

SIMULADOR PHET Y LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICO-TÉCNICAS EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

PhET simulator and scientific-technical skills in high school students

Simulador PhET e competências técnico-científicas em estudantes do ensino médio

Ing. Inés Alexandra Erazo López ^{*1}, <https://orcid.org/0009-0008-5590-2585>

Lic. Glencora Teresa Coronel Acosta ², <https://orcid.org/0009-0002-7036-4830>

MSc. Wellington Isaac Maliza Cruz ³, <https://orcid.org/0009-0005-1426-583X>

MSc. Félix Agustín Bravo Faytong ⁴, <https://orcid.org/0000-0001-9940-9276>

¹ Unidad Educativa Liceo Policial, Ecuador

² Unidad Educativa Nueve de Octubre, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador

⁴ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador

*Autor para correspondencia. email ines.erazo@educacion.gob.ec

Para citar este artículo: Erazo López, I. A., Coronel Acosta, G. T., Maliza Cruz, W. I. y Bravo Faytong, F. A. (2024). Simulador PhET y las competencias científico-técnicas en estudiantes de bachillerato. *Maestro y Sociedad*, 21(3), 1340-1350. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: La investigación presente se enfoca en cómo el simulador PhET mejora las competencias científico-técnicas en estudiantes de bachillerato. Las dificultades en la enseñanza de Física y los bajos resultados en evaluaciones nacionales, se plantea el uso de PhET en el estudio del movimiento ondulatorio, siendo el objetivo el emplear el simulador PhET como herramienta pedagógica para el análisis del movimiento ondulatorio, con el fin de potenciar las competencias científico-técnicas de estudiantes del tercer año de bachillerato general unificado de la Unidad Educativa Liceo Policial. Materiales y métodos: Se utilizó un enfoque mixto de investigación, con un alcance descriptivo y a su vez aplicativo, para examinar cómo PhET influye en las habilidades científicas de los estudiantes. También, la investigación es cuasiexperimental, con dos grupos, uno experimental y otro de control, recolectando los datos a través de las pruebas (Pre-Test y Post-Test) a 70 estudiantes y entrevistas a dos docentes. Resultados: El estudio reveló mejoras significativas en las competencias científico-técnicas de los estudiantes tras el uso del simulador PhET, especialmente en Interpretación de Datos y Utilización de Herramientas de Investigación e instrumentos tecnológicos. Las entrevistas a los docentes confirmaron que las prácticas de laboratorio y las herramientas tecnológicas, como PhET, favorecen el aprendizaje de las ciencias. Discusión: La investigación revela que los simuladores PhET mejoran las competencias científico-técnicas de los estudiantes de Física. Los resultados del Pre-Test y Post-Test indican mejoras en la comprensión y aplicación de conocimientos. Las entrevistas a docentes respaldan la integración de estas herramientas tecnológicas en la enseñanza, destacando su impacto positivo en el aprendizaje. Conclusiones: Las competencias científico-técnicas se fortalecen en el estudio de la Física mediante el uso del simulador PhET, apoyando notablemente al desarrollo de las ciencias en los estudiantes de tercero bachillerato.

Palabras clave: Simulador PhET, Competencias científico-técnicas, Física, estrategias pedagógicas, enseñanza.

ABSTRACT

Introduction: The present research focuses on how the PhET simulator improves scientific-technical skills in high school students. The difficulties in teaching Physics and the low results in national assessments, the use of PhET in the study of wave motion is proposed, being the objective to use the PhET simulator as a pedagogical tool for the analysis of wave motion, in order to enhance the scientific-technical skills of students in the third year of unified general high school of the Liceo Policial Educational Unit. Materials and methods: A mixed research approach was used, with a descriptive and at the same time applicative scope, to examine

how PhET influences the scientific skills of students. Also, the research is quasi-experimental, with two groups, one experimental and one control, collecting data through tests (Pre-Test and Post-Test) to 70 students and interviews with two teachers. Results: The study revealed significant improvements in students' scientific-technical skills after using the PhET simulator, especially in Data Interpretation and Use of Research Tools and technological instruments. Interviews with teachers confirmed that laboratory practices and technological tools, such as PhET, favor science learning. Discussion: The research reveals that PhET simulators improve the scientific-technical skills of Physics students. The results of the Pre-Test and Post-Test indicate improvements in the understanding and application of knowledge. Interviews with teachers support the integration of these technological tools in teaching, highlighting their positive impact on learning. Conclusions: Scientific-technical skills are strengthened in the study of Physics through the use of the PhET simulator, notably supporting the development of science in third-year high school students.

Keywords: PhET simulator, Scientific-technical skills, Physics, pedagogical strategies, teaching.

RESUME

Introdução: A presente pesquisa tem como foco como o simulador PhET melhora as habilidades técnico-científicas em estudantes do ensino médio. Devido às dificuldades no ensino de Física e aos baixos resultados nas avaliações nacionais, propõe-se a utilização do PhET no estudo do movimento ondulatório, tendo como objetivo utilizar o simulador PhET como ferramenta pedagógica para análise do movimento ondulatório, a fim de aprimorar as competências técnico-científicas dos alunos do terceiro ano do ensino médio geral unificado da Unidade Educacional Policial do Liceo. Materiais e métodos: Uma abordagem de pesquisa mista, com escopo descritivo e ao mesmo tempo aplicativo, foi utilizada para examinar como o PhET influencia as habilidades científicas dos alunos. Além disso, a pesquisa é quase-experimental, com dois grupos, um experimental e outro controle, coletando dados por meio de testes (Pré-Teste e Pós-Teste) de 70 alunos e entrevistas com dois professores. Resultados: O estudo revelou melhorias significativas nas competências técnico-científicas dos alunos após a utilização do simulador PhET, especialmente na Interpretação de Dados e Utilização de Ferramentas de Pesquisa e instrumentos tecnológicos. As entrevistas com professores confirmaram que as práticas laboratoriais e as ferramentas tecnológicas, como o PhET, promovem a aprendizagem das ciências. Discussão: A pesquisa revela que os simuladores PhET melhoram as habilidades técnico-científicas dos estudantes de Física. Os resultados do Pré-Teste e Pós-Teste indicam melhorias na compreensão e aplicação do conhecimento. As entrevistas com professores apoiam a integração destas ferramentas tecnológicas no ensino, destacando o seu impacto positivo na aprendizagem. Conclusões: As competências técnico-científicas são fortalecidas no estudo da Física através da utilização do simulador PhET, apoiando notadamente o desenvolvimento da ciência nos alunos do terceiro ano do ensino médio.

Palavras-chave: Simulador PhET, Competências técnico-científicas, Física, estratégias pedagógicas, ensino.

Recibido: 21/12/2023 Aprobado: 15/2/2024

INTRODUCCIÓN

El estudio de las ciencias en la secundaria generalmente abarca asignaturas como Física, Química, Biología y afines, las cuales son imprescindibles si se busca entender el mundo en que se vive, como las sociedades han desarrollado y continúan desarrollándose en la actualidad. Tratar que los estudiantes de secundaria puedan alcanzar dicho entendimiento, muchas veces se puede volver una experiencia titánica para el docente, y mucho más si no se cuenta con los medios adecuados para relacionar las ciencias con el mundo real. La Física, es una ciencia natural que explica los fenómenos que rigen el universo. Sin embargo, en ocasiones, su enseñanza puede presentar dificultades. En tales circunstancias, el presente estudio busca abordar la relación entre el uso del simulador PhET y las competencias científico-técnicas de estudiantes de bachillerato.

Para establecer dicha relación es importante abordar las dificultades que se han detectado en la enseñanza de las ciencias naturales, y más específicamente en la Física. Un derrotero que manifiesta los problemas en la educación media y en concreto en las ciencias, es la prueba PISA para el Desarrollo (PISA-D), en la cual Ecuador participó en el 2017, y esta evaluó las competencias de estudiantes de 15 años en lectura, matemáticas y ciencias, así como su capacidad para aplicar esos conocimientos en contextos cotidianos. Se administró con estudiantes de primero y segundo bachillerato de distintas unidades educativas de todo el país, de las cuales el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2018), presentó que:

El desempeño promedio de Ecuador en ciencias es de 399, correspondiente al nivel 1a. En Ecuador, el 39,2% de estudiantes alcanzó el nivel 1a, siendo este el nivel modal en el país. Sin embargo, es importante mencionar que un 42,7% de estudiantes alcanzaron niveles superiores al 1a, el 30,5% de estudiantes alcanzaron el nivel 2, un 10,9% el nivel 3, y un 1,4% el nivel 4. En Ecuador, un 16,2% de estudiantes alcanzaron el nivel 1b en ciencias, y el 1,9% se ubicó por debajo de ese nivel. (p. 45).

Según los datos anteriores, los mayores porcentajes se ubican en los niveles 1a, 1b y 2, los cuales son los niveles básicos dentro de la escala niveles de desempeño en las pruebas PISA-D. En los niveles mencionados, los estudiantes exhiben competencias muy elementales. Sus habilidades se limitan a tareas sencillas, como identificar partes relevantes de un problema o aplicar procedimientos básicos. Cabe mencionar que, la prueba PISA se realiza cada cuatro años, fue suspendida por pandemia, pero se retoma con un cronograma que va del 2023 al 2026.

Sobre evaluaciones a nivel nacional, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2023a), presentó los resultados del periodo lectivo 2022-2023, en el caso específico de Física, asignatura del nivel bachillerato, el promedio nacional fue de 693 de 1000, ubicándose en un nivel de Desempeño Elemental (DE), cuya descripción menciona 'Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos por el estándar'. En dicho nivel, se ubica el 70% de los estudiantes de bachillerato evaluados en el área de Física.

Con respecto al Informe Institucional de Resultados Ser Estudiante 17H00232- LICEO POLICIAL, la evaluación INEVAL (2023b) del periodo 2022-2023, presenta los siguientes resultados:

El 57,1 % de los estudiantes del nivel de Bachillerato alcanzaron el nivel de logro mínimo de competencia (700 puntos), mientras que el 42,9 % superó el mismo. El nivel de logro Elemental predominó en el campo de Física, es decir, el 57,1 % obtuvo promedios entre 600 a 699 puntos (p. 30).

Por los resultados de las evaluaciones, tanto de nivel mundial, como nacional y local, determinan que existe un problema que hay que abordar en la asignatura de Física, las causas pueden ser variadas y afectan tanto a docentes como estudiantes. En este mismo sentido, la Comisión sobre la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria (2018), de la Real Sociedad Española de Física, establece varias causales a tomar en cuenta, en la enseñanza de la Física, entre ellos, el desarrollo curricular, la formación docente, el interés del estudiante, pruebas de acceso a la educación superior, entre otros. De igual manera, el trabajo de Bohórquez (2024), señala que las ciencias naturales incluyendo la Física, demanda un análisis de los procesos educativos, relacionando la realidad cotidiana a los conceptos y emplear las TIC para potenciar el aprendizaje en los educandos.

Con el fin de corresponder a las necesidades actuales de enseñanza de la Física, se vuelve pertinente la integración de las TIC, el uso de entornos y herramientas virtuales que estimulen las prácticas que exige esta ciencia. Uno de los aspectos más sobresalientes de la enseñanza de la Física son las prácticas de laboratorios o prácticas experimentales. Estos espacios pueden encontrarse en las unidades educativas tanto particulares como fiscales, y su fin es unir la teoría y la práctica. En este contexto, Conejo-Villalobos et al. (2019), argumentan que la enseñanza de la Física no puede estar desvinculada de la tecnología y que los laboratorios virtuales y las simulaciones favorecen significativamente el aprendizaje en dicha ciencia. En la misma idea, diferentes estudios sostienen que, las prácticas de laboratorio son altamente beneficiadas al contar con tecnologías que permiten reproducir fenómenos físicos y entender de mejor manera el mundo que nos rodea (Bravo et al., 2019; Duarte et al., 2021; Pérez, 2018).

Dentro de los escenarios tecnológicos que se utilizan como alternativa al laboratorio físico tenemos los laboratorios virtuales, remotos y simuladores, así como también, tecnologías de realidad aumentada. Para el presente estudio, se aborda al simulador, el cual es un software que reproduce fenómenos naturales o una situación cotidiana, tomando en cuenta que su objetivo es replicar la realidad con el fin que el usuario practique, tome decisiones y aprenda sin riesgos (Ridge, 2023). Varios estudios destacan que la utilización de los simuladores en la asignatura de Física favorece a la comprensión abstracta de conceptos, la motivación, el aprendizaje en el área de conocimientos, entre otros beneficios (Quizhpi, 2023; Duarte et al., 2021; Sánchez & Sánchez, 2020; Plano et al., 2019).

En el mundo de las simulaciones, se puede encontrar una amplia variedad de ellas acorde al área de aplicación del conocimiento. En concreto, la asignatura de Física, cuenta con simuladores como: PhET Interactive Simulations, Vascak, Educaplus, Edumedias, Walter Fent, GeoGebra, entre muchos otros. La presente investigación, integra la utilización de PhET Interactive Simulations o simplemente PhET, el cual es un laboratorio en línea elaborado por la Universidad de Colorado en Boulder, de modo que provee simulaciones científicas gratuitas, interactivas y basadas en varias ciencias naturales y matemática, de allí que puede ser utilizada tanto por el docente como por los estudiantes. A su vez, su diseño es parecido a un video juego, es intuitivo y promueve el aprendizaje por descubrimiento (PhET Interactive Simulations, 2024).

Con el fin de integrar adecuadamente la simulación PhET, se revisó el Marco Curricular Competencial de Aprendizajes, el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC, 2023) menciona que las competencias científico-técnicas proporcionan la comprensión de conceptos y los conocimientos teóricos de las ciencias, emplean procesos prácticos, habilidades de la investigación científica y tecnológica para explicar el entorno, buscar soluciones a situaciones diferentes que se presentan en el contexto. Estas competencias son medibles y observables, lo que

significa que pueden ser evaluadas y cuantificadas para valorar su desarrollo y evolución. Las competencias de este tipo para el nivel de bachillerato, según MINEDUC (2023) que se relacionan con el siguiente estudio son:

- Interpreta datos y los representa mediante tablas, gráficos y esquemas relacionados con información científica, empleando diferentes sistemas, unidades e instrumentos de medición para el registro de datos y desarrollo de aplicaciones de información (p. 55).
- Utiliza estrategias de pensamiento para la comprensión, abstracción, inferencias y síntesis de la información, para desarrollar hipótesis explicativas de los fenómenos.
- Utiliza herramientas de investigación e instrumentos tecnológicos en el estudio de fenómenos naturales mediante la experimentación, con interés y curiosidad científica.
- Explica los fenómenos naturales utilizando herramientas tecnológicas disponibles y propone acciones que contribuyen a mitigar problemas ambientales que afectan su entorno.

Para evaluar las competencias señaladas en los estudiantes en la materia de Física, se consideran las siguientes destrezas con criterio de desempeño sobre movimiento ondulatorio (MINEDUC, 2021):

- CN.F.5.3.1. Describir las relaciones de los elementos de la onda: amplitud, periodo y frecuencia, mediante su representación en diagramas que muestren el estado de las perturbaciones para diferentes instantes.
- CN.F.5.3.2. Reconocer que las ondas se propagan con una velocidad que depende de las propiedades físicas del medio de propagación, en función de determinar que esta velocidad, en forma cinemática, se expresa como el producto de frecuencia por longitud de onda.
- CN.F.5.3.3. Clasificar los tipos de onda (mecánica o no mecánica) que requieren o no de un medio elástico para su propagación, mediante el análisis de las características y el reconocimiento de que la única onda no mecánica conocida es la onda electromagnética, diferenciando entre ondas longitudinales y transversales con relación a la dirección de oscilación y la dirección de propagación.
- CN.F.5.3.4. Explicar fenómenos relacionados con la reflexión y refracción, utilizando el modelo de onda mecánica (en resortes o cuerdas) y formación de imágenes en lentes y espejos, utilizando el modelo de rayos. (pp. 84-85)

Por todo lo anteriormente mencionado, el problema de estudio radica en cómo el uso de la simulación PhET desarrolla las habilidades específicas en el ámbito científico y técnico, en consecuencia, se genera la siguiente interrogante, ¿Cómo afecta el uso de PhET a la comprensión de conceptos, la resolución de problemas y la aplicación práctica de conocimientos en los estudiantes de bachillerato? De ahí que, esta investigación busca resolver la interrogante y proporcionar información pertinente para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en el contexto educativo de la Unidad Educativa Liceo Policial. A partir de esta problemática se establece el objetivo de emplear el simulador PhET como herramienta pedagógica para facilitar el análisis del movimiento ondulatorio, con el fin de potenciar las competencias científico-técnicas en los estudiantes del tercer año de bachillerato general unificado de la Unidad Educativa Liceo Policial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio involucró un enfoque mixto de investigación, este enfoque permitió utilizar elementos tanto de enfoque cualitativo, como las entrevistas a docentes, y del cuantitativo, las evaluaciones a los estudiantes y el análisis de estadística descriptiva, de manera que provee resultados más integrales del problema que se estudia (Godoy, 2022), en este caso concreto, cómo las simulaciones PhET influyen en las competencias científico-técnicas de los estudiantes, de la asignatura de Física. Por lo mencionado anteriormente, la investigación también se enmarca en una investigación de alcance tipo descriptivo, debido a que se detallan los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos tanto a docentes como estudiantes. Así también, la investigación es aplicada puesto que, se realiza el empleo del Simulador PhET de forma práctica con los estudiantes. A su vez, se empleó un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental y otro de control, puesto que, no se realizó al azar la formación de los grupos, sino que son grupos intactos o naturales (Hernández y Mendoza, 2018). Los grupos están formados por estudiantes de la Unidad Educativa del Liceo Policial de Quito, específicamente del año lectivo 2023-2024, pertenecientes al tercero de bachillerato.

La población total en el tercero de bachillerato en las jornadas matutina y vespertina es de 176 estudiantes, los cuales están divididos en cinco paralelos, tres de jornada matutina y dos de vespertina, así también el total de docentes

del bachillerato es de 22. Para selección de la muestra se usó un método no probabilístico intencional, tomando los paralelos A y B de la sección matutina que reciben la asignatura de Física, dando un total de 70 estudiantes. Por otro lado, los docentes que participan como muestra con el fin de recabar información pertinente, son los que imparten Física en dicho nivel, siendo en total dos docentes, uno de la jornada matutina y otro de la vespertina.

Con la finalidad de evaluar las competencias científico-técnicas de los estudiantes, se diseñó una prueba con seis ítems, los cuales abordan las destrezas enunciadas en el currículo priorizado de la asignatura de Física, sobre el movimiento ondulatorio. También, con la finalidad de analizar las competencias científico-técnicas, así como los modelos de enseñanza de los docentes de la asignatura de Física y si estos favorecen en el desarrollo de competencias del estudio, se aplicó una entrevista semiestructurada de diez preguntas, de las cuales tres son de formato cerrado y siete de formato abierto, la cual se respondió en un tiempo promedio de entrevista de 25 minutos.

Una vez definida la población y los instrumentos de recolección de datos, se procedió a la aplicación del Pretest a los estudiantes de ambos paralelos, los cuales ya tienen conocimientos acerca del movimiento ondulatorio, en específico sobre elementos de la onda: amplitud, periodo y frecuencia, clasificación y velocidad de ondas, y los fenómenos relacionados con la reflexión y refracción. La intervención se realizó en un tiempo de dos semanas, en las cuales se aplicaron en el grupo experimental tres simulaciones sobre los temas: Introducción de ondas, Reflexión y Refracción de la luz y Onda en una cuerda. Las simulaciones que se emplearon pertenecen a la plataforma web PhET Simulation Interactive, además, se utilizaron de la misma plataforma, las planificaciones, recursos y actividades brindadas a los docentes, con el fin proveer una experiencia de aprendizaje más completa y efectiva en la herramienta virtual.

Por otro lado, en el grupo de control se realizó las prácticas de laboratorio en el aula de clases, con materiales caseros y reciclables. Llegando a realizar experimentos de refracción de la luz en el ambiente áulico, aplicando una enseñanza más tradicional, la cual tiene como único recurso TIC, presentaciones Power Point, con el fin de analizar los contenidos. Después de llevar a cabo las actividades previamente mencionadas, se aplicó el Post-Test en ambos grupos, que es idéntico a la evaluación que se realizó anteriormente. Después de las evaluaciones (Pre-Test y Post-Test) y las entrevistas a los docentes, se tabuló toda la información recopilada, finalizando en la estadística descriptiva para presentar los resultados.

RESULTADOS

En esta sección, se presentan los aspectos claves de la investigación, iniciando con los resultados del Pre-Test en la Tabla 1. Hay que tener en cuenta que lo que se desea evaluar son las competencias científico-técnica, por lo cual los resultados se presentan en niveles de correcto o incorrecto.

Tabla 1 Resultados del Pre-Test

N°	Competencias Científico - Técnicas	3ro A		3ro B					
		Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto				
		f	%	f	%				
1	Interpreta datos y los representa mediante tablas, gráficos y esquemas relacionados con información científica, empleando diferentes sistemas, unidades e instrumentos de medición para el registro de datos y desarrollo de aplicaciones de información. (Destreza: CN.F.5.3.1.)	7	20,00	28	80,00	4	11,42	31	88,57
2	Utiliza estrategias de pensamiento para la comprensión, abstracción, inferencias y síntesis de la información, para desarrollar hipótesis explicativas de los fenómenos. (Destreza: CN.F.5.3.2.)	16	45,71	19	54,28	7	20,00	28	80,00
3	Utiliza herramientas de investigación e instrumentos tecnológicos en el estudio de fenómenos naturales mediante la experimentación, con interés y curiosidad científica. (Destreza: CN.F.5.3.3.)	11	31,42	24	68,57	13	37,14	22	62,85
4	Explica los fenómenos naturales utilizando herramientas tecnológicas disponibles y propone acciones que contribuyen a mitigar problemas ambientales que afectan su entorno. (Destreza: CN.F.5.3.4.)	10	28,57	25	71,42	14	40,00	21	60,00

Nota: Tabla detalla las competencias científico-técnicas que se evalúan y las frecuencias absolutas (f) y relativa (%) que se obtiene.

Al realizar un análisis sintetizado de los resultados, se evidencia que la competencia técnico-científica que evalúa la Interpretación de Datos (CN.F.5.3.1.), en el 3ro A el 20% pudo interpretar datos correctamente, mientras que en 3ro B, un menor porcentaje, 11.42%, interpretó datos correctamente. En la competencia Estrategias de Pensamiento (CN.F.5.3.2.), en el 3ro A casi la mitad, 45.71%, utilizó estrategias de pensamiento efectivamente, en cambio, en el 3ro B tan solo el 20% mostró habilidades de pensamiento adecuadas. En cuanto a la competencia sobre Herramientas de Investigación (CN.F.5.3.3.), en 3ro A el 31.42% utilizó herramientas de investigación correctamente, mientras que 3ro B el 37,14% usó adecuadamente herramientas de investigación. Y, por último, en la competencia Explicación de Fenómenos Naturales (CN.F.5.3.4.), en 3ro A, el 28.57% pudo explicar fenómenos naturales usando tecnología, sin embargo, en 3ro B un 40% logró explicar correctamente los fenómenos naturales mediante tecnologías.

En la Tabla 2 siguiente, se presentan los resultados obtenidos en la prueba Post-Test aplicada en ambos grupos de estudio.

Tabla 2 Resultados del Post-Test

N°	Competencias Científico - Técnicas	3ro A				3ro B			
		Correcto		Incorrecto		Correcto		Incorrecto	
		f	%	f	%	f	%	f	%
1	Interpreta datos y los representa mediante tablas, gráficos y esquemas relacionados con información científica, empleando diferentes sistemas, unidades e instrumentos de medición para el registro de datos y desarrollo de aplicaciones de información.(CN.F.5.3.1.)	23	65,71	12	34,28	7	20,00	28	80,00
2	Utiliza estrategias de pensamiento para la comprensión, abstracción, inferencias y síntesis de la información, para desarrollar hipótesis explicativas de los fenómenos. (Destreza: CN.F.5.3.2.)	24	68,57	11	31,42	14	40,00	21	60,00
3	Utiliza herramientas de investigación e instrumentos tecnológicos en el estudio de fenómenos naturales mediante la experimentación, con interés y curiosidad científica. (Destreza: CN.F.5.3.3.)	23	65,71	12	34,28	16	45,71	19	54,28
4	Explica los fenómenos naturales utilizando herramientas tecnológicas disponibles y propone acciones que contribuyen a mitigar problemas ambientales que afectan su entorno. (Destreza: CN.F.5.3.4.)	21	60,00	14	40,00	15	42,85	20	57,14

Nota: Tabla detalla las competencias científico-técnicas que se evalúa y las frecuencias absolutas (f) y relativa (%) que se obtiene.

El análisis realizado indica que la competencia científico-técnica de Interpretación de Datos (CN.F.5.3.1.), el 3ro A alcanza un 65.71% de interpretación correcta de datos, mientras que, el 3ro B solo llegan al 20% de interpretación correcta. En cuanto a la competencia Estrategias de Pensamiento (CN.F.5.3.2.), el 3ro A logra esta competencia en un 68.57%, en cambio, el 3ro B el 40% alcanza esta competencia. Sobre la competencia Herramientas de Investigación (CN.F.5.3.3.), en el 3ro A se consiguió un 65,71% de aciertos, a diferencia del 3ro B, que alcanzó un 45,71% en el desarrollo de efectividad en esta competencia. Finalmente, en la competencia Explicación de Fenómenos Naturales (CN.F.5.3.4.), en el 3ro A alcanzó el 60%, en tanto que, en el 3ro B, el 42,85% dieron explicaciones de los fenómenos naturales.

A continuación, se presenta en la Tabla 3 un cuadro comparativo entre las pruebas realizadas.

Tabla 3 Comparación de las pruebas realizadas en ambos grupos.

Competencias Científico - Técnicas	Pre Test	Post Test	Pre Test	Post Test
	3ro A	3ro A	3ro B	3ro B
Interpreta datos y los representa	20,00%	65,71%	11,42%	20,00%
Utiliza estrategias de pensamiento	45,71%	68,57%	20,00%	40,00%
Utiliza herramientas de investigación e instrumentos tecnológicos	31,42%	65,71%	37,14%	45,71%
Explica los fenómenos naturales	28,57%	60,00%	40,00%	42,85%

Se realizó un análisis sintético de las evaluaciones Pre-Test y Post-Test para las competencias científico-

técnicas, logrando como resultados que la competencia de Interpretación de Datos, el 3ro A consigue una mejora significativa del 20% al 65.71%, en cambio el 3ro B, muestra una ligera mejora del 11.42% al 20%. En la competencia Estrategias de Pensamiento, el 3ro A, aumento sustancialmente del 45.71% al 68.57%, mientras que el 3ro B, consigue mejorar del 20% al 40%. También, en la competencia Herramientas de Investigación, el 3ro A adquiere un aumento favorable de 31.42% al 65.71%, en tanto que el 3ro B, consigue un aumento del 37.14% al 45.71%. En última instancia comparativa, la competencia de Explicación de Fenómenos Naturales, el 3ro A llega a la conseguir un aumento del 28.57% al 60%, por el contrario, el 3ro B alcanza acrecentar del 40% al 42.85% en esta competencia.

Así también, se presenta en la Figura 1, la variación que cada grupo posee entre su Pre-Test y su Post-Test.



Figura 1 Diferencia entre el Pre-Test y Post-Test

Las diferencias evidenciadas entre los Pre-Test y Post-Test, sobre las competencias científico-técnicas evaluadas, indican que la competencia de Interpretación de Datos alcanzó un incremento del 45.71% en el 3ro A, en cambio, la misma competencia en el 3ro B llegó a incrementarse en un 8,58%. En la competencia de Estrategias de Pensamiento, la diferencia obtenida muestra en 3ro A un incremento del 22,86%, mientras que en el 3ro B, se consiguió un 20%. También, en la competencia de Herramientas de Investigación, el 3ro A alcanza un crecimiento del 34,29%, en tanto que el paralelo B, sostuvo un incremento del 8,57%. En último término, la competencia de Explicación de Fenómenos Naturales, el 3ro A obtuvo un creciente porcentaje de 31.43%, sin embargo, el 3ro B, consiguió tan solo un 2.85% de incremento.

Seguidamente se presenta la tabla 4, con los resultados de la entrevista a los docentes de la asignatura de Física, en forma de síntesis.

Tabla 4 Entrevista a los docentes de la asignatura de Física

Pregunta	Respuesta
1. ¿Cree usted que, la experiencia de laboratorio contribuye a que el estudiante contribuye su propio conocimiento?	Los dos profesores están de acuerdo en que el laboratorio impulsa y mejora el aprendizaje científico, ya que permite al estudiante cuestionar su conocimiento y compararlo con el contexto que lo rodea. También, el estudiante aplica sus conocimientos previos y los comprueba a través de las prácticas de laboratorio.
2. De la siguiente lista de procedimientos científicos, señale cuáles son los que utiliza usted con mayor frecuencia.	Los docentes concuerdan que los procedimientos científicos que más utilizan son: Análisis, Investigación y Recopilación de Datos y Acceso a Recursos Educativos. Otras respuestas afirman que los procesos científicos que utiliza con mayor frecuencia son la Experimentación y Observación

3. Mencione según su criterio de prioridad, tres aspectos que usted toma en cuenta al planificar sus clases de la asignatura de Física.	Coinciden como principales aspectos para la planificación de las clases de Física a los Objetivos de aprendizaje y Actividades prácticas, otras respuestas consideran a la Metodología y la Relevancia del tema.
4. ¿Realiza prácticas del laboratorio para explicar temas en la asignatura de Física?	Ambos coinciden en, A veces.
5. Desde su perspectiva, ¿Le gustaría lograr una innovación en cuanto al manejo de recursos tecnológicos para la dinamización del proceso de enseñanza aprendizaje y la adopción de nuevas metodologías diferentes a los métodos tradicionales?	Los docentes confirman necesario la adopción de nuevas metodologías diferentes a los métodos tradicionales para impartir las clases de la asignatura de Física.
6. ¿Conoce herramientas tecnológicas en la enseñanza de la Física que contribuyan al estudiante a construir su conocimiento?	Ambos conocen herramientas tecnológicas que son utilizadas para la enseñanza de la asignatura de Física: Simuladores y Plataformas de aprendizajes en líneas. Otras respuestas afirman a las Actividades interactivas y Cursos en línea.
7. En su opinión, cree que los estudiantes tienen una actitud positiva a la hora de usar las herramientas digitales en el aula. ¿Por qué?	Ambos docentes que imparten la asignatura de Física en la Unidad Educativa Liceo Policial concuerdan que los estudiantes actualmente están familiarizados con las herramientas digitales favoreciéndoles en el mejoramiento de atención, intercambio de información y que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo.
8. ¿Qué estrategias didácticas aplica como docente de Física, para desarrollar las competencias científicas en los estudiantes?	Los docentes que imparten la asignatura de Física confirman que los experimentos, simulaciones, la integración de tecnologías, la enseñanza basada en la indagación y el aprendizaje cooperativo, son estrategias didácticas acertadas para el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de los Terceros de Bachilleratos Ciencias.
9. ¿Estaría dispuesto a utilizar las simulaciones Interactivas PhET en la asignatura de Física para la generación de aprendizajes significativos en los estudiantes? ¿Por qué?	Concuerdan que el simulador PhET, es una excelente herramienta para la enseñanza de la Física, favoreciendo la comprensión de los conceptos abstractos y en especial con estudiantes con dificultad de aprendizaje, fomentando en ellos el aprendizaje activo-personalizado, la experimentación con situaciones complejas y explorar fenómenos científicos complejos de una manera intuitiva y emocionante.
10. Le gustaría comentar alguna anécdota o experiencia relacionada con el uso de las TIC en sus clases de física.	Cuentan que a pesar de la falta de tecnologías e internet en la institución han establecido planes de contingencia para proveer a los móviles de los estudiantes las actividades interactivas. También, durante la pandemia, el uso de las TIC fue de mucha utilidad favoreciendo la comprensión de conceptos abstractos, promoviendo el aprendizaje práctico y facilita el desarrollo de competencias científicas de manera interactiva.

Nota: Las respuestas son una síntesis de la información proporcionada por los docentes de la asignatura de Física.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan una mejora considerable en las competencias científico-técnicas de los estudiantes tras la implementación de simuladores PhET en la enseñanza de la Física. Esta mejora es consistente con la literatura previa que resalta la importancia de las TIC en la educación científica, como lo señalan Conejo-Villalobos et al. (2019) y Bohórquez (2024). La integración de herramientas tecnológicas, y en particular de simuladores, ha demostrado ser una estrategia efectiva para conectar las bases teóricas con la práctica, facilitando así la comprensión de conceptos abstractos y complejos.

La Comisión sobre la Enseñanza de la Física (2018) ya había identificado factores críticos como el desarrollo curricular y la formación docente como elementos clave para la enseñanza efectiva de la Física. Los resultados del presente estudio afirman que la inclusión de simuladores PhET aborda estas áreas al proporcionar a los docentes herramientas interactivas que complementan y enriquecen el currículo existente. Además, el diseño intuitivo y similar a un videojuego de PhET parece promover el aprendizaje por descubrimiento, lo que puede aumentar el interés y la motivación de los estudiantes, tal como se destaca en trabajos anteriores (Quizhpi, 2023; Duarte *et al.*, 2021).

La diferencia entre los resultados del Pre-Test y Post-Test indica que los simuladores no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también tienen un impacto positivo en la aplicación práctica de conocimientos. Esto es particularmente relevante para las destrezas con criterio de desempeño sobre movimiento ondulatorio, donde se observa un incremento en la capacidad de los estudiantes para describir relaciones de elementos de onda y reconocer la propagación de las mismas, aspectos fundamentales en la Física.

Sin embargo, es importante notar que, aunque hubo una mejora generalizada, algunos estudiantes mostraron incrementos más modestos en sus competencias, tales como, la Utilización de Estrategias de Pensamiento y la Explicación de Fenómenos. Esto podría sugerir la necesidad de estrategias de enseñanza diferenciadas que atiendan a las diversas formas de aprender de los estudiantes, tal como lo recomienda el Marco Curricular Competencial de Aprendizajes del MINEDUC (2023).

Las entrevistas realizadas a los docentes de Física de la institución, también aportan con información que permite argumentar sobre la integración de los simuladores PhET a la práctica docente, en tal sentido, destacan la utilización de procedimientos científicos como el análisis, la investigación y la experimentación, que son coherentes con las competencias científico-técnicas evaluadas en el estudio. La planificación de clases de los docentes de Física, integran objetivos de aprendizaje claros y actividades prácticas, que son cruciales para el desarrollo de estas competencias, abordando nuevas metodologías que impliquen tecnologías de la educación.

La familiaridad de los estudiantes con las herramientas digitales y su impacto positivo en la atención y el intercambio de información respaldan la idea de que las TIC hacen que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo. Esto se refleja en los resultados del estudio, donde se observa una mejora en las competencias científico-técnicas tras la implementación de simuladores PhET. Las estrategias didácticas mencionadas por los docentes, como la integración de tecnologías y la enseñanza basada en la indagación, están en conformidad con los hallazgos de la investigación, lo cual sostiene que, el uso de simuladores favorece la comprensión de conceptos abstractos y fomenta un aprendizaje activo y personalizado. La experiencia positiva de los docentes con el uso de las TIC durante la pandemia y su utilidad en situaciones de contingencia, confirman la importancia de estas herramientas en la educación actual.

Finalmente, la utilización de simuladores PhET en la enseñanza de la Física ha demostrado ser una estrategia prometedora para mejorar las competencias científico-técnicas de los estudiantes. Este estudio apoya la integración de tecnologías educativas innovadoras en el aula y la importancia de seguir explorando nuevas áreas de aplicación para en distintos contextos educativos.

CONCLUSIONES

Las simulaciones PhET han demostrado efectividad para desarrollar las habilidades científico-técnicas del área de las ciencias naturales en los estudiantes del bachillerato, esta afirmación se debe a los cambios entre las pruebas de Pre-Test y Post-Test aplicadas a dichos estudiantes tras la implementación de las simulaciones PhET en la enseñanza de la Física.

Se ha demostrado que las simulaciones PhET como estrategia pedagógica es efectiva, dado que se conectan las teorías de la Física con las prácticas de laboratorio virtual, logrando una mejor comprensión de las definiciones y conceptos abstractos, que en el presente estudio involucra las destrezas con criterio de desempeño sobre el movimiento ondulatorio. A su vez, el simulador PhET, contribuye de forma eficaz en el aprendizaje de la Física al motivar, ser de aspecto agradable y fácil uso al estudiantado, dado que se muestra semejante a un video juego, con el cual se familiarizan.

La inclusión de simuladores PhET en la enseñanza, permitió identificar áreas relevantes del currículo priorizado, que aportan significativamente a la mejora del docente de Física, tanto en su desarrollo curricular y la formación. De ahí que, esta herramienta digital proporciona la interactividad para fortalecer las competencias digitales no solo del estudiante, sino también del docente, ayudando a complementar y enriquecer el currículo existente.

Si bien es cierto que existió una mejora generalizada de las competencias de los bachilleres, algunos estudiantes aún tienen dificultades para desarrollarlas, especialmente las que corresponden a la Utilización de Estrategias de Pensamiento y la Explicación de Fenómenos. En consecuencia, aún existe la necesidad de seguir implementando estrategias que permitan alcanzar todas las competencias científico-técnicas en los estudiantes. En resumen, las competencias científico-técnicas se fortalecen en el estudio de la Física mediante el uso del simulador PhET, apoyando notablemente al desarrollo de las ciencias en los estudiantes de tercero bachillerato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bohórquez Guevara, V. M. (2024). Desafíos en la Enseñanza de la Física: Análisis a partir de una Revisión Bibliográfica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 8702-8715. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10202
2. Bravo Faytong Félix Agustín, LiLa Maribel Morán Borja y Eduardo Francisco Baidal Bustamante (2019): "Laboratorio físico vs virtual: preferencia de los estudiantes en el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniforme acelerado", *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo* (octubre 2019). En línea: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/10/laboratorio-fisico-virtual.html>
3. Conejo-Villalobos, M., Arguedas-Matarrita, C., & Concari, S. B. (2019). Difundiendo el uso de laboratorios remotos para la enseñanza de la física: Talleres con docentes y estudiantes. *Revista De Enseñanza De La Física*, 31, 205–213. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26547>
4. Duarte J., Niño Vega J., & Fernández Morales F. (2022). Simulando y resolviendo, la teoría voy comprendiendo: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la física. (2022). *Revista Boletín Redipe*, 11(1), 158-173. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1634>
5. Godoy R. C., (08 octubre de 2022). Los Métodos Mixtos en investigación: tipos, pros y contras más ejemplos. Tesis de cero a 100. <https://tesisdeceroa100.com/los-metodos-mixtos-en-investigacion-tipos-pros-y-contras-ejemplos/>
6. Hernández S.R., y Mendoza T. C. (2018). Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Ciudad de México.
7. INEVAL, 2023a. Informe Nacional Ser Estudiante-Nivel de Bachillerato. Año lectivo 2022-2023 Quito-Ecuador. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023_3.pdf
8. INEVAL, 2023b. Informe Institucional Ser Estudiante-Nivel de Bachillerato. Año lectivo 2022-2023. 17H00232 - LICEO POLICIAL. Quito-Ecuador. https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023_3.pdf
9. Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2018). Educación en Ecuador, Resultados de PISA para el Desarrollo. Informe general PISA 2018. <https://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/informe-general-pisa-2018/>
10. MINEDUC, Ministerio de Educación del Ecuador (2023). Marco Curricular Competencial de Aprendizajes. <https://educacion.gob.ec/marco-curricular-competencial-de-aprendizajes/>
11. MINEDUC, Ministerio de Educación del Ecuador (2021). Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales. <https://educacion.gob.ec/curriculo-priorizado/>
12. Pérez, J. J. S. (2018). Aprender física y química jugando con laboratorios virtuales. *Anales de Química de la RSEQ*, 114(1), 40-40. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1021>
13. PhET Interactive Simulations. (10 de marzo de 2024). Simulaciones Interactivas de Ciencias y Matemáticas. <https://phet.colorado.edu/es/>
14. Plano, Miguel; Lerro, Federico; Marchisio, Susana., (2019). Simulaciones como recurso didáctico para el estudio de la física de los dispositivos electrónicos. *Revista de enseñanza de la física*, ISSN-e 2250-6101, ISSN 0326-7091, Vol. 31, Nº. Extra 1, 2019, págs. 605-611. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7578717>
15. Quizhpi Moreno, D. A. (2023). El impacto del uso de los simuladores en el proceso de la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de física en educación general básica. [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24937/1/UPS-CT010549.pdf>
16. Real Sociedad Española de Física (2018). El estado de la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria. Informe de la Comisión sobre la Enseñanza de la Física en la Educación Secundaria. <https://rsef.es/noticias-actividades-geef/item/1134-el-estado-de-la-ensenanza-de-la-fisica-en-la-educacion-secundaria>
17. Ridge, Brendon V. (2023, diciembre 16). El funcionamiento de un simulador: Todo lo que necesitas saber. <https://www.mediummultimedia.com/apps/como-funciona-un-simulador/>
18. Sánchez-Sánchez, I. C., & Sánchez-Noroño, I. V. (2020). Elaboración de un simulador con GeoGebra para la enseñanza de la física. El caso de la ley de coulomb. REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática. https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/14384/1/Articulo_ElaboracionSimuladorGeogebra.pdf

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Ing. Inés Alexandra Erazo López y Lic. Glencora Teresa Coronel Acosta: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.

MSc. Wellington Isaac Maliza Cruz y Msc. Félix Agustín Bravo Faytong: Revisión y corrección de la redacción del artículo.