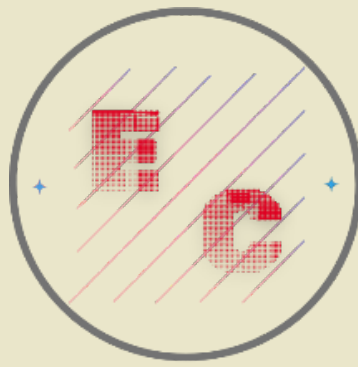




REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 3
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3
julio-septiembre 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



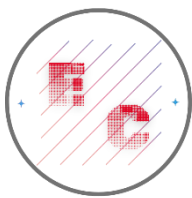
Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/20240q83>

**CAMBIOS ACADÉMICOS Y MOTIVACIONALES EN EL ESTUDIO DE LAS
OSCILACIONES REALES MEDIANTE GEOGEBRA**

**ACADEMIC AND MOTIVATIONAL CHANGES IN THE STUDY OF REAL
OSCILLATIONS USING GEOGEBRA**

Diego Fabricio Quizhpe Matailo

Kevin Andrés Villa Sigchi

Marilyn Johana Castillo Alverca

Marco Alejandro Rojas Rojas

Ecuador

Cambios académicos y motivacionales en el estudio de las oscilaciones reales mediante GeoGebra

Academic and motivational changes in the study of real oscillations using GeoGebra

Diego Fabricio Quizhpe Matailo^{a,*}

diego.quizhpe@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8514-106X>

Kevin Andrés Villa Sigchi^a

kevin.villa@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3866-6324>

Marilyn Johana Castillo Alverca^a

marilyn.castillo@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8557-2509>

Marco Alejandro Rojas Rojas^a

marco.rojasr@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2644-1344>

*Autor de correspondencia: diego.quizhpe@ucuenca.edu.ec, ^aUniversidad de Cuenca, Ecuador

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el impacto de una propuesta didáctica basada en el software GeoGebra para el estudio de Oscilaciones Reales en estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Cuenca. El estudio surgió ante las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de conceptos abstractos de Física y la necesidad de incorporar recursos tecnológicos que fortalezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental. Para la recolección de información se aplicaron instrumentos orientados a evaluar el aprendizaje y la motivación estudiantil antes y después de la intervención didáctica. La propuesta se implementó mediante actividades apoyadas en simulaciones interactivas desarrolladas con GeoGebra, favoreciendo la experimentación, el

análisis y la relación entre conceptos físicos y representaciones visuales. Los resultados evidenciaron mejoras en el rendimiento académico y en la motivación de los 20 estudiantes después de la aplicación de la propuesta. Los análisis realizados permitieron identificar diferencias favorables asociadas al uso del recurso tecnológico. Se concluye que la implementación de GeoGebra contribuye al aprendizaje de las Oscilaciones Reales y fortalece la motivación estudiantil, constituyéndose como una herramienta didáctica pertinente para la enseñanza de la Física en educación superior.

Palabras clave: GeoGebra; Oscilaciones Reales; rendimiento académico; motivación estudiantil; propuesta didáctica.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the impact of a teaching proposal based on GeoGebra software for the study of real oscillations among students in the Experimental Sciences Education program at the University of Cuenca. The study arose from the difficulties students face in grasping abstract physics concepts and the need to incorporate technological resources to strengthen the teaching-learning process. The research employed a quantitative approach with a pre-experimental design. Data collection involved instruments designed to assess student learning and motivation both before and after the instructional intervention. The proposal was implemented through activities utilizing interactive simulations developed in GeoGebra, fostering experimentation, analysis, and the connection between physical concepts and visual representations. The results demonstrated improvements in the academic performance and motivation of the 20 participating students following the implementation of the proposal. Analyses revealed positive differences associated with the use of this technological resource. It is concluded that the implementation of GeoGebra contributes to the learning of real oscillations

and boosts student motivation, serving as a relevant instructional tool for teaching physics in higher education.

Keywords: GeoGebra; Real Oscillations; academic performance; student motivation; didactic proposal.

Recibido: 11 agosto 2026 | Aceptado: 30 agosto 2026 | Publicado: 31 agosto 2026

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física representa uno de los principales desafíos dentro de la educación superior debido al nivel de abstracción que presentan muchos de sus contenidos. En particular, temas relacionados con las oscilaciones reales requieren procesos de razonamiento, interpretación matemática y comprensión conceptual que con frecuencia generan dificultades en los estudiantes.

En los últimos años, Ecuador ha enfrentado grandes desafíos en el entendimiento de conceptos fundamentales en la enseñanza de la física. Según García (2017), el principal desafío se da por una falta de interés del alumno, lo cual provoca que no se llegue a dar un aprendizaje significativo. Este problema empeora por la falta de recursos didácticos, como señalan Poma et al. (2023), la escasez de herramientas visuales para representar los fenómenos físicos dificulta la conexión entre la teoría y la práctica, limitando así una comprensión integral de los contenidos.

Aun contando con los recursos existentes en la actualidad, gran parte de docentes desconocen las nuevas metodologías académicas, apegándose más a métodos tradicionales (Orrego-Riofrío y Aimacaña-Pinduisaca, 2018). Como consecuencia, los estudiantes perciben confusión, desmotivación e inconformidad, lo cual provoca un estancamiento en su formación intelectual, principalmente en contenidos complejos que aborda la física hoy en día (Tocto et al., 2024).

En la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Cuenca, Ruilova y Saguay (2024) identificaron que los estudiantes de sexto ciclo presentan dificultades para comprender los contenidos de la unidad de oscilaciones reales, correspondiente a la asignatura Oscilaciones y Ondas, debido a la abstracción y complejidad de sus conceptos y al limitado acceso de recursos didácticos. Ante esta problemática, los autores diseñaron una propuesta didáctica basada en GeoGebra, orientada a la mejora del rendimiento académico y la motivación estudiantil; sin embargo, dicha propuesta aún no ha sido aplicada. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la aplicación de dicha propuesta en el rendimiento académico y la motivación, durante el periodo académico marzo-agosto 2026.

Fundamento pedagógico

El constructivismo propuesto por Piaget plantea que el conocimiento se desarrolla mediante un proceso activo en el cual el sujeto construye significados a partir de su interacción con el entorno. Dentro de esta corriente, el aprendizaje se desarrolla por medio de experiencias y esquemas mentales donde el estudiante las interpreta, organiza y construye la información. En la actualidad, muchos autores (Almulla, 2023; Bada, 2015; Kritt & Budwig, 2022) consideran que el constructivismo sigue siendo fundamental para entender los entornos educativos actuales y sostienen que la educación del siglo XXI exige promover procesos cognitivos más complejos, capacidad de autorregulación y pensamiento reflexivo, aspectos que se encuentran en plena coherencia con la propuesta piagetiana. La corriente pedagógica que fundamenta esta investigación es el constructivismo, mediante actividades planeadas específicamente para que los estudiantes sean los protagonistas del proceso de aprendizaje, a través de la utilización de recursos tecnológicos que facilitan los procesos de adquisición de conocimientos.

GeoGebra en la educación

En los últimos años se ha incrementado el interés por incorporar herramientas tecnológicas que permitan fortalecer el aprendizaje mediante experiencias dinámicas, visuales e interactivas. Diversas investigaciones (Gaňan, 2020; Serna, 2022; Poma et al., 2023) han demostrado que el uso de recursos digitales favorece la comprensión de fenómenos físicos y mejora tanto el rendimiento académico como la motivación estudiantil. Entre estas herramientas destaca GeoGebra, un software educativo que permite representar gráficamente fenómenos, manipular variables y generar simulaciones que facilitan la construcción del conocimiento desde enfoques pedagógicos centrados en el estudiante.

En el estudio de Gaňan (2020), el diseño y la implementación de actividades didácticas mediadas por el software GeoGebra, resultan fundamentales para facilitar entornos prácticos de aprendizaje. Estos entornos son especialmente valiosos en áreas complejas como las matemáticas y la física. En su investigación enfocada en la enseñanza de la cinemática, se concluyó que el uso de recursos tecnológicos permitió a los estudiantes experimentar un aprendizaje más significativo, logrando establecer conexiones entre los contenidos dentro y fuera del aula. También, el estudio de Serna (2022) evidenció que el uso de simulaciones virtuales generó mejoras académicas y motivacionales en estudiantes. Los alumnos demostraron un mayor interés por los contenidos, otorgando mayor valor a lo aprendido y mostrando más confianza para establecer relaciones entre los temas estudiados en física y su aplicación en la vida cotidiana.

El uso de GeoGebra impacta de forma significativa en los estudiantes, permitiendo mejorar el rendimiento académico y lograr un aprendizaje significativo. Figueroa et al. (2023) proponen una estrategia didáctica basada en GeoGebra para mejorar la enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Física, donde muestra resultados positivos al medir la diferencia entre aplicar una clase tradicional y una clase mediante la tecnología. En este

contexto, GeoGebra se ha convertido en una alternativa eficaz que permite entender mejor los conceptos físicos, siendo una herramienta que promueve la experimentación mediante sus simulaciones. Por lo cual, se considera que posee elementos interactivos para que el estudiante pueda experimentar las veces que sean necesarias hasta dominar el tema. Este potencial del software cobra especial relevancia al momento de enseñar fenómenos físicos como las oscilaciones reales, pues facilita la comprensión de conceptos y ayuda a que los estudiantes puedan aplicarlos.

Propuesta didáctica

Una propuesta didáctica es considerada un plan que desarrolla cómo se llevarán a cabo las actividades de enseñanza para un determinado espacio curricular o temática. De acuerdo con Díaz (2005), la propuesta didáctica debe estar dirigida a las necesidades de los estudiantes, tener objetivos claros, considerar el contexto del aula y definir métodos de evaluación. Asimismo, como señala Camilloni (2007), el diseño didáctico debe establecer una guía estructurada con saberes previos, contenidos disciplinares y estrategias activas. En la presente investigación se adoptó la propuesta didáctica mediante el uso de GeoGebra, elaborada por Ruilova y Saguay (2024), que se desarrolla para la asignatura de Oscilaciones y Ondas, específicamente para la unidad de oscilaciones reales.

Figuerola et al. (2023) implementaron una propuesta didáctica utilizando este software, obteniendo resultados positivos del rendimiento académico en el grupo experimental en comparación con el grupo control. De forma similar, Herrera (2025) destaca que la implementación de propuestas basadas en GeoGebra para el estudio de la física de sistemas caóticos y fractales ha mostrado resultados prometedores en el aprendizaje del estudiante, quienes adquirieron una mejor comprensión de los conceptos gracias a la visualización interactiva y a la experimentación práctica que ofrece esta herramienta. Lo mencionado

muestra la eficacia de propuestas educativas con GeoGebra para abordar temáticas avanzadas en Física.

Rendimiento académico

En el ámbito educativo, el rendimiento académico se determina principalmente por las calificaciones obtenidas por los estudiantes. Estas calificaciones se establecen con base en criterios de evaluación definidos por la institución educativa y llevados a cabo por el docente a cargo. De tal forma, los criterios de evaluación tienen como finalidad valorar la calidad de los aprendizajes adquiridos por el estudiante (Cajusol & Rivas, 2021). El rendimiento académico mediante el uso de los recursos tecnológicos muestra resultados favorables cuando se desarrolla en entornos adecuados (Guillén et al., 2023). Asimismo, los recursos tecnológicos favorecen la interacción con docentes y compañeros, lo que se refleja tanto en la mejora del desempeño académico como en el desarrollo de habilidades emocionales del estudiante.

Motivación

Un factor fundamental que favorece a un buen rendimiento educativo es la motivación. Se entiende a la motivación como un elemento que impulsa al estudiante, le brinda motivos, dirección y constancia para alcanzar un objetivo académico determinado (Choco et al., 2024). Usán y Salavera (2018) mencionan que en la estructura escolar se consideran tres tipos de motivación, estas son: motivación intrínseca, extrínseca y amotivación.

La motivación intrínseca proviene de la satisfacción personal, relacionada con el deseo por aprender nuevos conceptos para lograr una autorrealización por parte del alumno llegando a una superación de los objetivos propuestos por él. Generalmente se caracteriza por originarse en los propios intereses del estudiante, en el disfrute que encuentra en la actividad y en la satisfacción que le genera el aprendizaje. En este sentido, los estudiantes motivados se distinguen por su disposición constante a involucrarse en las actividades educativas, la cual genera una participación activa en las clases (Mora et al., 2024).

Por su parte, la motivación extrínseca surge a partir de elementos externos al estudiante, como la obtención de una buena calificación o el reconocimiento del docente. Este tipo de motivación favorece la perseverancia, pues dirige la atención del estudiante hacia la obtención de recompensas externas o la evitación de consecuencias negativas. Aunque inicialmente las recompensas externas pueden estimular la realización de actividades escolares, la literatura señala que la motivación intrínseca constituye un predictor más consistente del éxito académico a largo plazo (Mora et al, 2024). Por ello, es importante emplear moderadamente las recompensas externas, a fin de evitar que los estudiantes dependan de ellas para involucrarse en su proceso de aprendizaje.

La amotivación se caracteriza por la ausencia de interés del estudiante para realizar una tarea, lo que se refleja en un esfuerzo reducido o en la decisión de no llevar a cabo una actividad. Esta situación está relacionada con una constante autoexigencia o con la influencia negativa de factores externos. En consecuencia, los estudiantes muestran poco interés por adquirir nuevos aprendizajes y presentan dificultades para motivarse por sí mismos o responder a estímulos externos (Usán & Salavera, 2018). Para la mejora de la motivación del alumno el docente se ve obligado a estar actualizado tanto a nivel de conocimientos, avances tecnológicos y estrategias de enseñanza.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, el cual, según Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), constituye un conjunto de procesos sistemáticos, secuenciales y estructurados orientados a comprobar determinadas suposiciones o hipótesis. Este enfoque parte del planteamiento de una pregunta de investigación, a partir de la cual se formulan hipótesis y se determinan las variables independientes y dependientes del estudio. Posteriormente, dichas variables son medidas y analizadas mediante procedimientos

estadísticos, conteos numéricos y métodos matemáticos, con el propósito de estimar magnitudes, identificar la ocurrencia de fenómenos y generar evidencia que permita comprobar o refutar las hipótesis planteadas en la investigación.

La investigación se desarrolló bajo un diseño preexperimental de un solo grupo con pretest y posttest, en el cual se realizó una medición inicial de las variables de estudio, posteriormente se aplicó la intervención didáctica y, al finalizar, se efectuó una medición final para evaluar los cambios producidos tras su implementación. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), este diseño permite evaluar los cambios producidos tras la aplicación de un tratamiento mediante la comparación de las mediciones obtenidas en ambos momentos. No obstante, los autores señalan que este tipo de diseño presenta limitaciones en cuanto a su validez interna, debido a que la ausencia de un grupo de comparación dificulta atribuir los cambios observados exclusivamente a la intervención, pues estos también pueden estar influenciados por otros factores externos. A pesar de estas limitaciones, este diseño resulta pertinente para la presente investigación, ya que el propósito es determinar los cambios producidos en el desempeño de un mismo grupo de estudiantes tras la implementación de la propuesta didáctica.

A su vez, el estudio se llevó a cabo mediante un corte longitudinal, el cual implica la recolección de datos en diferentes momentos del tiempo (pre y post test) con el propósito de analizar los cambios y la evolución del fenómeno estudiado. Las variables involucradas en este estudio son: la variable independiente, que es la propuesta didáctica basada en GeoGebra; y como variables dependientes están el rendimiento académico y la motivación estudiantil.

Contexto

Para la investigación la población estuvo conformada por 20 estudiantes matriculados en la asignatura de Oscilaciones y Ondas de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales durante el período académico marzo–agosto 2026. Al tratarse de una población reducida, se trabajó con la totalidad de sus integrantes.

Para la recopilación de la información se utilizó la técnica de la encuesta, la cual es una de las más empleadas en los estudios cuantitativos. Esta se basa en la recolección directa de información mediante una serie de preguntas estandarizadas y permite medir opiniones, actitudes, conocimientos y percepciones de una población (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018). Esta técnica utiliza los siguientes instrumentos de recolección de información: test de conocimientos y test de motivación, los cuales permitieron evaluar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, respectivamente. Para la elaboración de los instrumentos mencionados, el test académico se diseñó con 20 preguntas referidas al tema de oscilaciones reales, todas las preguntas tienen cuatro opciones de respuesta siendo válida únicamente la respuesta correcta. Por otro lado, el test motivacional se elaboró mediante una escala tipo Likert de cinco niveles de respuesta, que van desde 1 (Totalmente en desacuerdo) hasta 5 (Totalmente de acuerdo) y está conformado por 20 ítems, cuyo enfoque está en analizar cuatro dimensiones: autoeficacia y confianza, motivación extrínseca, motivación intrínseca y valor pedagógico percibido.

Adicionalmente, antes de la aplicación de los instrumentos, estos fueron validados mediante juicio de expertos por docentes especializados en el área de Física, quienes revisaron la pertinencia, claridad y coherencia de cada instrumento, realizando las observaciones necesarias para su mejora. Cabe recalcar que estos test son utilizados como pretest y posttest para cada una de las variables mencionadas. Los datos obtenidos en este

estudio son analizados mediante pruebas estadísticas como normalidad de datos, homogeneidad de varianzas y comparación de medias.

Implementación

El proceso inició con la aplicación de un pretest de conocimientos dirigido a los estudiantes ($n = 20$) de sexto ciclo, compuesto por 20 preguntas de opción múltiple. Este instrumento evaluó los conocimientos sobre el tema de oscilaciones reales, incluyendo conceptos fundamentales, ecuaciones y representaciones gráficas. La prueba tuvo una duración de una hora y permitió determinar el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes antes de la implementación de la propuesta didáctica. Seguidamente, se aplicó el pretest motivacional a los estudiantes respecto al uso del GeoGebra en física.

Seguido, se realizó la implementación de la propuesta de Ruilova y Saguay (2024) para el tema de oscilaciones reales en la asignatura de Oscilaciones y Ondas, de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y Física. Se trabajó entre el mes de mayo y junio de 2026, con un total de 14 horas de clase. La propuesta didáctica abarcó cuatro temas de las oscilaciones reales, con una estructura de: actividad de apertura, actividad de desarrollo, actividad de cierre y evaluación. Por ejemplo, en la enseñanza del primer tema sobre oscilaciones libres con rozamiento se introdujeron sus conceptos, ecuaciones, su importancia junto con los objetivos de la sesión. En la actividad de apertura se incluyen ejemplos como imágenes relacionadas con fenómenos naturales donde estén presentes las oscilaciones, en la actividad de desarrollo los estudiantes realizan ejercicios a base de simulaciones con GeoGebra relacionando los conceptos enseñados en esta etapa con la ayuda del docente, en la actividad de cierre los estudiantes realizan ejercicios a base de su conocimiento para que finalmente en la etapa de la evaluación se verifique que tengan claro el concepto y el comportamiento de una oscilación libre con rozamiento. Las simulaciones

generadas en GeoGebra permitieron explorar y manipular variables del sistema para observar los cambios producidos en cada fenómeno.

En la primera semana se abordaron las oscilaciones libres con rozamiento y la masa de un resorte en un péndulo elástico. Se introducen los conceptos considerando los conocimientos previos de los estudiantes y posteriormente se incorporan los simuladores de la guía como recurso principal de aprendizaje. Mediante la interacción directa con estas simulaciones, los estudiantes manipularon parámetros, observaron el comportamiento del sistema y analizaron cómo varían las oscilaciones bajo distintas condiciones, favoreciendo la construcción autónoma del conocimiento. Luego se dió paso a las actividades de desarrollo con ejercicios propuestos y actividades guiadas. En las actividades de cierre se responden preguntas relacionadas con los simuladores y se trabajan hojas de actividades como estrategia de refuerzo para promover el aprendizaje autónomo.

En la segunda semana se trabajan las oscilaciones forzadas sin rozamiento y las oscilaciones forzadas con rozamiento, siguiendo la misma metodología. Se desarrollan conceptos relacionados con las oscilaciones forzadas, la resonancia elástica y los sistemas con y sin rozamiento. Posteriormente, los estudiantes utilizan las simulaciones para interactuar y modificar las condiciones del sistema, observando cómo cambian las oscilaciones según los distintos estados, como amortiguado, sobreamortiguado y amortiguamiento crítico, así como el fenómeno de resonancia elástica. Esta interacción busca que los estudiantes interpreten los resultados observados y elaboren sus propias conclusiones a partir de la experimentación realizada.

Después de la intervención se aplicaron los postest correspondientes a las variables académicas y motivacionales, con el fin de recopilar datos tras la implementación de la propuesta didáctica con el uso de GeoGebra.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos correspondientes a la variable rendimiento académico y con el propósito de corroborar el impacto de la propuesta planteada, se parte del uso de la estadística descriptiva, ya que esta permite obtener una visión general y un punto de partida para la interpretación de los datos a un nivel más amplio. Mediante este análisis se puede organizar, describir y resumir los resultados obtenidos, facilitando la identificación de tendencias y el comportamiento de las variables estudiadas.

Posteriormente, se aplicó una secuencia de pruebas estadísticas para sustentar el análisis inferencial. En primer lugar, se utiliza la prueba de Shapiro–Wilk con el fin de determinar si los datos presentan una distribución normal. A continuación, se aplicará la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de las varianzas en las mediciones realizadas. Finalmente, se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el objetivo de comparar las medias obtenidas en el mismo grupo antes y después de la aplicación de la propuesta, permitiendo determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico.

La prueba de Shapiro-Wilk es una de las más utilizadas y de las más veraces para identificar y evaluar las normalidades ya que esta es muy adecuada para muestras pequeñas ($n < 50$) mostrando un nivel de precisión muy certero para complementarse con pruebas estadísticas adicionales (Sánchez-Solis et al., 2024). Para ello, se consideró la hipótesis nula (H_0), la cual establece que los datos siguen una distribución normal, y la hipótesis alternativa (H_1), que indica que los datos no presentan una distribución normal. Si el valor de significancia obtenido es $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula y se asume que los datos poseen una distribución normal, permitiendo continuar con el uso de pruebas paramétricas. Por el contrario, si el valor es $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se considera que los datos no siguen una distribución normal. A partir de estos resultados se determina la aplicación de las pruebas

estadísticas posteriores que permitan sustentar el análisis del impacto de la propuesta sobre el rendimiento académico.

La prueba de Levene es un procedimiento estadístico utilizado para evaluar la homogeneidad de las varianzas, es decir, comprobar si la variabilidad de los datos se mantiene similar entre las mediciones analizadas. Esta prueba se considera adecuada incluso cuando los datos no presentan una distribución perfectamente normal y resulta útil para verificar uno de los supuestos requeridos antes de pasar a la siguiente prueba paramétrica. En esta prueba se establece como hipótesis nula (H_0) que las varianzas son iguales, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) indica que existen diferencias entre ellas. Para la interpretación de resultados se utiliza el valor de significancia (p) asociado al estadístico de Levene. Si $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula y se asume igualdad de varianzas; mientras que si $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se considera que no existe homogeneidad de varianzas. Estos resultados permiten sustentar la aplicación posterior de la prueba t de Student para evaluar el efecto de la propuesta.

La prueba t de Student es una prueba estadística paramétrica utilizada para comparar medias y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre dos mediciones. De acuerdo con el planteamiento de comparación de medias y distribuciones, esta prueba permite identificar si las diferencias observadas responden al efecto de una intervención o si ocurrieron por azar (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018). En la presente investigación, una vez verificada la prueba de Shapiro–Wilk y la prueba de Levene, se procede con la aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas. Esta prueba permite comparar los resultados obtenidos en el mismo grupo antes y después de la implementación de la propuesta, con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico y, por consiguiente, corroborar el impacto de la propuesta aplicada.

Posteriormente, considerando que la motivación estudiantil generalmente se evalúa mediante escalas de valoración y que los datos obtenidos pueden no cumplir con el supuesto de normalidad, se recurre al uso de una prueba no paramétrica. En este caso, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, la cual se utiliza para comparar dos mediciones relacionadas y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas sin asumir una distribución normal de los datos (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018). La prueba de Wilcoxon permite comparar los resultados obtenidos en el mismo grupo antes y después de la implementación de la propuesta, con el fin de identificar posibles cambios en los niveles de motivación estudiantil. Para la interpretación de resultados se considera el valor de significancia (p), donde si $p < 0,05$ se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones; mientras que si $p > 0,05$ se considera que no existen cambios significativos atribuibles a la intervención aplicada.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra el análisis mediante estadísticos descriptivos de los datos obtenidos del pretest y posttest del rendimiento académico de los 20 estudiantes de sexto ciclo de la carrera de Ciencias Experimentales Matemáticas y Física en el tema de oscilaciones reales. Se tiene en cuenta que la escala de ponderación utilizada va desde 0 hasta 10 puntos.

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos del rendimiento académico

Medida	Pretest	Posttest
Media	6,38	8,775
Mediana	6,25	9
Moda	7	9
Desviación Estándar	0,878	0,901
Varianza	0,771	0,811

En la tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos y se observa que este inicia con una media de 6,38 en el pretest y después de la aplicación de la propuesta logra alcanzar un valor de 8.775 en el posttest, lo cual indica que los estudiantes alcanzaron una mejora en el promedio general.

Posteriormente, con el propósito de obtener un análisis estadístico más sólido y generar conclusiones con sustento significativo, se recurre al uso de la estadística inferencial, siguiendo la secuencia de pruebas establecida previamente. Este procedimiento permite evaluar los supuestos estadísticos correspondientes y realizar inferencias sobre el efecto de la propuesta aplicada en relación con la variable estudiada. Se inicia con la prueba de Shapiro-Wilk donde se analizan los resultados del pretest y posttest con la finalidad de verificar que los datos obtenidos siguen una distribución normal.

Tabla 2.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Momento	Participantes	Estadístico (W)	p
Pretest	20	0,923	0,114
Posttest	20	0,880	0,018

Dada la investigación de corte longitudinal los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk se dividen en dos momentos antes y después. Durante el pretest se acepta el supuesto de normalidad (H_0) debido a que el grupo mostró que su valor de $p = 0,114$, el cual superó el valor crítico de $p > 0,05$. En la fase del posttest, el grupo reportó un valor de $p = 0,018$, el cual indica que se acepta la hipótesis alternativa H_1 debido a que este no supera su valor crítico de $p > 0,05$. Lo cual es normal en este tipo de investigaciones pedagógicas con éxito, en el sentido que los estudiantes al momento de aplicar el posttest para analizar su rendimiento académico se apegan a las notas más altas; a pesar de estos hallazgos la bibliografía recomienda continuar con las siguientes pruebas paramétricas.

Seguidamente, se realiza la prueba de Levene con el fin de comprobar la homogeneidad de varianzas.

Tabla 3.

Prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas en el Pretest y Postest

Momento	Estadístico (F)	p
Pretest y Postest	0,259	0,613

En la tabla 3 se observa que al analizar la homogeneidad de varianzas del pretest y postest se tiene un valor de significancia de $p = 0,613$, esto quiere decir que se acepta que las varianzas son homogéneas (H_0), ya que su valor $p > 0,05$. El cumplimiento de H_0 justifica el uso plenamente de la prueba paramétrica t de student para dos muestras de varianza combinada.

Tabla 4.

Prueba t de Student para dos muestras de varianza combinada

Grupo	Estadístico prueba (t)	Gl	p
Sexto ciclo	-8,3127	38	4,45E-10

En la tabla 4 se muestra los datos finales para sacar la conclusión de la investigación con respecto al rendimiento académico. Con los hallazgos obtenidos se observa un valor de significancia de $p = 4,45E-10$. Considerando que $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula. Este resultado indica que existen evidencias suficientes para establecer que se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones realizadas antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.

A continuación, se realizarán las pruebas estadísticas correspondientes para el análisis de la variable motivación.

En la tabla 5 se presenta el análisis de los datos obtenidos del pretest y posttest de la motivación de los 20 estudiantes en el tema de oscilaciones reales mediante la estadística descriptiva. Se tiene en cuenta que la escala de ponderación utilizada con una escala de Likert va del 1 al 5. Teniendo en cuenta que:

- 1,00-2,99 Motivación Baja.
- 3,00-3,99 Motivación Media.
- 4,00-5,00 Motivación Alta.

Tabla 5.

Análisis motivacional mediante estadísticos descriptivos

Estadístico descriptivo	Pretest	Posttest
Media	3,762	4,34
Mediana	3,95	4,325
Moda	4	5
Desviación estándar	0,794	0,540
Varianza	0,631	0,291
Mínimo	1,75	2,75
Máximo	4,8	5
Cuenta	20	20

En la tabla 5 se puede interpretar que al momento de realizar la intervención los 20 estudiantes en el pretest obtuvieron una media de 3,76 puntos, lo cual indica que se encontraban con una motivación media para abordar el simulador de GeoGebra puesto que aunque no se haya aplicado aún la propuesta didáctica los estudiantes ya habían trabajado en otras asignaturas con este simulador, familiarizándose y teniendo por ende este resultado. Luego de la intervención con la propuesta antes mencionada los estudiantes obtienen una

media de 4,34 puntos, lo cual indica una motivación alta ante este estudio con las simulaciones de GeoGebra, evidenciando los resultados positivos.

Para obtener una mayor confiabilidad en los resultados, se realizó el análisis mediante estadística inferencial. Debido a que los datos provinieron de un cuestionario tipo Likert, presentando una naturaleza ordinal y considerando que este tipo de escalas frecuentemente no cumple con el supuesto de normalidad, se optó por emplear una prueba no paramétrica para el análisis inferencial de los datos obtenidos. Por lo tanto, se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, debido a que las mediciones corresponden al mismo grupo evaluado antes y después de la intervención y el tamaño de la muestra fue de 20 estudiantes ($n = 20$). Esta prueba permitió comparar las diferencias entre el pretest y el posttest considerando principalmente el valor de significancia (p), el estadístico Z y el tamaño del efecto (r), con el fin de determinar la magnitud del cambio generado por la intervención.

Para el análisis se plantearon las siguientes hipótesis: H_0 = La implementación de la propuesta no mejora significativamente la motivación estudiantil; H_1 = La implementación de la propuesta mejora significativamente la motivación estudiantil. La decisión estadística se realiza considerando el valor de significancia obtenido, donde si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la guía produjo mejoras significativas en la motivación estudiantil; mientras que si $p > 0,05$, no existen evidencias estadísticas suficientes para rechazar la hipótesis nula, estos resultados se expresan en la tabla 6.

Tabla 6.*Prueba de rangos con signos de Wilcoxon para muestras relacionadas*

Parámetro	Valor obtenido
Mediana Pretest (Mnd)	3,95
Mediana Posttest (Mnd)	4,325
Valor p	0,004
Estadístico Z	2,874
Tamaño del efecto (r)	0,642
Número de pares (n)	20

La tabla 6 muestra un valor de significancia de $p = 0,004$, el cual evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones realizadas antes y después de la implementación de la propuesta didáctica. Debido a que al aplicar la Prueba Wilcoxon el valor obtenido cumple con el criterio $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), concluyendo que la implementación de la guía mejora significativamente la motivación estudiantil. Respecto al estadístico $Z = 2,874$, este representa la magnitud de la diferencia observada entre las puntuaciones del pretest y posttest dentro del mismo grupo de estudiantes. El valor obtenido indica que el cambio registrado después de la intervención presenta evidencia suficiente para considerar que las diferencias encontradas no ocurrieron por azar. En relación con el tamaño del efecto $r = 0,642$, este se interpreta como un efecto grande de acuerdo con los criterios propuestos por Cohen ($0,1 =$ pequeño; $0,3 =$ mediano; $0,5 =$ grande). Esto indica que, además de existir significancia estadística, la intervención produjo un cambio con relevancia práctica y educativa sobre la motivación estudiantil. En consecuencia, los resultados permiten concluir que la aplicación de la propuesta favoreció significativamente la motivación estudiantil de los 20 estudiantes participantes en el estudio.

DISCUSIÓN

Los resultados positivos obtenidos tras la aplicación de la prueba t de Student se respaldan por un estudio similar de Figueroa et al. (2023) donde concluyeron que el uso de simulaciones desarrolladas con GeoGebra tuvo un impacto significativo por parte de los estudiantes de las ramas de la Física, como son el uso de simulaciones de cinemática lineal, debido a que los estudiantes pudieron familiarizar los conceptos aprendidos y proyectarlos en la vida real, haciendo que mejore su rendimiento al realizar los ejercicios y los problemas.

Del mismo modo, Hosseini et al. (2022) evidenciaron que la incorporación de GeoGebra en el estudio de la geometría, mediante actividades interactivas favorece la motivación académica, destacando que el uso de entornos dinámicos, simulaciones y representaciones visuales promueve una actitud más positiva hacia el aprendizaje, incrementando el interés y el involucramiento del estudiante durante el proceso educativo.

Finalmente, diversas investigaciones (Figueroa et al., 2023; Guachún et al., 2021; Herrera, 2025; Hosseini et al., 2022; Choco et al., 2024) relacionadas con la implementación de las simulaciones en GeoGebra han reportado efectos positivos tanto en el rendimiento académico y la motivación estudiantil. Evidencian que el uso de estrategias didácticas estructuradas y herramientas digitales favorece una mayor comprensión de los contenidos, incrementa la participación del estudiantado y fortalece el proceso de aprendizaje.

CONCLUSIONES

La implementación permitió comprobar la viabilidad de la propuesta didáctica al integrar GeoGebra, ya que, con ayuda de las simulaciones, los estudiantes interactuaron durante el análisis y la representación de dicho tema. Asimismo, GeoGebra demostró ser un recurso didáctico viable, debido a que favorece una enseñanza más interactiva y dinámica.

El análisis de los resultados permitió identificar cambios favorables en las variables analizadas en este estudio. Los resultados obtenidos reflejaron una variación favorable en el rendimiento académico tras la implementación de las actividades apoyadas en GeoGebra, permitiendo visualizar fenómenos, manipular variables, analizar el movimiento y relacionar la teoría con la simulación. Del mismo modo, se evidenció una mejora en la motivación de los estudiantes, quienes al inicio de la investigación reflejaron un nivel motivacional inferior al obtenido al finalizar la intervención, manifestando una valoración más favorable del uso del software para sus actividades académicas. La intervención permitió identificar cambios en la motivación de los estudiantes al utilizar el software como apoyo para su aprendizaje, de modo que se puede inferir que el uso de esta herramienta favoreció no solo la mejora del rendimiento académico, sino también de la motivación estudiantil.

Los resultados de este estudio permiten concluir que el uso de GeoGebra se asoció con mejoras en el estudio de las oscilaciones reales. A lo largo de la investigación, mediante la implementación de la propuesta didáctica y sus actividades, se evidenciaron cambios favorables tanto en el rendimiento académico como en la motivación estudiantil. Por lo tanto, los resultados obtenidos constituyen evidencia que respaldan la incorporación de herramientas tecnológicas como GeoGebra en la enseñanza de las oscilaciones reales dentro de la formación de futuros docentes de Ciencias Experimentales.

Declaración de conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Diego Fabricio Quizhpe Matailo: conceptualización, curación de datos, investigación, metodología, recursos, software, redacción del borrador original y edición de la redacción.

Kevin Andrés Villa Sigchi: conceptualización, investigación, recursos, software y redacción del borrador original.

Marilyn Johana Castillo Alverca: conceptualización, investigación, recursos, software y redacción del borrador original.

Marco Alejandro Rojas Rojas: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, revisión y edición de la redacción.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron la inteligencia artificial como apoyo para este artículo, y también que esta herramienta no sustituye de ninguna manera la tarea o proceso intelectual. Después de rigurosas revisiones con diferentes herramientas en la que se comprobó que no existe plagio como constan en las evidencias, los autores manifiestan y reconocen que este trabajo fue producto de un trabajo intelectual propio, que no ha sido escrito ni publicado en ninguna plataforma electrónica o de IA.

REFERENCIAS

- Almulla, M. A. (2023). Constructivism learning theory: A paradigm for students' critical thinking, creativity, and problem solving to affect academic performance in higher education. *Cogent Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2172929>
- Bada, S. O. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70. <https://iosrjournals.org/iosr-jrme/papers/Vol-5%20Issue-6/Version-1/I05616670.pdf>
- Cajusol Baldeon, E. M., & Rivas Díaz, L. H. (2021). Relación entre Motivación Académica y Rendimiento Académico en los estudiantes de Enfermería de la UNMSM. *Tecnohumanismo*, 1(3), 336-354. <https://doi.org/10.53673/th.v1i11.75>
- Camilloni, A. (2007). *El saber didáctico*. Paidós.
- Choco Coronel, P. G., Rojas Rojas, M. A., Astudillo Aguilar, P. S., & Castillo Barrezueta, J. F. (2024). Impacto académico y motivacional del GeoGebra en el estudio de áreas y perímetros. *Religación*, 9(42). <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i42.1286>
- Díaz, F. (2005). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.
- Figueroa Villamar, F., Salguero Mite, A., Parreño Sánchez, J., & Ortiz Aguilar, W. (2023). GeoGebra como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Física. *Polo del Conocimiento*, 8(11), 991-1015. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6249>
- Gañan, D. (2020). Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 104, 147-169. <https://mdc.ulpgc.es/item/185919>
- García Olmo, Á. (2017). *Propuestas didácticas para la asignatura "Física y Química" a través del deporte* [Trabajo de fin de máster, Universidad de Cantabria]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cantabria.

- Guachún, F., Rojas, M. y Rojas, I. (2021). El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de la Integral definida: Una propuesta didáctica. En J Martínez. Memorias de la II Jornada Ecuatoriana de GeoGebra (pp. 182-192). Editorial Alonso María Arce de la CCE, Núcleo del Cañar.
- Guillén Pinargote, A. V., Suasti López, C. A., Aucancela Bravo, J. M., & Vásquez Obando, F. J. (2023). Inteligencia emocional y el desempeño académico en la enseñanza en línea. *Universidad y Sociedad*, 15(6), 469-478.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4165>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta. Mc Graw Hill educación.
- Herrera Castrillo, C. J. (2025). El uso de GeoGebra en la enseñanza de la física de sistemas caóticos y fractales. *Boletín Científico INVESTIGIUM De La Escuela Superior De Tizayuca*, 11(21), 68–76. <https://doi.org/10.29057/est.v11i21.14410>
- Hosseini, Z., Mehdizadeh, M., & Sadegi, M. (2022). Uso de GeoGebra en la enseñanza de la geometría para mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. *Innovare Journal of Education* , 10 (3), 34-38. <https://researchportal.tuni.fi/en/publications/using-geogebra-in-teaching-geometry-to-enhance-students-academic-/>
- Kritt, D. W., & Budwig, N. (2022). The Future of Constructivist Education. *Human Development*, 66(4–5), 295-309. <https://doi.org/10.1159/000526275>
- Mora Velasco, V. E., López Proaño, N. A., Larrea López, E. N., Pérez Frías, H. L., Aldáz Mejía, O. B., & Criollo Yucailla, R. D. (2024). Influencia de la motivación intrínseca y extrínseca en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Una Revisión Sistemática. *Magazine de las Ciencias: Revista De Investigación e Innovación*, 9(2), 95-111.
<https://doi.org/10.33262/rmc.v9i2.3105>

- Orrego-Riofrío, M. y Aimacaña-Pinduisaca, C. (2018). Herramienta multimedia Educaplay como recurso didáctico en el proceso enseñanza-aprendizaje de química y física general. *Polo del Conocimiento*, 3(10), 44-57. <https://doi.org/10.23857/pc.v3i10.729>
- Poma Lojano, L. S., Terán Acosta, G. R., Arequipa Quishpe, E. R., & Guachamín Aconda, J. O. (2023). Impacto del uso de FISLAB en las prácticas de Física experimental, estudio de caso: Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador. *RECIAMUC*, 7(1), 420-429. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(1\).enero.2023.420-429](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(1).enero.2023.420-429)
- Ruilova, M. y Saguay, E. (2024). Propuesta didáctica: Uso del GeoGebra para la enseñanza de oscilaciones reales. [Trabajo de Licenciatura, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/44321>
- Sánchez-Solis, Y., Raqui-Ramirez, C. E., Huaroc-Ponce, E. J., & Huaroc-Ponce, N. M. (2024). Importancia de Conocer la Normalidad de los Datos Utilizados en los Trabajos de Investigación por Tesis. *Revista Docentes 2.0*, 17(2), 404-413. <https://doi.org/10.37843/rtd.v17i2.554>
- Serna Sánchez, P. A. (2022). Impacto de la utilización de simulaciones virtuales en física sobre la motivación intrínseca en estudiantes de bachillerato. *Presencia Universitaria*, 9(18), 32-43. <https://doi.org/10.29105/pu9.18-3>
- Tocto Flores, M., Vivanco Ureña, C., León Bravo, F., & Oviedo Vera, A. (2024). Material didáctico para el proceso de enseñanza aprendizaje de Física en Bachillerato. *Polo del Conocimiento*, 9(8), 1547-1567. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7774/0>
- Usán Supervía, P., & Salavera Bordás, C. (2018). School Motivation, Emotional Intelligence and Academic Performance in Students of Secondary Education. *Actualidades En Psicología*, 32(125), 95-112. <https://doi.org/10.15517/ap.v32i125.32123>