



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

APLICACIÓN DE GEOGEBRA COMO RECURSO SEMIÓTICO EN LA COMPRENSIÓN DEL MOVIMIENTO VERTICAL DE CUERPOS

**APPLICATION OF GEOGEBRA AS A SEMIOTIC RESOURCE
IN THE UNDERSTANDING OF THE VERTICAL MOTION OF
BODIES**

Alonso Danilo Flores Perez

Universidad Tecnica Particular de Loja

Richard Leonardo Luna Romero

Universidad Tecnica Particular de Loja

Johnny Esteban Romero Sánchez

Universidad Tecnica Particular de Loja

Marco Antonio Ayala Chauvin

Universidad Tecnica Particular de Loja

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21271

Aplicación de GeoGebra como recurso semiótico en la comprensión del Movimiento Vertical de Cuerpos.

Alonso Danilo Flores Perez¹adflores@utpl.edu.ec<https://orcid.org/0009-0007-3166-2321>Universidad Tecnica Particular de Loja
Ecuador**Richard Leonardo Luna Romero**rluna@utpl.edu.ec<https://orcid.org/0009-0008-8832-7898>Universidad Tecnica Particular de Loja
Ecuador**Johnny Esteban Romero Sánchez**jeromero38@utpl.edu.ec<https://orcid.org/0009-0009-1874-0334>Universidad Tecnica Particular de Loja
Ecuador**Marco Antonio Ayala Chauvin**maayala5@utpl.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-0084-6773>Universidad Tecnica Particular de Loja
Ecuador

RESUMEN

En esta investigación de diseño cuasi experimental se propuso determinar si el uso del software GeoGebra influía en la comprensión del movimiento vertical de objetos. Para ello, se contrastó un grupo experimental ($n = 40$) al que se le enseñó con empleo de tecnologías, usando simulaciones interactivas del software GeoGebra, con un grupo control ($n = 40$) que aprendió de la forma tradicional. Tras la instrucción, se observó que el primer grupo mejoró notablemente, con un 42.5% de los estudiantes alcanzando un nivel 'Muy Bueno', en comparación con solo un 22.5% en el grupo control. La prueba estadística U de Mann-Whitney confirmó que estas diferencias fueron significativas ($p = 0.005$). Finalmente, se determinó que GeoGebra es una herramienta muy útil para la enseñanza, ya que permite combinar diferentes formas de entender el problema (gráfica, algebraica o verbal), lo que ayuda a que los estudiantes aprendan significativamente, por ende, mejoren su rendimiento académico en la asignatura de física.

Palabras clave: geogebra, rendimiento académico, movimiento vertical, representaciones semióticas, física, aprendizaje significativo

¹ Autor principal.

Correspondencia: adflores@utpl.edu.ec

Application of GeoGebra as a Semiotic Resource in the Understanding of the Vertical Motion of Bodies

ABSTRACT

In this quasi-experimental design study, we sought to determine whether the use of GeoGebra software influenced the understanding of the vertical motion of objects. To this end, an experimental group ($n = 40$) taught using technologies through interactive simulations in GeoGebra was contrasted with a control group ($n = 40$) that learned in the traditional way. After instruction, it was observed that the first group improved markedly, with 42.5% of students reaching a “Very Good” level, compared with only 22.5% in the control group. The Mann–Whitney U test confirmed that these differences were significant ($p = 0.005$). Finally, it was determined that GeoGebra is a very useful teaching tool because it allows different ways of understanding the problem (graphical, algebraic, or verbal), which helps students learn significantly and, consequently, improve their academic performance in physics.

Keywords: geogebra; academic performance; vertical motion; semiotic representations; physics; meaningful learning.

Artículo recibido 20 octubre 2025

Aceptado para publicación: 15 noviembre 2025



INTRODUCCIÓN

El presente artículo se refiere a la enseñanza del movimiento vertical de cuerpos en la asignatura de Física ya que constituye una temática importante dentro del contenido que se estudia en la cinemática a nivel de Bachillerato. En concreto, en esta investigación se estudia el impacto del uso del software de GeoGebra como recurso semiótico para mejorar el proceso de aprendizaje significativo y el rendimiento académico del alumnado. La investigación parte de la identificación de un problema habitual en el estudio de la física, tal es el caso de que los estudiantes sufren muchas dificultades para poder entender los conceptos del movimiento vertical, sobre todo en lo que respecta a la aplicación adecuada de fórmulas, resolución de problemas, la interpretación de gráficos y las relaciones que existen entre las variables que están implicadas en el fenómeno físico de estudio (Muñoz y Villacrez-Oliva, 2024).

Este problema pone de manifiesto una carencia en la práctica educativa, ya que continúan existiendo prácticas tradicionales basadas en la exposición magistral y en el uso mecánico de fórmulas, y no profundiza en una comprensión significativa del concepto objeto de estudio en los alumnos (Figuerola et al., 2023). A su vez, también hay una muy escasa incorporación de herramientas digitales que pueden representar de forma visual e interactiva los fenómenos físicos. En este sentido, la investigación se encuentra justificada por la necesidad que hay de indagar estrategias originales que utilicen tecnologías dinámicas como GeoGebra, puesto que este software promueve la comprensión y, al mismo tiempo, fomenta un aprendizaje considerado más activo y participativo (Calderón Salcedo, 2020).

Así mismo, desde la perspectiva de la teoría de los registros de representación semiótica de Duval (2006), se menciona que, para poder alcanzar un buen grado de comprensión matemática, debe hacerse un uso coordinado de diferentes registros de representación: verbal, simbólico, gráfico y numérico. En este sentido, GeoGebra se convierte en una potente herramienta en la que el uso simultáneo de los registros de representación resulta viable. Es decir, mediante el uso de GeoGebra, los estudiantes pueden visualizar en tiempo real las trayectorias de caída libre o lanzamiento vertical (registro gráfico), manipular ecuaciones y modificar parámetros en sus registros algebraico y numérico. Finalmente, este proceso interactivo les permite generar tablas de datos y, fundamentalmente, articular con sus propias palabras los cambios percibidos, lo que fortalece de manera significativa su registro verbal y su comprensión integral del concepto (Mora, 2020).



Existen diferentes investigaciones que han tratado la enseñanza y el aprendizaje de la física aplicando GeoGebra por ejemplo se lo puede encontrar en el estudio de Taípe et al. (2022) en su investigación de diseño cuasiexperimental realizada con estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional de Juliaca, cuyo objetivo fue “determinar los efectos del uso del software GeoGebra en el aprendizaje cinemática de una partícula, en estudiantes de ingeniería en el año 2021 en la ciudad de Juliaca” el estudio menciona que, GeoGebra favorece el aprendizaje conceptual y procedimental en temas de cinemática, promoviendo la comprensión significativa del movimiento de partículas. En la misma dirección, se encuentra los resultados de Cruz (2023), donde también confirmaron la efectividad de GeoGebra en la enseñanza de la cinemática.

Sin embargo, y a pesar del número creciente de investigaciones, la literatura dedicada al análisis de la enseñanza del movimiento vertical de cuerpos sigue siendo escasa. De esta manera, la aportación del presente trabajo radica en constituir evidencia empírica de la capacidad de utilización pedagógica de GeoGebra, en un contexto real, como es el caso de alumnos del segundo de bachillerato general unificado (BGU) aplicando dicha herramienta en el aula.

La investigación tuvo como espacio de trabajo el alumnado del segundo de BGU del Colegio de Bachillerato Leovigildo Loayza Loayza, en Ecuador. Tal espacio educativo otorga características singulares, ya que se caracteriza por el uso restringido de herramientas tecnológicas en el aula, lo que se suscita como un reto pero a la vez se da como una oportunidad para implementar nuevas prácticas de la enseñanza apoyadas la tecnología.

La investigación plantea como objetivo general determinar si la aplicación de GeoGebra como recurso semiótico influye en la mejora de la comprensión del movimiento vertical.

Como hipótesis se formuló:

- Hipótesis alternativa (H_1): La aplicación de GeoGebra como recurso semiótico influye en la mejora de la comprensión del Movimiento Vertical
- Hipótesis nula (H_0): La aplicación de GeoGebra como recurso semiótico influye en la mejora de la comprensión del Movimiento Vertical

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del estudio se adoptó una metodología de tipo cuantitativa, dado que el problema de



investigación requería medir objetivamente el impacto de una variable, para este caso GeoGebra como recurso semiótico sobre la comprensión del Movimiento Vertical, a través de la recolección de datos numéricos comparables y su posterior análisis estadístico (Herrera, 2024).

La investigación tuvo un alcance descriptivo – explicativo, fue descriptivo, puesto que, se realizó un análisis detallado y preciso de las características del fenómeno objeto de estudio (Guevara et al., 2020), es decir, se llevó a cabo una descripción de los datos recopilados sobre el rendimiento académico del grupo de estudiantes, antes y después de la intervención con GeoGebra. Además, fue explicativo porque permitió determinar relaciones de causa y efecto de la variable independiente (aplicación de GeoGebra) sobre la variable dependiente (comprensión del Movimiento Vertical) (Arias y Covinos, 2021).

El diseño implementado fue cuasiexperimental, el cual, según (Arias et al., 2022), consiste en conformar dos grupos, uno considerado como grupo control (GC) y otro como grupo experimental (GE), esto con la finalidad de medir la variable dependiente en ambos grupos. Como técnica se utilizó una evaluación del aprendizaje y como instrumento una prueba objetiva, aplicada en el pretest y postest.

La población fueron 120 estudiantes del segundo año de Bachillerato General Unificado del Colegio de bachillerato Leovigildo Loayza Loayza. La muestra estuvo conformada por 80 participantes, dos paralelos “A” y “B”, considerados como grupo control y experimental respectivamente. El muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia puesto que fueron asignados previamente por la institución (Arias y Covinos, 2021).

Finalmente, para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos de los instrumentos en el pretest y postest, se organizó las calificaciones en dos escalas, cualitativa y cuantitativa, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Escala de calificaciones.

Cualitativa	Cuantitativa
Deficiente	0 – 3,99 puntos
Regular	4 – 6,99 puntos
Bueno	7 – 8,99 puntos
Muy Bueno	9 – 10 puntos

Partiendo de esto se tabuló las notas obtenidas por los grupos control y experimental utilizando el software Excel, se elaboró gráficas de barras y se realizó el respectivo análisis descriptivo. Posteriormente los datos se migraron al software SPSSv25 en el cual se llevó a cabo la verificación de verdad o falsedad de la hipótesis planteada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos del estudio realizado, con el respectivo análisis e interpretación de información recabada, con el fin de establecer por un lado el nivel inicial en el que se encuentran ambos grupos y después conocer si luego de la aplicación de GeoGebra como recurso semiótico durante el proceso de enseñanza aprendizaje en el grupo experimental muestra o no una diferencia significativa en el rendimiento académico en comparación con el grupo control que recibió clase magistral.

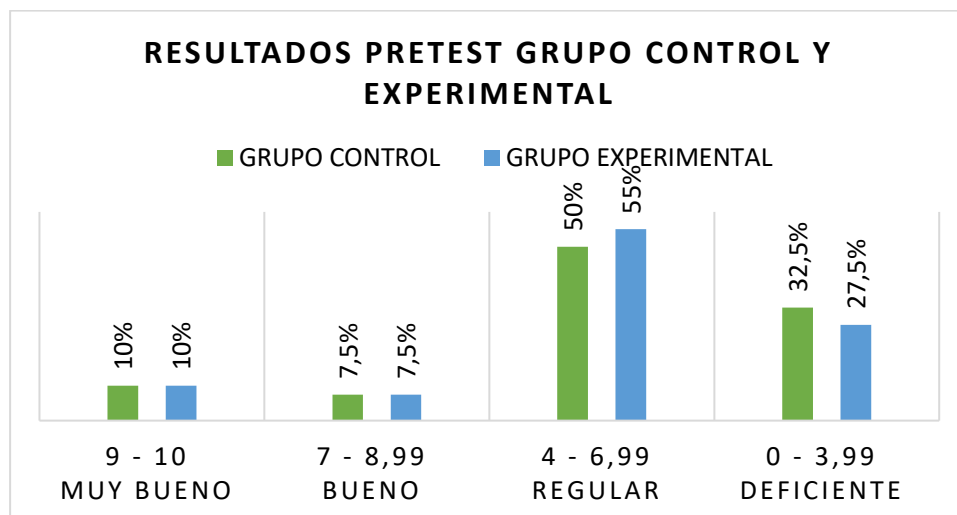
Análisis comparativo de resultados del pretest en los grupos control y experimental.

Al observar la figura 1, se puede notar que las calificaciones del GE y el GC tienen una distribución bastante similar. En el grupo control, muestra que 4 alumnos (un 10%) llegaron al nivel muy bueno (con notas entre 9 y 10), y otros 3 (un 7,5%) se quedaron en el nivel bueno (entre 7 y 8,99). Ahora bien, la gran mayoría del grupo, unos 20 estudiantes (el 50%), se ubicó por el nivel regular (entre 4 y 6,99), lo que nos dice que no dominan la materia como deberían. Por último, 13 estudiantes (un 32,5%) sacaron notas de nivel deficiente (menos de 4 puntos), lo que demuestra que este grupo tuvo serios problemas. En el grupo experimental, las cosas no cambian mucho, 4 estudiantes (un 10%) llegaron a lo más alto, al nivel muy bueno, y 3 (un 7,5%) se quedaron en el nivel bueno. Igual que en el grupo control, la



mayoría de los estudiantes, en concreto 22 estudiantes (un 55%), se acumuló en el nivel regular, mientras que 11 (un 27,5%) sacaron notas que los colocan en el rango de deficiente.

Figura 1.



Discusión.

Los datos que se recabaron dejan claro que una gran mayoría, arriba del 80%, de los alumnos batallan bastante para comprender el movimiento vertical de un objeto. Esto se alinea con lo que encontraron Cevallos-Molina y Mestre-Gómez (2023), quienes creen que esto pasa porque les faltan bases sólidas en matemáticas, además de que no hay suficientes materiales educativos que sean visuales y dinámicos. Por esto, los alumnos terminan aprendiéndose las cosas de memoria, sin realmente entender cómo aplicarlas.

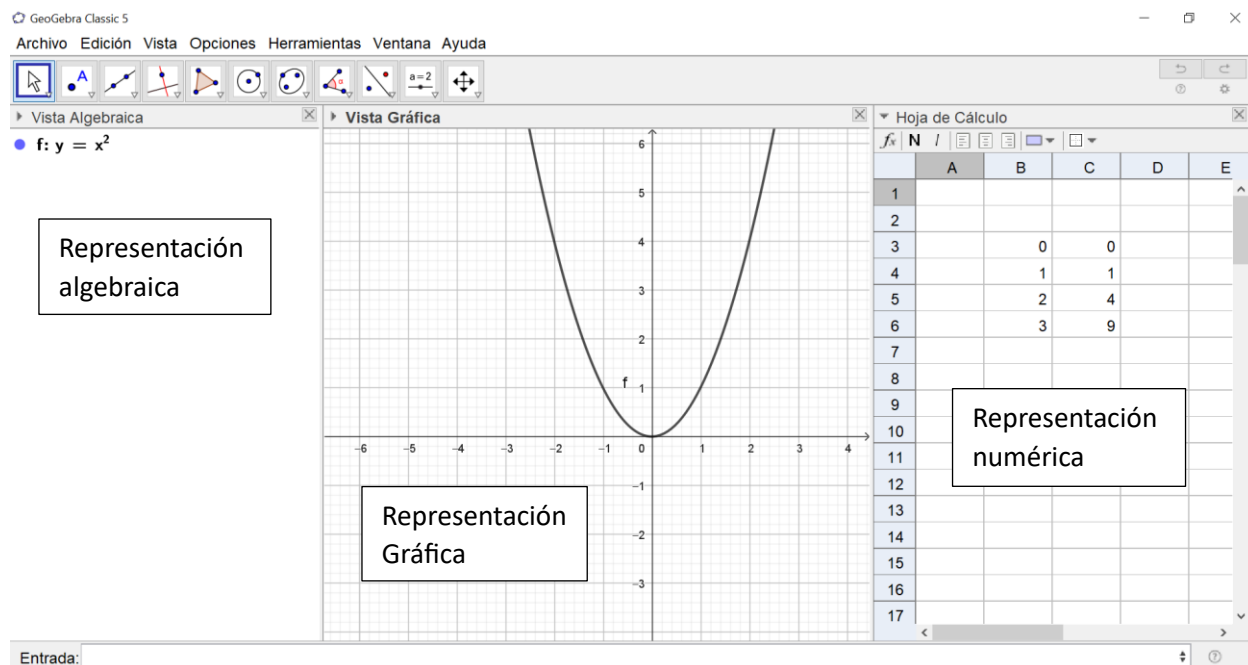
Desde una perspectiva teórica, este problema se puede entender mejor con la teoría de las representaciones semióticas de Raymond Duval. Según esta idea, los malos resultados que vemos podrían ser porque a los alumnos les cuesta trabajo realizar conversiones y tratamientos entre los diferentes registros de representación como el algebraico, gráfico y verbal, de un mismo objeto matemático (Duval, 2006). No poder conectar estas diferentes representaciones es un gran obstáculo para pensar como científicos y entender a fondo los fenómenos físicos.

Trabajo experimental.

Para este trabajo se implementó GeoGebra, este software es una plataforma interactiva que facilita la comprensión de conceptos o fenómenos físicos abstractos, mediante simulaciones o animaciones fomentando un aprendizaje significativo, (Kessongo et al., 2023). Por otra parte, este software permite

mostrar un objeto matemático en diferentes formas de representación en sus diferentes vistas, como el algebraico, numérico y gráfica. (Arteaga et al., 2019).

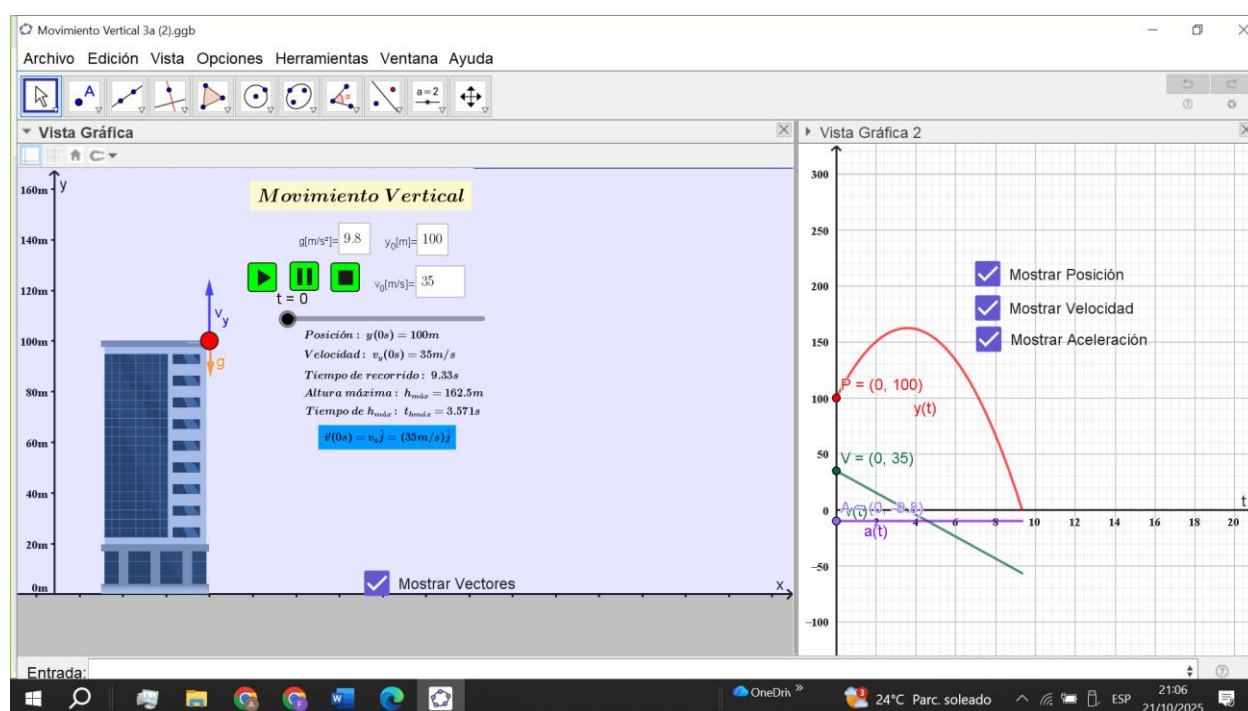
Figura 2. Pantalla principal del software GeoGebra.



En la figura se observa las diferentes formas de representar a un mismo objeto matemático, que tal como lo menciona Duval (2006), es de gran importancia que el aprendiz puede pasar de una forma a otra, para lograr un aprendizaje duradero, mas no solo centrarse en un solo registro, como suele suceder en la enseñanza tradicional.

Durante la intervención se implementaron tres sesiones de aprendizaje en los dos grupos, con la diferencia de que con el grupo experimental se utilizó el software GeoGebra. El propósito con el grupo experimental fue desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para resolver problemas de movimiento vertical mediante la interacción con simulaciones del fenómeno físico. La figura 3, muestra el applet que permitió simular el fenómeno objeto de estudio, en el mismo se observa como a través del ingreso de datos numéricos posibilita la manipulación de las variables y la observación inmediata de los efectos en el movimiento. Adicional, se muestra la representación gráfica de las variables distancia y velocidad en función del tiempo.

Figura 3. Simulación de un objeto lanzado verticalmente hacia arriba.



<https://www.geogebra.org/m/cbe7kjm6>

Para el estudiante el poder observar e identificar como las diferentes variables que intervienen en este fenómeno van cambiando a medida que pasa el tiempo, fortalece sus habilidades de resolución de problemas e interpretación de gráficas.

Análisis comparativo de resultados del postest en los grupos control y experimental.

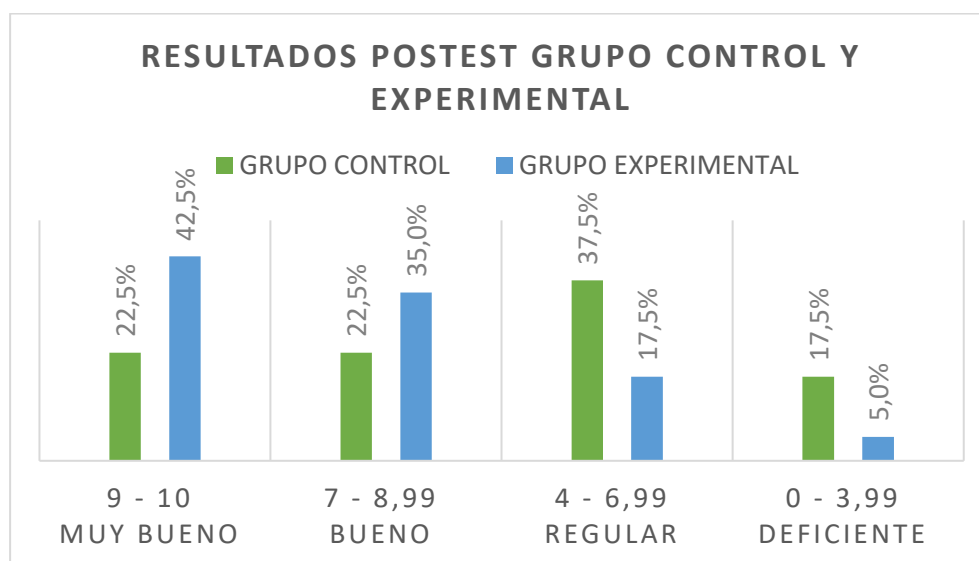
Tras la implementación de las sesiones de clase en ambos grupos, se procedió a realizar el examen final para evaluar su rendimiento académico tras la intervención. Esta fase sirvió para comparar cómo influyó el uso de GeoGebra en el aprendizaje, cotejando los resultados del grupo que lo usó con los del grupo que siguió metodología tradicional, sin la ayuda del programa. A continuación, se va a analizar a fondo los resultados que se obtuvieron en el postest.

En la figura 2, se muestran los resultados obtenidos luego de la intervención, estos evidencian diferencias significativas entre los grupos de estudio. En el GC, la distribución de calificaciones se conformó de la siguiente manera: 9 estudiantes (22.5%) alcanzaron el nivel Muy Bueno, mientras que un mismo número de alumnos (22.5%) se situó en el nivel Bueno. Por otra parte, 15 estudiantes (37.5%) alcanzaron la categoría Regular, y 7 educandos (17.5%) se ubicaron en el nivel Deficiente.

En contraste, el GE mostró un desempeño notablemente superior. En este grupo, 17 estudiantes (42.5%)

alcanzaron el nivel Muy Bueno, 14 alumnos (35%) se ubicaron en el nivel Bueno, 7 estudiantes (17.5%) se situaron en el rango Regular, y solamente 2 educandos (5%) se mantuvieron en el nivel Deficiente. Este análisis comparativo demuestra que la intervención aplicada al GE generó una distribución de calificaciones sustancialmente más favorable, con una marcada reducción en el nivel Deficiente y un aumento del 32,5 % más estudiantes del GE que el GC que se encuentran en los niveles de excelencia académica.

Figura 2.



Discusión.

Los resultados obtenidos tras la aplicación de la secuencia didáctica con GeoGebra revelan una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo experimental. Desde la perspectiva teórica de Duval, estos hallazgos pueden explicarse por la capacidad del software para presentar simultáneamente múltiples registros de representación como el gráfico, algebraico y verbal, facilitando que los estudiantes realicen las conversiones y coordinaciones cognitivas necesarias para una comprensión significativa de los fenómenos físicos.

Estudios previos respaldan estas interpretaciones. Rivera (2017) notó que los alumnos que crearon simulaciones en GeoGebra sobre movimientos como el MRU, MRUV y el parabólico, no solo entendieron mejor los conceptos, sino que además les empezó a interesar más la Física. De manera similar, Figueroa Villamar et al. (2023) y Casa (2022) probaron que GeoGebra sube la motivación, ayuda a entender conceptos físicos abstractos y promueve un aprendizaje más profundo. Por otro lado,

Cruz (2023) remarcó que usar simulaciones de GeoGebra para estudiar la caída libre promueve una mejor comprensión de los conceptos y resuelvan problemas de forma más eficaz, gracias a la interactividad que ofrecen las simulaciones del fenómeno objeto de estudio.

Asimismo, los resultados obtenidos se alinean con lo encontrado por Taipei et al. (2022), mostraron que el mejor desempeño de grupo experimental se debió a la adaptabilidad de GeoGebra para mostrar visualizaciones dinámicas y permitir la manipulación directa en simulaciones de fenómenos físicos.

Considerando todo esto, queda claro que emplear GeoGebra es más que solo una herramienta tecnológica para ver cosas; es una estrategia pedagógica de enseñanza que realmente ayuda a los estudiantes a aprender y, por lo tanto, a obtener mejores un mejor desempeño académico en física.

Análisis Inferencial de las diferencias entre Grupos

Para determinar la rigurosidad estadística de las diferencias observadas en el rendimiento académico entre los grupos control y experimental, y contrastar de manera sólida la hipótesis de investigación, se realizó un análisis inferencial. Este proceso requirió verificar el supuesto de normalidad en la distribución de los datos del postest, con el fin de seleccionar la prueba de hipótesis adecuada, ya sea paramétrica o no paramétrica.

Dado que cada grupo estuvo compuesto por menos de 50 participantes, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad, considerada la más apropiada para tamaños muestrales de esta magnitud Tapia et al. (2021). Para esta prueba se establecieron las siguientes hipótesis estadísticas:

- **H₀**: Los datos siguen una distribución normal.
- **H₁**: Los datos no siguen una distribución normal.

El procesamiento de los datos mediante el software SPSS arrojó los resultados que se presentan y analizan a continuación, permitiendo proceder con la prueba de comparación de grupos correspondiente.



Tabla 2
Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO CONTROL	,162	40	,010	,885	40	,001
GRUPO EXPERIMENTAL	,257	40	,000	,765	40	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Una vez realizado el test de Shapiro-Wilk sobre los datos del posttest, se observa en la tabla 2, que los valores de significancia arrojaron un resultado ($p < 0.05$) para los dos grupos. Por lo que se descarta la hipótesis nula (H_0) lo que conllevó a concluir que los datos no siguen una distribución normal. Al ser vulnerado el supuesto de normalidad, para poder comparar el rendimiento entre el grupo de control y el experimental, se optó por usar la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos muestras independientes, (Páez et al., 2021).

Tabla 3. Prueba U de Mann – Whitney para dos muestras independientes.

	Estadísticos de prueba ^a	
	POSTEST	
U de Mann-Whitney	516,000	
W de Wilcoxon	1336,000	
Z	-2,833	
Sig. asintótica(bilateral)	,005	

a. Variable de agrupación: GRUPOS

Los resultados del test arrojaron una significancia bilateral de $p = 0.005$. Dado que $p < 0.05$, se descartó la hipótesis nula, inclinándose así por la hipótesis alternativa. En consecuencia, queda demostrado estadísticamente que el uso de GeoGebra influyó de manera positiva en el desempeño escolar de los alumnos en cuanto a la comprensión del movimiento vertical de cuerpos.

CONCLUSIONES

Tras el análisis inferencial, se pudo comprobar que las diferencias encontradas en el desempeño académico entre el grupo que participó en el experimento y el grupo de control son notables desde el punto de vista estadístico ($p = 0.005$). Este resultado pone de manifiesto que la utilización de GeoGebra como herramienta de enseñanza durante el proceso de aprendizaje tuvo un impacto positivo y considerable en la asimilación del movimiento vertical de los cuerpos, lo cual respalda la principal suposición de este estudio.

El avance notable que se observó en el grupo experimental donde un 42.5% de los alumnos llegaron al nivel "Muy Bueno" tras el posttest se explica desde el punto de vista educativo, apoyándose en la teoría de las representaciones semióticas propuesta por Duval. GeoGebra hizo más sencilla la tarea de cambiar entre lo visual, lo algebraico y lo que se expresaba con palabras, permitiendo así que los estudiantes crearan una comprensión sólida y bien conectada del fenómeno físico, dejando atrás el típico aprendizaje de memoria.

La intervención no solo mejoró la cantidad de estudiantes que llegaron a obtener calificaciones más sobresalientes, sino que además redujo importantemente el nivel "Bajo" en el grupo experimental, bajando desde un 27.5% al principio hasta un 5% al final. Esto posiciona a GeoGebra como una herramienta útil para impulsar la equidad en el aprendizaje, facilitando apoyos gráficos e interactivos que se ajustan a variados modos de aprender y atenúan las brechas ya presentes en la comprensión de la física.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias Gonzales, J. L. y Covinos Gallardo, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (1st ed.). Enfoques Consulting E.I.R.L.

<https://www.researchgate.net/publication/352157132>

Arias, J. y Holgado, J. y Tafur, T. y Vasquez, M. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. <https://doi.org/10.35622/INUDI.B.016>

Arteaga Valdés, E. y Medina Mendieta, J. F. y del Sol Martínez, J. L. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo



matemática. *Conrado*, 15(70), 102–108.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500102&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Calderón Salcedo, L. J. (2020). Aplicación de GeoGebra en la enseñanza de la cinemática de un mecanismo de cuatro barras
Application of GeoGebra in the teaching of kinematics of a four-bar mechanism. *Revista Do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9(2), 03–19. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.V9I2P003-019>

Casa, E. (2022). *Propuesta metodológica para la enseñanza del movimiento de los cuerpos, a través de la utilización del software GeoGebra, dirigida a los estudiantes del tercer semestre de la. Universidad Central del Ecuador.*

Cevallos-Molina, E. R. y Mestre-Gómez, U. (2023). Estrategia didáctica para el uso del software GeoGebra en el aprendizaje del movimiento y la fuerza en los estudiantes de Bachillerato General Unificado. *Educação Matemática Debate*, 7(13), 1–24. <https://doi.org/10.46551/EMD.V7N13A10>

Cruz, W. (2023). *Fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en las competencias de física mediante el simulador GeoGebra a estudiantes del grado 11°4. [Dfdr]. Universidad de Santander.*

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *Gaceta de La Real Sociedad Matematica Española*, ISSN 1138-8927, Vol. 9, Nº 1, 2006, Págs. 143-168, 9(1), 143–168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1984436>

Figuerola Villamar, F. E. y Salguero Mite, A. B. y Parreño Sánchez, J. del C. y Ortiz Aguilar, W. (2023). GeoGebra como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Física. *Polo Del Conocimiento: Revista Científico - Profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 8, Nº. 11 (NOVIEMBRE 2023), 2023, Págs. 991-1015, 8(11), 991–1015. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i11.6249>

Guevara Alban, G. P. y Verdesoto Arguello, A. E. y Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-



- acción). *RECIMUNDO: Revista Científica de La Investigación y El Conocimiento*, ISSN-e 2588-073X, Vol. 4, N°. 3, 2020, Págs. 163-173, 4(3), 163–173.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Herrera Castrillo, C. J. (2024). Paradigma Positivista. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 12(24), 29–32. <https://doi.org/10.29057/ICEA.V12I24.12660>
- Kessongo, J. y Mayer, J. y Marcelino, M. (2023). El software GeoGebra en el aprendizaje de la Física. Colégio nº 1730-Lubango. Angola. *Sociedad & Tecnología*, 6(2), 221–234.
<https://doi.org/10.51247/ST.V6I2.368>
- Mora, C. (2020). LA SEMIÓTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação Em Ciências e Matemática*, 7(3), 126–134.
<https://doi.org/10.26571/REAMEC.V7I3.9278>
- Muñoz Ortega, C. C. y Villacrez-Oliva, V. M. (2024). Ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza y aprendizaje de Física. *Revista UNIMAR*, 42(2), 13–41.
<https://doi.org/10.31948/RU.V42I2.3487>
- Páez, O. y Sangrador C, O. y Arias, M. (2021). Pruebas no paramétricas. *Evid Pediatr*, 17, 37.
<http://www.evidenciasenpediatria.es/EnlaceArticulo?ref=2021;17:37>.
- Rivera, J. (2017). *Diseño de guías para la enseñanza- aprendizaje de la cinemática usando el software Geogebra en el grado décimo de la I.E pio XII*. Universidad Nacional de Colombia.
- Taípe, C. W. y Mendoza, E. G. y Gallegos, J. R. (2022). GeoGebra software as a resource for teaching the kinematics of a particle. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2022-July*.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.600>
- Tapia, F. y Ernesto, C. y Cevallos, F. y Carlos, K. L. y Flores Tapia, E. y Lissette, K. (2021). PRUEBAS PARA COMPROBAR LA NORMALIDAD DE DATOS EN PROCESOS PRODUCTIVOS: ANDERSON-DARLING, RYAN-JOINER, SHAPIRO-WILK Y KOLMOGOROV-SMIRNOV. *Periodicidad: Semestral*, 23(2), 2021.

