

Software GeoGebra y Aprendizaje del Cálculo Integral en Estudiantes de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Huancavelica

Jorge Ortega¹

jorge.ortega@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-3028-6014>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

Cesar Castañeda

cesar.castañeda@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-9140-4833>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

Roger Rivera-Casavilca

roger.rivera@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1621-6020>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

Noemi Mencia-Sanchez

noemi.mencia@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-6726-2855>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

Miriam Simon

2018151044@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0004-2941-6568>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

Ivan Navarro

2018151029@unh.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0001-6831-2786>

Universidad Nacional de Huancavelica
Perú

RESUMEN

El propósito de esta investigación es analizar el impacto del Software GeoGebra en el proceso de aprendizaje del cálculo integral entre estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica. Se abordan temas como los métodos de integración, áreas definidas, cálculo de volúmenes de sólidos de revolución y momentos. El enfoque del estudio se basa en un diseño cuasi experimental. La recolección de datos se llevó a cabo mediante una evaluación escrita compuesta por 20 preguntas de opción múltiple, aplicada a una muestra de 52 estudiantes divididos en un grupo experimental y otro de control dentro de la Escuela de Ingeniería Civil - Huancavelica. Los resultados evidencian un notable progreso en el aprendizaje del cálculo integral cuando se emplea el Software GeoGebra en comparación con los métodos tradicionales. Esto conduce a la conclusión de que la utilización de este software es efectiva en el desarrollo de competencias en integrales indefinidas, definidas, cálculo de volúmenes y momentos. En consecuencia, se confirma que la aplicación del Software GeoGebra en el aprendizaje del cálculo integral representa una herramienta valiosa y eficaz para los estudiantes de ingeniería civil, proporcionando un método dinámico y beneficioso para comprender y resolver problemas en estas áreas específicas de las matemáticas.

Palabras clave: geogebra; aprendizaje; integral; áreas, volumen

¹ Autor principal.

Correspondencia: jlortega0413@gmail.com

GeoGebra Software and Learning Of Integral Calculus in Civil Engineering Students - National University of Huancavelica

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the impact of GeoGebra software in the learning process of integral calculus among students of the second cycle of the Professional School of Civil Engineering - Huancavelica. Topics such as integration methods, defined areas, calculation of volumes of solids of revolution and moments are addressed. The approach of the study is based on a quasi-experimental design. Data collection was carried out by means of a written evaluation composed of 20 multiple choice questions, applied to a sample of 52 students divided into an experimental group and a control group within the School of Civil Engineering - Huancavelica. The results show a remarkable progress in the learning of integral calculus when using GeoGebra software in comparison with traditional methods. This leads to the conclusion that the use of this software is effective in the development of skills in indefinite and definite integrals, calculation of volumes and moments. Consequently, it is confirmed that the application of GeoGebra software in the learning of integral calculus represents a valuable and effective tool for civil engineering students, providing a dynamic and beneficial method to understand and solve problems in these specific areas of mathematics.

Keywords: geogebra; learning; integral; areas; volume

Artículo recibido 17 noviembre 2023
Aceptado para publicación: 29 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

El enfoque primordial de este estudio recae en el cálculo integral, abarcando integrales indefinidas, definidas, cálculo de volúmenes de sólidos de revolución y momentos, áreas cruciales en el ámbito de la ingeniería. La incógnita principal planteada fue: ¿De qué manera el uso del Software GeoGebra influye en el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica? Esta interrogante surge debido a las dificultades presentadas por los estudiantes al enfrentarse a los desafíos inherentes al cálculo integral, que incluyen la complejidad de las fórmulas y los métodos de resolución asociados.

Además, se detectaron obstáculos en la representación gráfica, tanto en el plano cartesiano como en el espacio tridimensional, aspectos fundamentales para comprender y visualizar los conceptos matemáticos implicados en estas áreas específicas. Estas dificultades plantearon un problema significativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, generando la necesidad de explorar la viabilidad y efectividad del Software GeoGebra como una herramienta potencial para superar estas barreras y facilitar la comprensión de los conceptos de cálculo integral, especialmente en su aplicación práctica en la ingeniería.

El GeoGebra, es un Software Libre con un conjunto de programas informáticos a la que se tiene libertad de su autor para ser copiado, estudiado, modificado con cualquier fin y redistribuido libremente. Wassie & Zergaw (2018), indica que “El Software Libre se caracteriza por licencias que conceden al usuario derechos explícitos, incluyendo el acceso al código del programa, permitiendo a desarrolladores o individuos con habilidades técnicas la capacidad de reutilizar, modificar y perfeccionar el software” (p.69).

Asimismo, el Software GeoGebra, es un instrumento que está considerada en la categoría de software de matemática dinámica de código abierto que puede ser utilizada tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de diversos conocimientos que se establecen en las matemáticas desde la educación básica hasta el nivel universitario.

Para Yorganci (2018) indicó que GeoGebra representa una herramienta interactiva de matemáticas que fusiona de manera dinámica conceptos de geometría, álgebra y cálculo. Su desarrollo se orienta específicamente hacia la enseñanza de matemáticas en el ámbito estudiantil, ofreciendo una plataforma

que permite la integración fluida de estos diferentes campos matemáticos para facilitar el aprendizaje y la comprensión de sus interrelaciones.

Según Orozco (2017), en su investigación titulada “Objetos de Aprendizaje con eXeLearning y GeoGebra para la definición y representación geométrica de operaciones con vectores y sus aplicaciones”, se llevó a cabo un exhaustivo análisis acerca de cómo los Objetos de Aprendizaje creados con eXeLearning y GeoGebra pueden ser empleados para la definición y representación geométrica de operaciones con vectores, así como de sus aplicaciones menos exploradas. El estudio se enfocó en encontrar soluciones para mejorar el proceso de aprendizaje, utilizando software especializado, y concluyó que el uso de GeoGebra es altamente efectivo y dinámico para facilitar este propósito. Los resultados demostraron que la combinación de eXeLearning y GeoGebra como herramientas educativas ofreció una vía innovadora y eficaz para abordar la comprensión de operaciones con vectores y sus aplicaciones geométricas, destacando la efectividad y la dinámica de GeoGebra como una contribución valiosa en el ámbito educativo para estas áreas específicas de estudio.

De acuerdo con Colquepisco (2019), en su investigación titulada “Software GeoGebra en el aprendizaje de las derivadas e integrales en estudiantes universitarios de Cañete”, se destacó por su relevancia al establecer la influencia del software GeoGebra en la toma de decisiones relacionadas con futuros usos del software y el progreso del aprendizaje en estudiantes a nivel universitario en esta área específica. Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo con un método hipotético-deductivo, bajo un tipo de investigación aplicada, utilizando un diseño experimental cuasi-experimental. La técnica de evaluación empleada permitió analizar muestras de 60 estudiantes en cada grupo del segundo ciclo de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas. Esta investigación resultó fundamental al esclarecer cómo el uso del software GeoGebra impacta en la toma de decisiones relacionadas con su aplicación futura, así como en el progreso de aprendizaje de estudiantes universitarios. El enfoque metodológico detallado, junto con el análisis de muestras significativas, aportó una comprensión más profunda sobre el impacto de esta herramienta en el proceso educativo de las derivadas e integrales en el contexto universitario de Cañete. Teniendo en cuenta a Salas (2018), que llevó a cabo una investigación titulada “Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas”, con el propósito de analizar, desde una perspectiva cuantitativa, el impacto del servicio en la nube GeoGebra en la

enseñanza de la unidad didáctica de Desigualdades lineales. En cuanto a la metodología empleada, se trabajó con una muestra de 78 estudiantes matriculados en el curso de Matemáticas intermedias para negocios durante los ciclos escolares 2017, 2016 y 2015. El grupo experimental, compuesto por 31 alumnos, participó en cuatro sesiones de laboratorio centradas en desigualdades lineales, sistemas de desigualdades lineales, funciones objetivas y aplicaciones de desigualdades, utilizando el servicio en la nube GeoGebra. Este estudio evidenció la relevancia del uso de GeoGebra en diversas áreas del conocimiento, especialmente en matemáticas. No obstante, al realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente, se identificó una carencia de investigaciones específicas sobre la aplicación del GeoGebra en el contexto del cálculo integral.

Desde el punto de vista de Benavides et al. (2022) subrayan que GeoGebra representa un software dinámico capaz de enseñar y facilitar el aprendizaje de las Matemáticas en todos los niveles educativos. Esta herramienta combina de manera dinámica la geometría, el álgebra, el análisis y la estadística en un conjunto único que es tanto simple en su uso como potente en su funcionalidad. Además, Falcón & Ríos (2017) destacan que GeoGebra se ha convertido en una herramienta esencial en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, generando clases altamente atractivas y dinámicas.

Basándose en lo expuesto, la investigación ha evaluado el impacto que el software GeoGebra tiene en las decisiones relacionadas con su uso futuro y en el avance del aprendizaje de estudiantes a nivel universitario. El propósito fundamental es analizar la influencia que tiene el empleo de GeoGebra en el proceso de comprensión significativa del cálculo integral en estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica, perteneciente a la Universidad Nacional de Huancavelica. Este estudio busca contribuir al reconocimiento de la relevancia del software GeoGebra en el desarrollo del aprendizaje significativo del cálculo integral entre estudiantes del segundo ciclo de la mencionada escuela de ingeniería.

METODOLOGÍA

El enfoque de investigación adoptado es de carácter aplicado, enfocado en resolver problemas prácticos mediante la implementación del software GeoGebra. Según Espinoza (2014), la investigación aplicada tiene como objetivo emplear los hallazgos de la investigación experimental para desarrollar tecnologías con aplicaciones inmediatas para resolver problemáticas sociales, buscando mejorar la eficiencia y

productividad (p. 91).

Este tipo de investigación aplicada, como indica Sánchez et al. (2018), “implica que el investigador formula interrogantes acerca de las causas subyacentes a los fenómenos bajo estudio, buscando identificar relaciones causales” (p. 80). En el caso de esta investigación, se presenta un nivel explicativo, ya que se llevó a cabo después de comprender las características del fenómeno estudiado o los hechos, aplicando un software para mejorar la situación problemática relacionada con el estudio de las integrales. Es un paso posterior a la comprensión del fenómeno, orientado a implementar soluciones prácticas mediante el uso de herramientas tecnológicas como el software GeoGebra.

Técnicas e instrumentos para investigación

Se llevó a cabo la recolección de datos mediante la administración de un pre test, que consistió en una evaluación de resolución de problemas relacionados con el cálculo integral aplicada a ambos grupos (control y experimental). Después de esta fase inicial, se implementaron 12 sesiones de aprendizaje utilizando el Software GeoGebra, cuyos resultados representan una parte significativa del estudio en curso. Finalizada esta etapa, se procedió con la aplicación del pos test, empleando los indicadores estadísticos previamente definidos. Esta secuencia metodológica permitió recabar información tanto antes como después de la intervención con el software, facilitando la evaluación de su impacto en el aprendizaje del cálculo integral por parte de los estudiantes.

Técnicas y procesamiento de análisis de datos

Como parte del proceso investigativo, se procedió a la organización de los datos recopilados durante la investigación. Estos datos fueron analizados de acuerdo con los objetivos establecidos para el estudio, empleando técnicas de conteo que facilitaron el procesamiento y análisis de la información recopilada, así como la tabulación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas de cálculo integral. Estos resultados se categorizaron en diferentes niveles o grupos en función de las puntuaciones logradas por los estudiantes en la muestra.

Se aplicó el enfoque de la estadística descriptiva, permitiendo procesar pruebas y obtener medidas de tendencia central y desviaciones típicas, las cuales fueron presentadas de manera organizada en tablas y figuras. Para la validación de las hipótesis planteadas, se empleó el estadístico de Wilcoxon. Este análisis estadístico se basó en las diferencias de medias obtenidas entre los resultados del pre test y pos test para

ambos grupos, lo que permitió evaluar la efectividad y los cambios significativos generados por la intervención del software GeoGebra en el proceso de aprendizaje del cálculo integral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos recopilados durante la investigación se presentaron mediante tablas, figuras y medidas estadísticas para ofrecer una representación visual y cuantitativa de los resultados obtenidos. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo que incluyó pruebas de normalidad y la descripción detallada de los resultados tanto del pre test como del pos test. La muestra de análisis estuvo conformada por 52 estudiantes, distribuidos equitativamente entre el grupo de control y el grupo experimental, con 26 estudiantes en cada uno. Estos alumnos fueron evaluados mediante una prueba inicial y otra final para medir su progreso, y los datos resultantes se procesaron utilizando el software IBM SPSS Statistics Versión 25.

Los resultados se basaron en la información recopilada del pre test y pos test, procesada de acuerdo con los objetivos del estudio y considerando el diseño de la investigación para realizar una contrastación estadística de las hipótesis planteadas. Se optó por utilizar pruebas estadísticas no paramétricas debido a la evidencia de que los datos no seguían una distribución normal, como se comprobó mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Los valores de significancia obtenidos fueron 0.042 para el pre test y 0.013 para el pos test, ambos inferiores a 0.05, lo que indica que los datos no cumplen con la condición de normalidad y, por lo tanto, se justifica el uso de pruebas no paramétricas para el análisis estadístico.

Análisis estadístico

Tabla 1

Evaluación inicial del aprendizaje en cálculo integral para el grupo de control y el grupo experimental

Pre Test	G Experimental		G Control
	Frecuencia	Experimental	Control
Logro Inicial	25	96.2	96.2
Logro Básico	1	3.8	3.8
Logro Satisfecho	0	0.0	0.0
Logro muy Satisfecho	0	0.0	0.0
Total	26	100.0	100.0

Nota. Los datos presentados en la tabla 1 indican que tanto el grupo de control como el experimental muestran un nivel de logro inicial del 96.2% entre los estudiantes. Esto sugiere que, al inicio del estudio, ambos grupos se encuentran en un nivel similar de desempeño en el tema del cálculo integral.

Tabla 2 Estadísticas que representan la tendencia central y la variabilidad de los resultados obtenidos en la evaluación inicial del aprendizaje en cálculo integral

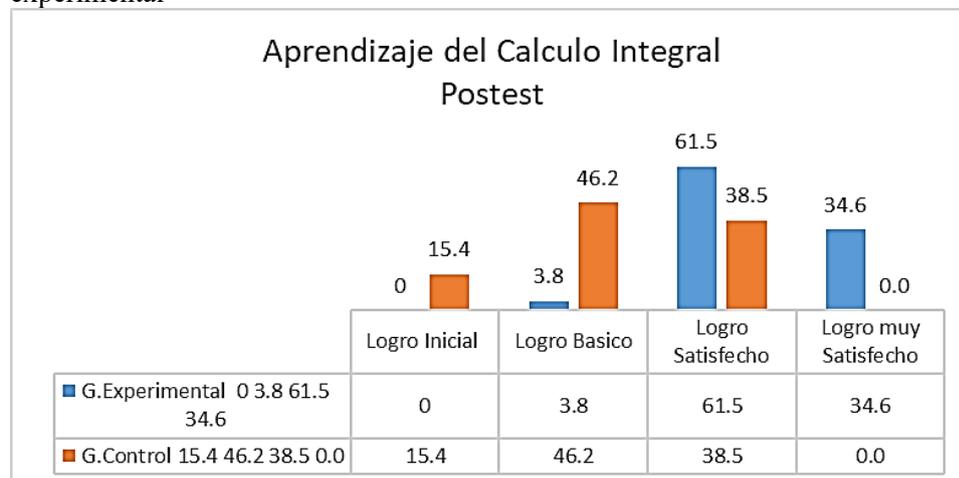
categoria	G.C pre test	G.C post test
Validos	26	26
Perdidos	0	0
medias	7,15	12,62
Error estándar de la media	0,522	0,392
Mediana	8	12
Moda	8	12
Desviación estándar	2,664	1,675

Nota. Se observa una marcada diferencia entre las medias entre el grupo de control en el pre test, con una media de 12.62, y el mismo grupo en el pos test, que registra una media de 7.15. Esta disparidad en los valores medios indica un cambio considerable en el rendimiento del grupo de control entre la evaluación inicial y la evaluación posterior. Específicamente, se evidencia una disminución significativa en el desempeño del grupo de control en el pos test en comparación con su rendimiento inicial.

Tabla 3. Evaluación final del aprendizaje en cálculo integral para el grupo de control y el grupo experimental

Postest	G Experimental		G Control	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Logro Inicial	0	0	4	15.4
Logro Básico	1	3.8	12	46.2
Logro Satisfecho	16	61.5	10	38.5
Logro muy Satisfecho	9	34.6	0.0	0.0
Total	26	100.0	26	100.0

Figura 1. Evaluación inicial del aprendizaje en cálculo integral para los grupos de control y experimental



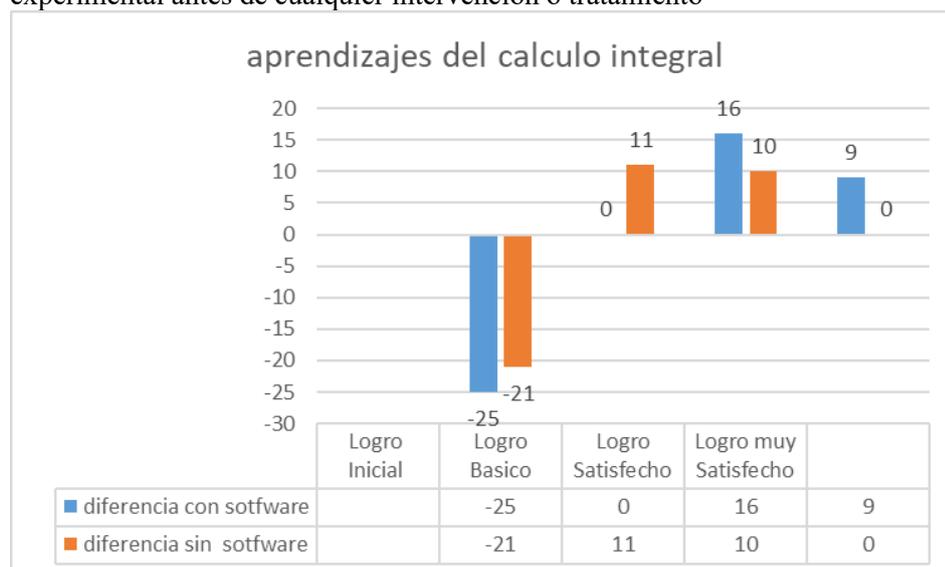
Nota. Según los resultados presentados en la tabla 3 y la figura 1, se evidencia que en el post test, el 61.5% del grupo experimental alcanzó un nivel de logro satisfactorio, en contraste con el 38.5% del grupo de control. Estos hallazgos sugieren que existe una mejora del 100% en el grupo experimental en comparación con el grupo de control, lo que indica claramente que el uso del GeoGebra tiene un impacto positivo en el aprendizaje del cálculo integral.

Tabla 4. Diferencias entre la evaluación inicial del aprendizaje en cálculo integral para el grupo de control y el grupo experimental

Aprendizaje del Calculo Integral	Uso software GeoGebra		Sin software GeoGebra		diferencia con software	diferencia sin software
	Pos test	Pre test	Pos test	Pre test		
Logro Inicial	0	25	4	25	-25	-21
Logro Básico	1	1	12	1	0	11
Logro Satisfecho	16	0	10	0	16	10
Logro muy Satisfecho	9	0	0	0	9	0
Total	26	26	26	26		

Nota. En relación al empleo del software GeoGebra en el pos test, se observa que el 64% de los estudiantes se sitúa en la clasificación de logro satisfactorio, en contraste con el grupo de control. Este hallazgo indica una diferencia significativa en el desempeño del grupo que utilizó GeoGebra en comparación con el grupo de control.

Figura 2. Evaluación inicial del aprendizaje en cálculo integral para el grupo de control y el grupo experimental antes de cualquier intervención o tratamiento



Nota. En la tabla 4 y la figura 2 se evidencia una diferencia notable en el nivel de logro identificado como “muy satisfecho”. Este hallazgo sugiere una marcada diferencia en el desempeño entre los grupos evaluados.

Prueba de hipótesis

En el estudio se adoptó el segundo enfoque metodológico. Para evaluar la inferencia estadística sobre los niveles de progreso, se llevó a cabo un análisis de normalidad con el propósito de determinar la naturaleza paramétrica o no paramétrica de la prueba. Basándonos en los resultados obtenidos, se optó por utilizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para contrastar las hipótesis planteadas. La

significancia asumida para este análisis fue del 5% = 0,05. En consecuencia, se formularon las siguientes hipótesis:

Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios del Pre Test y Post Test del aprendizaje calculo integral de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica.

Esto es: $\mu_{ENTRADA} = \mu_{SALIDA}$

Ha: Existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios del Pre Test y Post Test del aprendizaje calculo integral de los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica.

Esto es: $\mu_{ENTRADA} \neq \mu_{SALIDA}$

Tabla 5. Contrastación de hipótesis mediante Wilcoxon

Rangos	N	Rango de promedios	Suma de rangos	Z	Sig.
Post_Test– Rangos negativos	26 ^a	10,50	210,00	-3,937 ^b	,000
Post_Test Rangos positivos	0 ^b	,00	,00		
Post_Test Empates	0 ^c				
Total	20				

Nota. Los datos presentados en la tabla 5 muestran un valor de significancia (Sig.) de 0.000. Al comparar este valor con el nivel de significancia asumido de 0.05, se constata que es menor ($0.000 < 0.05$), lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula (Ho) y a la aceptación de la hipótesis alternativa (Ha). A partir de este resultado, se infiere que el Software GeoGebra influye positivamente en el aprendizaje del cálculo integral en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica.

Tabla 6. Indicadores de la tendencia central y la dispersión antes y después de la evaluación del aprendizaje en cálculo integral

	GE Pre Test	GE Postest	GC Pre Test	GC Post
N Válido	26	26	26	26
Perdidos	0	0	0	0
Media	7,62	16,46	7,15	12,62
Mediana	8,00	16,00	8,00	12,00
Moda	8	16	8	12
Desv. Desviación	2,118	2,284	2,664	1,675
Varianza	4,486	5,218	7,095	2,806

Nota. Se evidencia una diferencia considerable entre las medias del grupo experimental en el post test y las del grupo de control en el mismo periodo de evaluación. Esta divergencia resalta la influencia de ciertos factores en los resultados obtenidos.

DISCUSIÓN

Los datos recolectados indican que no hay una diferencia significativa en el nivel de aprendizaje entre el grupo de control y el grupo experimental, lo que sugiere que los estudiantes tienen un rendimiento

similar en términos cognitivos. Estos hallazgos están en línea con los resultados obtenidos por Carranza (2011), cuya investigación “Exploración del impacto producido por la integración del ambiente de geometría dinámica (AGD) GeoGebra en la enseñanza de los cursos de matemáticas básicas de primer semestre de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira” también mostró una conclusión similar al aplicar el mismo instrumento de medición.

Sin embargo, tras la implementación de sesiones utilizando GeoGebra, se evidencia una distinción significativa en el proceso de aprendizaje del cálculo integral. Estos resultados son coherentes con los descubrimientos de Carranza (2011), quien determinó que existe una disparidad entre la enseñanza basada en tecnología y la enseñanza tradicional al utilizar métodos tecnológicos en el aprendizaje.

Más adelante, se estableció que la utilización del software tiene un impacto significativo en el proceso de aprendizaje del cálculo integral, tal como se evidencia en la prueba de hipótesis, donde se respalda la hipótesis alternativa, indicando claramente que el software GeoGebra ejerce una influencia positiva en este ámbito educativo. Este hallazgo está respaldado por la investigación de López (2004), quien señaló que el efecto del uso de GeoGebra ha contribuido notablemente al fortalecimiento de ciertas actitudes y habilidades, identificando atributos y ventajas específicas asociadas a esta mejora. Asimismo, Falén (2017) y Rivero (2018) llegaron a una conclusión similar al afirmar que la utilización de GeoGebra resulta efectiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en línea con los objetivos propuestos.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas a partir de los objetivos planteados en la investigación son las siguientes:

Primero, se verificó que la utilización de GeoGebra ejerce una influencia positiva en el aprendizaje significativo del cálculo integral en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica. Esta validación se respalda con los resultados obtenidos en la hipótesis, donde el P valor fue de 0,000, inferior al valor aceptado de 0,05.

En segundo lugar, se identificó el nivel de logro en el aprendizaje significativo del cálculo integral antes de la implementación del software GeoGebra en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, a través de instrumentos de medición. Se constató que los estudiantes se encontraban en una etapa inicial de aprendizaje.

En tercer lugar, se identificó el nivel de logro en el aprendizaje significativo del cálculo integral después de la implementación del software GeoGebra en los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, utilizando pruebas previas y posteriores para verificar la influencia del software en este proceso educativo.

Finalmente, se compararon las diferencias en el nivel de aprendizaje significativo del cálculo integral entre los estudiantes del segundo ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, corroborando la efectividad del uso de GeoGebra en el aprendizaje de esta disciplina matemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Benavides Criollo, G. R., Benavides Criollo, N. M., & Jumbo Sandoval, C. P. (2022). Uso de geogebra como recurso didáctico para el estudio, la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el aula. 1–12. <https://www.pedagogia.edu.ec/public/docs/3d0d8e28687965d22d16dad72b37b692.pdf>
- Carranza Rodríguez, M. Á. (2011). Exploración del impacto producido por la integración del ambiente de geometría dinámica (AGD) GeoGebra en la enseñanza de los cursos de matemáticas básicas de primer semestre de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9001>
- Colquepisco Paucar, N. T. (2019). Software Geogebra en el aprendizaje de las derivadas e integrales en estudiantes universitarios de Cañete [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25923>
- Espinoza Montes, C. (2014). Metodología de investigación tecnológica. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1148>
- Falcón, R. M., & Ríos, R. (2017). Curso de GeoGebra Avanzado. Curso de Educación a Distancia Thales-CICA MAT12 - MAT17 (Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales). https://www.researchgate.net/publication/332344766_Curso_de_GeoGebra_Avanzado
- Falén Larrea, R. (2017). Uso del software geogebra en el aprendizaje de la línea de matemáticas aplicadas II de la carrera de computación e informática en el Instituto de Educación Superior Público República Federal de Alemania de Chiclayo Robín Falén Larrea [Universidad Nacional de Educacion Enrique Guzmán y Valle]. https://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=74814&shelfbrowse_itemnumber=103205#holdings

- López, P. L. (2004). Población muestra y muestreo. 129–139.
- Orozco Rodríguez, C. M. (2017). Objetos de Aprendizaje con eXeLearning y GeoGebra para la definición y representación geométrica de operaciones con vectores y sus aplicaciones [Universidad de Salamanca]. <https://doi.org/10.14201/gredos.133003>
- Rivero Fortón, Y. (2018). Eficacia del programa GEOGEBRA en el aprendizaje de las funciones cuadráticas de los estudiantes de la Escuela Profesional de Educación Primaria de la Universidad Nacional Federico Villarreal [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/1801>
- Salas Rueda, R. A. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas / Use of the GeoGebra cloud service during the teaching-learning process on mathematics. RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo, 8(16), 23–52. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.331>
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística (U. R. Palma (ed.); Primera Ed).
- Wassie, Y. A., & Zergaw, G. A. (2018). Capabilities and Contributions of the Dynamic Math Software, GeoGebra a Review. North American GeoGebra Journal, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.127293>
- Yorganci, S. (2018). A study on the views of graduate students on the use of GeoGebra in mathematics teaching. European Journal of Education Studies, 4, 63–78. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1272935>