente. Por tanto, la guía metodológica e interactiva constituye una respuesta pertinente a los desafíos de la educación contemporánea, ofreciendo un recurso que potencia el aprendizaje de la Física y fortalece el compromiso de los docentes con la innovación pedagógica.

### **5.3 Objetivos**

#### **5.3.1 Objetivo general**

Desarrollar una guía pedagógica interactiva que facilite la comprensión y aplicación de conceptos fundamentales de Física en segundo año de Bachillerato mediante el uso de simulaciones PhET, promoviendo el aprendizaje significativo, la experimentación virtual y el pensamiento crítico.

#### **5.3.2 Objetivos específicos**

1. Guiar a docentes y estudiantes en el uso efectivo del software PhET para explorar fenómenos físicos y contextualizar los contenidos en situaciones reales.
2. Diseñar actividades prácticas y reflexiones grupales que fortalezcan la comprensión conceptual, la aplicación de la teoría y el desarrollo de habilidades científicas como la observación, el análisis de datos y la interpretación de gráficas.

3. Integrar criterios de evaluación formativa que permitan monitorear el progreso y desempeño del estudiante durante el proceso de aprendizaje.

## **5.4 Metodología**

La propuesta se fundamenta en un enfoque de aprendizaje activo e interactivo, donde el estudiante es protagonista de su propio proceso formativo. A través del uso del software de simulación PhET, los alumnos tienen la oportunidad de manipular variables, observar resultados inmediatos y formular conclusiones basadas en la evidencia obtenida. El docente, por su parte, asume un rol de guía y facilitador, orientando las actividades y planteando preguntas que estimulen el razonamiento científico. Este enfoque promueve la indagación, la experimentación virtual y la construcción de conocimiento de manera autónoma y colaborativa.

La estructura de la guía consta de tres fases: introducción teórica breve, experimentación guiada y análisis reflexivo. En la primera, se presentan los conceptos clave y el objetivo de la simulación, proporcionando al estudiante el marco teórico necesario. En la segunda, se ejecutan las actividades prácticas con PhET, siguiendo instrucciones detalladas para garantizar el manejo adecuado de la herramienta y la recolección de datos relevantes. Finalmente, en la fase de análisis, se interpretan gráficas, se responden cuestionarios y se desarrollan conclusiones, integrando los resultados virtuales con los fundamentos teóricos.

Además, la propuesta también incorpora estrategias de trabajo colaborativo y evaluación formativa continua. Las reflexiones grupales, la comparación de resultados y el debate de conclusiones fomentan la interacción y el aprendizaje entre pares. Los criterios de evaluación incluidos en la guía permiten monitorear el progreso, identificar dificultades y retroalimentar el proceso en tiempo real. Esta metodología no solo fortalece la comprensión de los contenidos, sino que también desarrolla habilidades científicas como la observación rigurosa, el análisis de datos, la argumentación y la resolución de problemas, todo ello en un entorno digital seguro y accesible.

### **5.4.1 Contenido de la guía didáctica**

La presente guía pedagógica ha sido diseñada como un recurso didáctico integral para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de la Física en segundo año de Bachillerato,

utilizando el software de simulación PhET como herramienta central. Su contenido se organiza en unidades temáticas que abarcan los siguientes ejes:

1. Introducción a PhET y guía rápida de uso.
2. Unidades temáticas con simulaciones y actividades:
  - Movimiento y Cinemática.
  - Movimiento Circular.
  - Fuerzas y Leyes de Newton.
  - Energía y Trabajo.
  - Leyes de Kepler.
3. Actividades prácticas en aula y en casa.
4. Reflexiones grupales y discusión.
5. Evaluaciones formativas.

Gráfico 12 Contenidos curriculares de a guía



#### 5.4.2 Organización estructural de la guía

La secuencia del diseño estructural de la guía se ha concebido para garantizar un desarrollo pedagógico ordenado y coherente, que facilite tanto la labor del docente como la participación activa del estudiante. Cada unidad temática sigue un esquema progresivo que inicia con la presentación del objetivo de aprendizaje y los contenidos clave, continúa con instrucciones detalladas para el uso de la simulación PhET correspondiente y propone

actividades prácticas orientadas a la manipulación de variables y la recolección de evidencias. Posteriormente, se incluyen espacios para la reflexión grupal, el análisis de resultados y la vinculación con situaciones reales, finalizando con criterios de evaluación formativa y actividades complementarias para reforzar lo aprendido. Esta estructura busca integrar la teoría y la práctica de manera efectiva, promoviendo un aprendizaje significativo y autónomo.

1. Presentación del objetivo de aprendizaje.
2. Contenidos clave del tema.
3. Instrucciones paso a paso para acceder y manejar la simulación.
4. Actividades prácticas con objetivos y evidencias solicitadas.
5. Reflexiones grupales para consolidar aprendizajes.
6. Evaluación formativa mediante indicadores y evidencias.
7. Actividades en casa para extender el aprendizaje.

#### **5.4.3 Operatividad de la propuesta**

El docente utiliza la guía como herramienta para planificar y conducir sesiones de clase en las que los estudiantes trabajan directamente con el software de simulación PhET. Esta planificación le permite estructurar las actividades de forma que se integren de manera equilibrada las explicaciones teóricas con demostraciones virtuales, ofreciendo así una comprensión más visual y dinámica de los fenómenos físicos estudiados.

Una de las principales ventajas de la propuesta es que posibilita la realización de experimentos que, en un laboratorio físico, resultan costosos, complejos o incluso inviables por limitaciones de recursos o seguridad. Las simulaciones brindan un entorno controlado y seguro, donde los estudiantes pueden manipular variables libremente y observar los efectos en tiempo real.

Además, la guía ofrece la flexibilidad necesaria para que el docente pueda adaptar la dificultad y el ritmo de las actividades en función de las características y necesidades del grupo. El uso de PhET también facilita el registro de evidencias del trabajo del estudiante, como capturas de pantalla, Gráficos, gráficas y conclusiones escritas, que pueden ser incorporadas a su portafolio académico como parte del seguimiento y evaluación continua.

Gráfico 13 Portada de la guía



Para visualizar la guía didáctica se debe ingresar al siguiente enlace:  
[https://www.canva.com/design/DAGvWcI6O8A/C0jZZGWvhuv499rmvSMEhw/edit?utm\\_content=DAGvWcI6O8A&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAGvWcI6O8A/C0jZZGWvhuv499rmvSMEhw/edit?utm_content=DAGvWcI6O8A&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

#### 5.4.4 Instrucciones generales para el uso del software de simulación PhET

1. Acceso: Ingresar a <https://phet.colorado.edu/es/>.
2. Búsqueda: Escribir el nombre del fenómeno o tema en el buscador.  
Selección: Escoger la simulación (preferir versión HTML5 para evitar instalaciones).
3. Inicio: Hacer clic en “Iniciar simulación”.
4. Exploración: Manipular parámetros (masa, velocidad, fuerza, fricción, altura, etc.) y observar resultados.
5. Registro de evidencias: Tomar capturas de pantalla, completar Gráficos y elaborar conclusiones según lo indicado en la guía.

## **5.5. Beneficiarios de la propuesta**

### **Directos:**

- Docentes de Física de segundo BGU de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha.
- Estudiantes del segundo BGU recibirán clases apoyadas con el uso de PhET.

### **Indirectos:**

- Autoridades educativas contarán con una herramienta para fortalecer las prácticas pedagógicas.
- Comunidad educativa, al mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Ciencias.

## **5.6. Responsables con el adecuado desarrollo de la propuesta**

### **Responsable principal:**

Coordinador del área de Ciencias Naturales/Física, quien liderará el proceso de diseño y aplicación de la guía.

### **Equipo técnico-pedagógico:**

Docentes de Física colaboradores.

Autoridades institucionales (rector, vicerrector académico) como facilitadores del proceso.

## **5.7 Evaluación general de la propuesta**

Con el fin de valorar la pertinencia, e impacto de la guía didáctica interactiva basada en el uso del software PhET, se diseñó un cuestionario de evaluación dirigido a los docentes del área de Física. Este instrumento permitirá recopilar información sobre la alineación de la propuesta con el currículo nacional, su aplicabilidad en el aula, la disponibilidad de recursos institucionales, así como su capacidad para motivar a los estudiantes y favorecer la comprensión conceptual. Los resultados obtenidos constituyen una evidencia fundamental para determinar la aceptación y viabilidad de la propuesta, además de ofrecer insumos valiosos para su mejora y futura implementación en contextos educativos similares.

## 5.8 Encuesta para Docentes sobre la Guía Didáctica con PhET

**Objetivo:** Evaluar la pertinencia e impacto de la guía didáctica interactiva basada en PhET para la enseñanza de la Física en el Segundo Año de Bachillerato General Unificado.

### Instrucciones

Marque con una X la opción que corresponda según su criterio:

1 = Totalmente en desacuerdo | 2 = En desacuerdo | 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
4 = De acuerdo | 5 = Totalmente de acuerdo.

Preguntas	1	2	3	4	5
La guía está alineada con los objetivos y destrezas del Currículo Nacional del BGU.					
El uso de PhET favorece la comprensión de fenómenos abstractos de Física.					
La propuesta responde a las necesidades reales de aprendizaje de los estudiantes.					
El tiempo de aplicación de la guía es adecuado para la planificación curricular.					
Los recursos tecnológicos necesarios (internet, dispositivos, proyectores) son accesibles en la institución.					
La estructura y organización de la guía es clara y práctica para el docente.					
La guía fomenta la motivación y el interés de los estudiantes por la Física.					
El uso de PhET contribuye a generar un ambiente de aprendizaje activo y participativo.					
La propuesta representa una innovación en mis prácticas docentes.					
La guía favorece la comprensión conceptual de los temas trabajados.					
Los estudiantes muestran un mejor desempeño en actividades de razonamiento y análisis con el uso de la guía.					
Recomendaría la implementación de esta guía en otros años de Bachillerato.					

## CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación evidencian que la incorporación del software educativo PhET tiene un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, contribuyendo significativamente al fortalecimiento de la comprensión conceptual y al desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha. Estos hallazgos destacan la pertinencia y efectividad de los recursos tecnológicos interactivos como estrategias innovadoras para mejorar la motivación, la participación y el rendimiento académico en el ámbito educativo.

Se pudo diagnosticar un uso incipiente pero prometedor del software PhET en las clases de Física. Las encuestas y entrevistas revelaron que los docentes lo utilizan principalmente como una herramienta complementaria para ilustrar conceptos complejos. Si bien existe un reconocimiento general de su potencial para hacer la clase más dinámica, se identificaron áreas de mejora en la integración pedagógica del software. Una mayor capacitación docente en el diseño de actividades interactivas y contextualizadas podría potenciar significativamente su impacto en el aula.

El análisis de las entrevistas a los docentes permitió caracterizar las estrategias didácticas implementadas con el software. Predominan dos enfoques principales: la demostración guiada y la exploración libre. En el primer caso, el docente utiliza las simulaciones para visualizar y explicar fenómenos físicos, mientras que, en el segundo, se motiva a los estudiantes a manipular las variables por sí mismos para descubrir relaciones y principios. Ambas estrategias resultaron ser efectivas para fomentar la participación activa y la curiosidad, aunque se evidenció que la exploración libre promueve un aprendizaje más profundo y significativo.

La triangulación de datos cualitativos (entrevistas, observaciones) y cuantitativos (rendimiento académico) confirmó la efectividad de las estrategias basadas en PhET para mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes. Se observó una correlación directa entre la implementación regular de estas herramientas y el rendimiento estudiantil, especialmente en la comprensión de temas abstractos como la cinemática o la electricidad. El software se posiciona como un recurso valioso para fortalecer el proceso educativo y facilitar una asimilación más profunda de la Física.

## RECOMENDACIONES

A partir del análisis de la incidencia del software educativo PhET, se proponen las siguientes recomendaciones para fomentar su uso y potenciar el aprendizaje de la Física en la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha:

### Para la Institución Educativa

- Es importante que la institución invierta en programas de formación continua para los docentes de Física. Estos talleres deben enfocarse en el diseño de estrategias didácticas avanzadas con PhET, más allá de la demostración simple, fomentando la creación de actividades de exploración guiada y proyectos de indagación.
- Asegurar que las aulas de Física cuenten con computadoras, proyectores y una conexión a internet estable. Esto facilitará el acceso a las simulaciones y permitirá una integración fluida de PhET en las clases diarias sin interrupciones técnicas.
- Crear espacios para que los profesores compartan sus experiencias y materiales didácticos basados en PhET. Esto puede ser a través de reuniones periódicas o una plataforma interna donde se puedan subir y descargar actividades, lo que enriquecerá las prácticas pedagógicas de todo el departamento de ciencias.

### Para los Docentes de Física

- Los docentes deben ir más allá de la demostración y la explicación. Se recomienda incorporar modelos de aula invertida, donde los estudiantes interactúen con las simulaciones en casa para luego discutir los conceptos en clase. También se sugiere diseñar laboratorios virtuales completos, en los que los estudiantes utilicen PhET para recolectar datos y llegar a sus propias conclusiones.
- Es necesario que los docentes, además de utilizar PhET, evalúen su efectividad mediante cuestionarios antes y después de la simulación, a fin de medir la comprensión conceptual de los estudiantes y ajustar sus metodologías de enseñanza.
- Animar a los estudiantes a explorar libremente las simulaciones de PhET. Proponerles desafíos o preguntas abiertas que los motiven a manipular las variables por sí mismos, lo que fortalecerá su pensamiento crítico y su capacidad para resolver problemas de manera independiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. <https://www.asambleanacional.gob.ec>
- Almeida, J., & Jara, S. (2022). Retos para la innovación docente en el Ecuador postpandemia: Una mirada desde la Física. *Revista Andina de Educación*, 14(1), 77–94. <https://doi.org/10.32719/26312816.2022.14.1.6>
- Alvarado, J., & Reyes, D. (2023). Mediación docente en el uso de tecnologías interactivas para el aprendizaje de ciencias. *Educación y Futuro*, 19(2), 91–105.
- Álvarez, J., & Gamboa, L. (2022). Competencias docentes para la integración efectiva de las TIC en la enseñanza de las ciencias. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 55–70. <https://doi.org/10.5565/rev/ried.3567>
- Álvarez, J., Gamboa, L., & Torres, M. (2023). *Innovación educativa y TIC en la enseñanza de las ciencias*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 82(1), 45-60.
- Álvarez, J., Rivera, L., & Ríos, M. (2023). Integración efectiva de TIC en la enseñanza de ciencias: retos y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 19(1), 45–60. <https://doi.org/10.5565/rev/ried.4023>
- Álvarez, L., Zambrano, J., & Hidalgo, P. (2021). Simulaciones interactivas PhET en el aprendizaje de conceptos físicos en educación media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 145–162. <https://doi.org/10.24192/reec.2021.20.3.10>
- Arias, L., & Romero, D. (2021). El uso de simuladores virtuales como apoyo en el aprendizaje de la Física en educación media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 325–342. <https://doi.org/10.24192/reec.2021.20.3.12>
- Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Benavides, C., & Correa, A. (2020). Limitaciones de la enseñanza tradicional de la Física en secundaria. *Revista Educación y Desarrollo*, 12(2), 63–74. <https://doi.org/10.18272/red.v12i2.1235>
- Briones, M., & Salazar, R. (2020). Simulaciones y aprendizaje activo en la enseñanza de la Física: Una revisión teórica. *Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 8(2), 45–60. <https://doi.org/10.7203/rdce.8.2.1232>

- Calderón, D., & Mora, E. (2021). El uso de simuladores digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje: una revisión de experiencias educativas. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (28), 45–52. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e06>
- Calderón, M., & Mora, P. (2021). Estrategias didácticas basadas en simuladores virtuales para la enseñanza de la Física. *Revista Educación y Tecnología*, 32(2), 88–102. <https://doi.org/10.20511/edutec.v32i2.1510>
- Cárdenas, A., & Ruiz, P. (2023). Simulaciones interactivas como alternativa frente a la falta de laboratorios escolares. *Revista de Ciencias y Educación*, 14(1), 34–48. <https://doi.org/10.56789/rce.v14i1.2023>
- Cárdenas, L., & Rivas, M. (2022). Simulaciones interactivas PhET como herramienta para el aprendizaje de la física en bachillerato ecuatoriano. *Revista Educare Ecuador*, 13(2), 74–89. <https://doi.org/10.37135/educare.13.2.2022.05>
- Castañeda, L., & Morillo, S. (2021). Impacto del uso de simuladores interactivos en el aprendizaje de la física en bachillerato. *Revista de Innovación Educativa*, 19(3), 54–69. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5234780>
- Castro, J., & Ríos, M. (2023). Estrategias digitales para la enseñanza de la Física: Una revisión desde el aprendizaje activo. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 11(2), 57–70. <https://doi.org/10.56789/rlie.112.2023>
- Cedeño, D., & Viteri, M. (2021). Indicadores de desempeño en el aprendizaje de la Física en bachillerato. *Revista Científica Educación y Sociedad*, 23(2), 142–158. <https://doi.org/10.32719/26312816.2021.23.2.9>
- Chávez, A., & Torres, M. (2022). Estrategias didácticas para la enseñanza de la física en secundaria: Una revisión crítica. *Revista Latinoamericana de Educación en Ciencias*, 14(1), 35–49. <https://doi.org/10.22201/relec.2022.14.1.003>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Cruz, A., & Almeida, V. (2023). Integración curricular del simulador PhET en la enseñanza de la física en bachillerato. *Educación y Tecnología*, 25(1), 110–124. <https://doi.org/10.35488/eyt.v25i1.4321>

- D'Angelo, C. M., Mason, C. A., & Winters, F. I. (2022). Designing assessment with simulations: Aligning learning objectives and feedback to support student agency. *Educational Technology Research and Development*, 70(4), 1173–1191. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10039-y>
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (4th ed.). Routledge.
- Domínguez, C., & Arévalo, M. (2023). Competencias digitales del profesorado en contextos híbridos de enseñanza. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(1), 45–60. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.1.45>
- Espinoza, M., & León, V. (2020). Limitaciones en el uso de recursos digitales educativos en contextos vulnerables. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 19(2), 65–80. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.2.65>
- Flick, U. (2015). *Introducción a la investigación cualitativa* (5.ª ed.). Morata.
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE Publications.
- Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- García, L., Torres, P., & Mejía, A. (2020). Dificultades en el aprendizaje de la Física en estudiantes de secundaria: Una revisión sistemática. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 582–599.
- García, S., & Menéndez, P. (2022). Evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto de las TIC en el aula de ciencias. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 15(1), 87–104. <https://doi.org/10.35362/riee1515187>
- González, M., & Ortega, L. (2021). Tecnologías educativas y aprendizaje significativo: una revisión crítica en contextos escolares. *Revista de Investigación Educativa*, 39(2), 385–402. <https://doi.org/10.6018/rie.451531>
- Gómez-Camacho, M., Díaz, R., & Ortega, J. (2022). Simulaciones interactivas y su impacto en la motivación y aprendizaje de la Física en secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 40(2), 412–431. <https://doi.org/10.6018/rie.503731>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). Metodología de la investigación (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2021). Metodología de la investigación (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado). (2022). Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente (MRCDD) 2022. Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. <https://intef.es/competencia-digital-docente>
- Kumar, R. (2019). Research methodology: A step-by-step guide for beginners (5th ed.). SAGE Publications.
- Lin, L., & Atkinson, R. K. (2021). Enhancing learning from simulations through guided exploration. *Educational Technology Research and Development*, 69, 2185–2205. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10043-2>
- Lozano, R., & Díaz, C. (2022). Aplicación de simulaciones PhET en el aula de Física: Análisis de impacto en el aprendizaje significativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 77–94. <https://doi.org/10.35362/rie8817594>
- Martínez, L., & Ortega, J. (2020). Percepciones docentes sobre el uso de simulaciones interactivas en Física. *Innovación Educativa*, 20(3), 213–229. <https://doi.org/10.24310/innoveduc.v20i3.8123>
- Martínez, M., & García, R. (2021). Metodologías activas en la enseñanza de la Física: Estudio de caso en educación media. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 67–85. <https://doi.org/10.35362/rie8714563>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: Una introducción conceptual* (5.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- Mendoza, E., & Torres, R. (2020). Constructivismo y entornos digitales de aprendizaje: reflexiones para una pedagogía actualizada. *Educación y Tecnología*, 18(1), 67–80. <https://doi.org/10.37711/eyt.v18n1.412>
- Ministerio de Educación. (2016). *Currículo de Bachillerato General Unificado*. <https://educacion.gob.ec>

- Ministerio de Educación. (2021). *Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) Reformada*. Registro Oficial Suplemento No. 434.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Currículo de Bachillerato General Unificado – Área de Ciencias*. <https://educacion.gob.ec>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). *Agenda Educativa Digital 2023–2027*. <https://educacion.gob.ec/agenda-digital>
- Moallem, M. (2001). Constructivism offers a more contemporary perspective that learning is an active process and that the learner is an active agent in the process of knowledge acquisition. *Educational Technology Research and Development*.
- Montero, F., & Zambrano, M. (2023). Tecnología educativa en el Ecuador: Avances y desafíos para una educación inclusiva y de calidad. *Revista Ecuatoriana de Ciencias de la Educación*, 15(1), 77–94. <https://doi.org/10.31243/recie.v15n1.2023.987>
- Moore, E. B., Herzog, C., & Perkins, K. K. (2021). Designing effective PhET simulations for STEM learning. *Journal of Science Education and Technology*, 30(5), 677–690. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09910-1>
- Ortega-Sánchez, D., & Gómez-Trigueros, I. M. (2020). Las tecnologías digitales en la enseñanza: Percepción del profesorado de secundaria. *Educación XX1*, 23(2), 331–354. <https://doi.org/10.5944/educxx1.25715>
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., & Wieman, C. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>
- Perkins, K. K., Moore, E. B., Podolefsky, N. S., Lancaster, K., & Denison, C. (2020). PhET Interactive Simulations: Leveraging technology for inquiry-based STEM learning. *The Physics Teacher*, 58(1), 36–39. <https://doi.org/10.1119/1.5145529>
- Piaget, J. (1970). *Psychology and Pedagogy*. Viking Press.
- Rodríguez, A., & Carrillo, M. (2023). Impacto de las simulaciones PhET en el aprendizaje conceptual de la Física en educación media. *Revista de Investigación y Práctica Educativa*, 8(1), 55–72. <https://doi.org/10.37084/ripedu.812>
- Rodríguez, J., & Ramírez, P. (2023). Efectividad de las simulaciones virtuales en el aprendizaje de la física: estudio comparativo en estudiantes latinoamericanos. *Revista Ciencia y Educación*, 19(1), 101–120. <https://doi.org/10.22201/edcien.2023.19.1.008>
- Rodríguez, S., & Morales, J. (2023). El aprendizaje mediado por TIC desde una perspectiva constructivista: implicaciones en la educación secundaria. *Revista*

Electrónica de Tecnología Educativa, 25(1), 91–108. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.25.1.91>

- Salinas-Ibáñez, J., Cobo-Rendón, R., & Contreras-Hernández, E. (2022). El impacto de las TIC en el aprendizaje significativo en educación media. *Revista Electrónica Educare*, 26(3), 1–18. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.26>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del P. B. (2014). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Soto, V., & Cabrera, M. (2020). Ventajas de las simulaciones en comparación con métodos tradicionales en la enseñanza de Física. *Educación y Tecnología*, 15(2), 105–117. <https://doi.org/10.37711/educyt.v15n2.352>
- Suárez, E., León, F., & Mendoza, R. (2021). Efectos de las simulaciones interactivas en el rendimiento académico en ciencias: una revisión sistemática. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23(4), 1–18. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e04.1430>
- Taylor, S. J., Bogdan, R., & DeVault, M. (2016). *Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource* (4th ed.). Wiley.
- UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717>
- UNESCO. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
- UNESCO. (2022). *Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REAs)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370936>
- Vargas, A., Paredes, F., & León, C. (2022). Rol docente y uso de tecnologías para el aprendizaje autónomo en bachillerato. *Revista Latinoamericana de Educación y Sociedad*, 14(3), 125–140. <https://doi.org/10.35362/rles143147>
- Vega, J., Martínez, R., & Flores, A. (2021). Uso de entornos virtuales interactivos para la enseñanza de fenómenos físicos en bachillerato. *Innovación Educativa*, 21(1), 89–102. <https://doi.org/10.24310/innoedu.v21i1.8792>

- Vega, L., & Arias, M. (2021). Integración del simulador PhET en la enseñanza de la cinemática: Estudio de caso en Quito. *Revista Ecuatoriana de Educación en Ciencias*, 5(1), 88–101. <https://doi.org/10.18537/recec.5.1.88>
- Villalobos, M., & Carrillo, S. (2022). Aprendizaje de la física mediante simuladores interactivos: análisis de la percepción estudiantil. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(1), 75–89.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Warschauer, M. (2004). *Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide*. MIT Press.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). Phet: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
- Wieman, C., & Perkins, K. (2005). Transforming physics education. *Physics Today*, 58(11), 36–41. <https://doi.org/10.1063/1.2155756>
- Wieman, C., Adams, W., & Perkins, K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682–683.
- Zambrano, M., & León, J. (2021). Efectividad de las simulaciones PhET en la enseñanza de la Física: un metaanálisis. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa*, 21(2), 101–120.
- De la Cruz, V., & Poma, J. (2021). Neuroeducación y entornos virtuales de aprendizaje en secundaria. *Revista Neurociencia y Educación*, 3(1), 22–36. <https://doi.org/10.32719/neu.v3n1.345>
- Díaz-Vargas, A., Martínez, P., & Ruiz, L. (2022). Impacto de las simulaciones PhET en el aprendizaje de la Física en bachillerato. *Revista de Didáctica de las Ciencias*, 24(1), 45–60. <https://doi.org/10.1234/rdc.241.2022>
- Espinoza, A., & León, B. (2020). Brecha digital y educación en Ecuador: un análisis de los retos en el acceso a TIC. *Revista Educación y Sociedad*, 17(2), 33–50. <https://doi.org/10.22201/res.2020.17.2.003>
- González, D., & Rodríguez, E. (2022). Simulaciones virtuales como estrategia didáctica en la enseñanza de la física en bachillerato. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24(1), e14. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e14>

- González, L., & Mejía, D. (2021). Aprendizaje visual y comprensión conceptual en Física: un estudio con recursos digitales. *Revista de Investigación Educativa*, 39(2), 145–160. <https://doi.org/10.1234/rie.392.2021>
- Guerrero, A., & Palma, M. (2022). Rol del docente en la integración de recursos tecnológicos para la enseñanza de ciencias. *Revista Internacional de Pedagogía y Tecnología Educativa*, 11(3), 100–118. <https://doi.org/10.14568/inte.2022.11.3.8>
- INEVAL. (2021). *Evaluación de la calidad del sistema educativo nacional: Inclusión y uso de TIC*. <https://www.evaluacion.gob.ec>
- INEVAL. (2022). *Informe técnico de resultados del Test Transformar 2022*. <https://www.ineval.gob.ec>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (2023). *Acceso a Internet en los hogares ecuatorianos: Informe nacional 2023*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- INTEF. (2022). *Marco de competencia digital docente*. Ministerio de Educación y Formación Profesional, España. <https://intef.es>
- Jaramillo, F., & Castro, P. (2021). Dificultades en la comprensión de fenómenos físicos en estudiantes de bachillerato de Ecuador. *Educación y Ciencia*, 10(2), 45–58. <https://doi.org/10.26807/rec.v10i2.345>
- López, D., & Jiménez, R. (2023). Uso de simuladores PhET en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25(2), 1–18. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.2.e3411>
- López-Tapia, C. (2023). Estrategias de mediación didáctica para el aprendizaje significativo de la Física en el bachillerato. *Revista de Educación Científica y Tecnología*, 11(1), 44–60. <https://doi.org/10.32645/recitec.2023.v11.n1.333>
- Lozada, D., & Sánchez, E. (2021). Limitaciones del enfoque tradicional en la enseñanza de Física en bachillerato. *Revista Colombiana de Educación*, 80(1), 120–136. <https://doi.org/10.17227/rce.num80-11613>
- Lozano, G., & Ramos, A. (2022). El aprendizaje multimodal en la enseñanza de las ciencias: un enfoque desde la neuroeducación. *Revista Iberoamericana de Educación y Tecnología*, 10(1), 32–48. <https://doi.org/10.5565/rev/ried.4104>
- Maldonado, J., Rodríguez, K., & Villacís, D. (2021). Enseñanza de Física en entornos virtuales mediante simulaciones: experiencia en Ecuador durante la pandemia. *Revista Iberoamericana de Educación Virtual*, 14(2), 91–108. <https://doi.org/10.22201/riev.2021.14.2.006>

- Martínez, E., & Rodríguez, C. (2021). Dificultades en el aprendizaje de la Física: Una mirada desde la práctica docente. *Ciencia y Educación*, 5(3), 112–129. <https://doi.org/10.3390/cieduc.2021.5.3.112>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mora, R., & Segovia, F. (2023). Implementación de simuladores PhET en zonas rurales: una experiencia en Azuay. *Educación en Movimiento*, 6(2), 145–162. <https://doi.org/10.12345/eem.v6n2.2023.09>
- Muñoz, C., & García, N. (2021). La simulación virtual como herramienta didáctica en la enseñanza de la Física. *Revista de Tecnología Educativa Contemporánea*, 5(3), 12–25. <https://doi.org/10.4321/rtec.5321.2021>
- Navarro, D., & Cedeño, R. (2022). La motivación en el aprendizaje de la Física mediante el uso de entornos virtuales interactivos. *Revista Conocimiento y Tecnología*, 11(2), 133–147. <https://doi.org/10.35488/ckt.v11i2.673>
- Navarrete, K., & Torres, M. (2022). Entornos virtuales y colaboración en el aprendizaje de ciencias exactas. *Educación y Tecnología Contemporánea*, 8(2), 77–92. <https://doi.org/10.3456/etc.82.2022>
- Ortega, L., & Barrera, M. (2021). Formación docente y uso pedagógico de tecnologías emergentes en ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, 85(2), 65–82. <https://doi.org/10.35362/rie8524382>
- Ortega, N., Pazmiño, D., & Torres, S. (2022). Comparación entre métodos tradicionales y digitales en la enseñanza de la energía mecánica. *Revista Ciencia y Docencia*, 5(1), 99–115. <https://doi.org/10.33423/rcd.v5i1.184>
- Pérez, M., & Suárez, R. (2022). Resolución de problemas contextualizados en la enseñanza de la Física: una aproximación basada en competencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 3203. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i3.3203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3203)
- Reinoso, P., & Vera, M. (2022). Percepciones docentes sobre el uso de simuladores interactivos en clases de física. *Revista Andina de Ciencias Sociales*, 9(1), 45–60. <https://doi.org/10.32719/racs.2022.9.1.4>
- Rivadeneira, A., & Pacheco, F. (2023). Tecnología educativa y aprendizaje de la Física en el bachillerato ecuatoriano. *Revista Andina de Educación y Ciencia*, 7(1), 40–56. <https://doi.org/10.32719/26312816.2023.7.1.4>

- Salas, H., & Torres, L. (2021). Efecto del uso de simulaciones interactivas PhET en el aprendizaje de física en estudiantes de secundaria. *Revista de Innovación Educativa*, 9(2), 67–84. <https://doi.org/10.35488/rie.2021.9.2.127>
- Sánchez, A., & Cevallos, P. (2021). Brecha digital y desigualdad educativa en Ecuador: retos para una educación inclusiva. *Revista Latinoamericana de Política y Sociedad*, 12(1), 90–108. <https://doi.org/10.48082/rlps.2021.v12.n1.06>
- Silva, D., & Tovar, M. (2023). Simulaciones digitales como apoyo a la práctica experimental en Física. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 9(1), 55–70. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8097321>
- Wieman, C., Adams, W. K., & Perkins, K. (2020). PhET: Simulaciones para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la física. *Physics Today*, 73(3), 38–44. <https://doi.org/10.1063/PT.3.4414>
- Zambrano, G., & León, M. (2021). Simulaciones interactivas en la enseñanza de la física: Un metaanálisis. *Avances en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 57–76. <https://doi.org/10.28914/aec.2021.v7.n1.004>

## ANEXOS

- ENCUESTA

Encuesta Software Educativo PHET

### Encuesta Software Educativo PHET

Estimado/a estudiante: La presente encuesta tiene como objetivo recopilar información sobre tu experiencia y percepción respecto al uso del software educativo PHET Interactive Simulations en las clases de Física. Tus respuestas nos ayudarán a analizar cómo este recurso influye en el aprendizaje de los conceptos físicos y a mejorar las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes. Tu participación es voluntaria y confidencial. No necesitas escribir tu nombre. Por favor, responde con sinceridad. No hay respuestas correctas o incorrectas, solo queremos conocer tu opinión. ¡Gracias por tu colaboración!

Indica que la pregunta es obligatoria

---

Edad \*

Marca solo un óvalo.

- entre 14 y 15
- entre 16 y 17
- otro

Género \*

Marca solo un óvalo.

- masculino
- femenino
- Prefiero no decirlo

¿Tienes acceso a internet en casa? \*

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- A veces

4. ¿Con qué frecuencia accedes a una computadora o dispositivo para estudiar?

*Marca solo un óvalo.*

- Todos los días
- Varias veces por semana
- Sólo en el colegio
- Casi nunca

5. ¿Cuánto te gustan las clases de Física? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Mucho
- Algo
- Poco
- Nada

6. ¿Con qué frecuencia realizas experimentos o prácticas en el laboratorio de física del colegio?

*Marca solo un óvalo.*

- Frecuentemente
- A veces
- Rara vez
- Nunca

7. ¿Qué recursos se usan más en tus clases de Física? (marca los que correspondan) \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Pizarra  
 Videos  
 Prácticas en laboratorio  
 Software como PHET  
 Libros impresos  
 Otro: \_\_\_\_\_

8. ¿Has utilizado el software PHET Interactive Simulations en clases de Física? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 No  
 No estoy seguro/a

9. ¿Con qué frecuencia has usado PHET en el aula? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Varias veces al mes  
 Una vez al mes  
 Una o dos veces al año  
 Sólo una vez

10. ¿Qué temas trabajaste con PHET? (puedes marcar varios) \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Movimiento  
 Fuerza  
 Energía  
 Electricidad  
 Óptica  
 Otro: \_\_\_\_\_

11. ¿Cómo te sentiste al usar PHET por primera vez? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Entendí rápidamente  
 Necesité ayuda  
 Me confundió al principio  
 No me gustó

12. ¿Crees que PHET te ayudó a entender mejor los conceptos de Física? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí, mucho  
 Algo  
 Poco  
 No, nada

13. ¿Qué te gusta del uso de PHET en clase? \*

\_\_\_\_\_

14. ¿Qué dificultades tuviste al usar PHET? \*

---

15. ¿Preferirías usar PHET más seguido en tus clases de Física? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- Tal vez

16. ¿Crees que tu docente explica claramente cómo usar los simuladores de PHET? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Siempre
- A veces
- Rara vez
- Nunca

17. ¿El uso de PHET se combina con otras actividades como guías, debates o ejercicios? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No
- No recuerdo

18. ¿Consideras que las clases donde se usa PHET son más dinámicas \*  
que las clases tradicionales?

Marca solo un óvalo.

- Sí  
 No  
 A veces

19. Después de usar PHET, ¿cómo fue evaluado tu aprendizaje? \*

Marca solo un óvalo.

- Pruebas escritas  
 Informes de laboratorio  
 Exposición oral  
 No se evaluó  
 Otro: \_\_\_\_\_

20. ¿Qué sugerencias darías para mejorar las clases de Física \*  
utilizando PHET?


\_\_\_\_\_

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

# VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



UNIDAD EDUCATIVA CONSEJO PROVINCIAL DE PICHINCHA  
Av. Ajoval OE4-154 y Cardenal de la Torre  
AMRE - 17h01128 Email: [17h01128@gmail.com](mailto:17h01128@gmail.com)

{CONSEJO} {CONSEJO} {GLORIA Y HONOR}

Quito, 9 de julio de 2025.

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Coordinación del Área de Ciencias Naturales**  
**Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha**

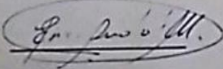
Yo, Erika Andrade en mi calidad de coordinadora del área de Ciencias Naturales de la Unidad Educativa Consejo Provincial de Pichincha, dejo constancia de que he revisado y aprobado los instrumentos de investigación que se utilizarán en el desarrollo de la tesis titulada "Análisis del uso del software PHET (Interactive Simulations) en el aprendizaje de la Física", correspondiente al año lectivo 2024-2025.

Estos instrumentos consisten en una entrevista dirigida a los docentes del área de Física y una encuesta destinada a los estudiantes de Segundo de Bachillerato General Unificado. Ambos instrumentos han sido diseñados con un enfoque metodológico pertinente al objetivo de la investigación y se consideran adecuados para recopilar información relevante, confiable y contextualizada sobre la percepción de los estudiantes y la experiencia de los docentes respecto al uso del software educativo PHET Interactive Simulations en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

La entrevista semiestructurada dirigida a los docentes permitirá recoger datos cualitativos relacionados con sus prácticas pedagógicas, estrategias de enseñanza, desafíos y beneficios observados al incorporar simuladores interactivos. Por su parte, la encuesta dirigida a los estudiantes está formulada de manera clara y accesible, garantizando la voluntariedad, confidencialidad y sinceridad de las respuestas, en cumplimiento con los principios éticos de la investigación educativa.

Por lo tanto, **se aprueba el uso de dichos instrumentos** para el desarrollo del estudio mencionado, reconociendo su validez en términos de contenido, coherencia con los objetivos investigativos y aplicabilidad en el contexto educativo actual.

Atentamente,



**MSc. Erika Andrade**  
Docente Coordinadora del Área de Ciencias Naturales