

Aprendizaje de áreas con integrales dobles usando GeoGebra: Un estudio en alumnos de maestría en educación matemática

Learning of areas with double integrals using GeoGebra: A study of master's students in mathematics education.

Fecha de recepción: 2024-05-27 Fecha de aceptación: 2024-11-20 Fecha de publicación: 2025-05-10

Marco Antonio Ayala Chauvin¹

Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL, Ecuador

maayala5@utpl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0084-6773>

Richard Leonardo Luna Romero²

Ministerio de Educación del Ecuador, MINEDUC, Ecuador

richard.luna@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0008-8832-7898>

Resumen

El propósito fundamental de esta investigación fue evaluar el impacto de la enseñanza del cálculo de áreas a través del uso de Integrales Dobles mediante GeoGebra en los estudiantes inscritos en el curso de Análisis Geométrico y Trigonométrico dentro de la Maestría en Educación mención Enseñanza de la Matemática de la Universidad Técnica Particular de Loja. Desde esta perspectiva, el enfoque de la investigación se enmarcó en el paradigma positivista y adoptó un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo correlacional. La muestra se seleccionó de 70 estudiantes, distribuidos en dos grupos, 35 estudiantes para el grupo experimental y 35 para el de control. Se implementó una secuencia de estudio para aplicar una representación geométrica dinámica del concepto de Integral Doble mediante la parametrización de curvas y superficies en GeoGebra, lo que permitió visualizar

geométrica y calcular áreas generadas. Como resultado, se observó una mejora significativa en la comprensión geométrica de la Integral Doble por parte de los estudiantes con respecto al cálculo de áreas en regiones planas.

Palabras clave: áreas, integrales dobles, GeoGebra, rendimiento académico

Abstract

The main purpose of this research was to evaluate the impact of the teaching of area calculation using Double Integrals using GeoGebra in students enrolled during Geometric and Trigonometric Analysis within the master's degree in education, mention in Mathematics Teaching, at the Universidad Técnica Particular de Loja. From this perspective, the research approach was framed in the positivist paradigm and adopted a quantitative approach of descriptive correlational character. The sample was selected from a population of 70 students, who were distributed in two groups, 35 students for the experimental group and 35 for the control group. A study sequence was implemented with the purpose of applying a dynamic geometric representation of the concept of Double Integral through the parameterization of curves and surfaces in GeoGebra, which allowed geometric visualization and calculation of generated areas. As a result, a significant improvement was observed in the geometric understanding of the Double Integral by the students with respect to the calculation of areas in flat regions..

Keywords: areas, double integrals, GeoGebra, academic performance

Introducción

El cálculo integral de funciones de una o más variables suele considerarse por los estudiantes tanto a nivel de pregrado y posgrado como uno de los temas más complejos dentro de los cursos de matemática (Pino et al., 2018), debido a que no es suficiente con seguir procedimientos algebraicos para calcular correctamente el resultado de una integral, sino que es fundamental la comprensión del significado geométrico del objeto matemático.

Con frecuencia, los estudiantes universitarios de los primeros semestres que cursan materias relacionadas con la matemática responden a los contenidos abstractos de manera memorística resolviendo los ejercicios mecánicamente, olvidando lo importante que es ahondar en los conceptos que encierran los temas en cuestión.

Dada la naturaleza abstracta del cálculo, resulta fundamental el uso de herramientas computacionales, como GeoGebra, en la enseñanza de integrales dobles. En los enfoques tradicionales, los gráficos matemáticos son representados de forma estática, usualmente trazados en la pizarra o en papel, lo que limita la interacción dinámica con las representaciones geométricas de las regiones de integración. Esta restricción impide una visualización más precisa y manipulable de los objetos matemáticos, afectando negativamente la comprensión profunda de conceptos como el cálculo de áreas y volúmenes mediante integrales múltiples (Dahl et al., 2019).

La desconexión entre la geometría y el álgebra en el estudio de objetos matemáticos genera que los estudiantes con menor habilidad en el pensamiento abstracto se pierdan en un entorno dominado por fórmulas y ecuaciones, que son aplicadas de manera mecánica sin considerar su interpretación geométrica (Baena, 2020). Como resultado, los estudiantes tienden a memorizar ejercicios comunes, enfrentando dificultades cuando se les presentan problemas que requieren una mayor comprensión lógica y espacial. Esta situación se debe a que no profundizan lo suficiente en la representación geométrica del objeto matemático, lo cual limita su capacidad para continuar con un análisis riguroso y completo. (Quintilla y Fernández, 2021).

Según Duval (2006), siempre hay que pasar de un registro semiótico a otro al objeto matemático estudiado, pues si el estudiante solo se mantiene en un registro, por ejemplo, el algebraico, no logrará interpretarlo geoméricamente. Del mismo modo opinan Svensson y Campos (2022), al indicar que es fundamental que el estudiante pueda moverse de un registro a otro, lo cual le permitirá reconocer con mayor agilidad cada registro que represente al objeto matemático.

El uso de herramientas tecnológicas, como GeoGebra, resulta fundamental para la conversión entre diferentes registros de representación semiótica. Este software permite el estudio de diversos objetos matemáticos y facilita al usuario la transición entre el registro algebraico y el registro gráfico, y viceversa. GeoGebra, desarrollado en 2002 por Markus Hohenwarter como parte de su tesis de maestría en la Universidad de Salzburgo, Austria (Arteaga et al., 2019), se ha consolidado desde su inicio como un software de código abierto, destacándose por su accesibilidad y facilidad de uso.

Según Ortiz (2019), el uso de GeoGebra en estudiantes universitarios tiene un impacto significativo en su capacidad para comprender ejercicios relacionados con la representación de regiones y el cálculo de volúmenes. De manera similar, León (2021) señala que la incorporación de la realidad aumentada con GeoGebra en el proceso de aprendizaje de la geometría espacial genera un efecto positivo en los estudiantes de primaria. Por último, Narh y Sabtiwu (2022) destacan que el uso de GeoGebra en la enseñanza y aprendizaje de la geometría produce una mejora notable en las calificaciones y el interés tanto de estudiantes de educación matemática como de profesores, basándose en un enfoque de investigación aplicada.

Por lo tanto, el empleo de herramientas tecnológicas requiere que el docente asegure que sus clases sean participativas, dinámicas y atractivas. Esto es relevante al enseñar a una generación nativa digital, con dominio natural de la tecnología, tras nacer y crecer en dispositivos digitales y recursos tecnológicos. La integración efectiva de estas herramientas en el aula no solo fomenta el aprendizaje activo, sino que también responde a las expectativas y necesidades de estudiantes habituados a interactuar con tecnología desde una edad temprana (Jiménez y Jiménez, 2017).

En la maestría en Educación Matemática y en otras carreras de la Universidad Técnica Particular de Loja, se buscan nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje que propicien la obtención de mejores resultados y permitan incrementar el pensamiento crítico indispensable en los educandos, lo que constituye un reto permanente para el docente buscando metodologías que contemplen el uso de las TIC en sus clases.

En la asignatura de Análisis Geométrico y Trigonométrico, los tópicos son muy relevantes y complejos por lo extenso de sus contenidos matemáticos. Esto se hace evidente en la integral doble cuando se trata de representar algebraica y geoméricamente determinados conceptos, especialmente cuando se aborda el estudio de regiones planas. Por esta razón, este trabajo plantea el uso del Software GeoGebra en la didáctica y comprensión de la integral doble, en el análisis geométrico del cálculo de áreas de regiones planas de Tipo I y de Tipo II.

1.1. Conceptos Matemáticos Fundamentales de las Integrales Dobles

Antes de introducir la herramienta tecnológica de GeoGebra en la enseñanza de las integrales dobles, es esencial establecer una base sólida en los conceptos matemáticos fundamentales que subyacen a este tema. A continuación, se presentan los conceptos clave que los estudiantes deben comprender para abordar las integrales dobles de manera efectiva.

1.1.1. Definición de Integral Doble

Una integral doble se utiliza para calcular el volumen bajo una superficie en un espacio tridimensional. Se define como la extensión de la integral simple a funciones de dos variables. Matemáticamente, la integral doble de una función $f(x, y)$ sobre una región R en el plano se expresa como:

$$\iint_R f(x, y) dA$$

donde dA representa un elemento de área en la región R . Esta integral se puede interpretar como la suma de infinitas contribuciones de $f(x, y)$ en cada punto de la región R .

No obstante, este estudio se centrará únicamente en el cálculo de áreas de regiones planas, es decir, integrales dobles sin función $f(x, y)$, que se calculan de la siguiente forma:

$$\iint_R dA$$

1.1.2. Regiones de Integración

Las integrales dobles se pueden calcular sobre diferentes tipos de regiones en el plano, que se clasifican generalmente en dos tipos:

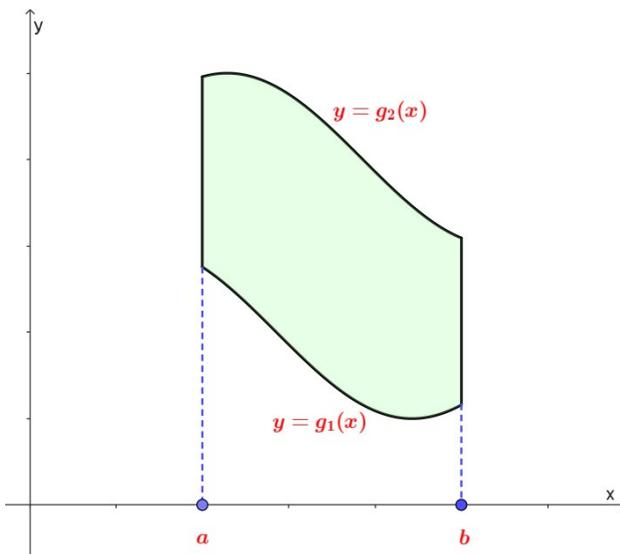
- **Regiones de Tipo I:** Estas son regiones que se pueden describir como el área entre dos curvas en el plano xy . Se integran primero respecto a y y luego respecto a x .

$$\int_a^b \int_{y=g_1(x)}^{y=g_2(x)} dydx$$

Este tipo de regiones se ilustra en la figura 1

Figura 1

Región Tipo I



Nota: Elaboración Propia

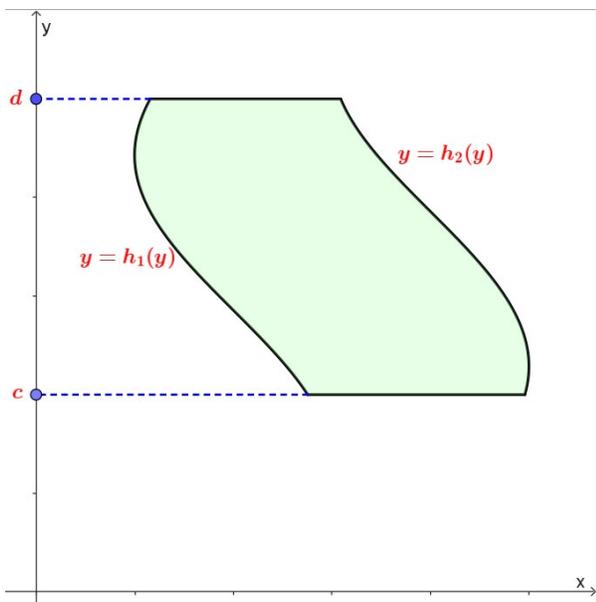
- **Regiones de Tipo II:** Estas son áreas que se pueden describir como el área entre dos líneas horizontales. Se integran primero respecto a x y luego respecto a y .

$$\int_c^d \int_{x=h_1(y)}^{x=h_2(y)} dx dy$$

Este tipo de regiones de tipo II se ilustra en la figura 2

Figura 2

Región Tipo II



Nota: Elaboración Propia

La correcta identificación de la región de integración es crucial para establecer los límites de integración en el cálculo áreas a través de integrales dobles.

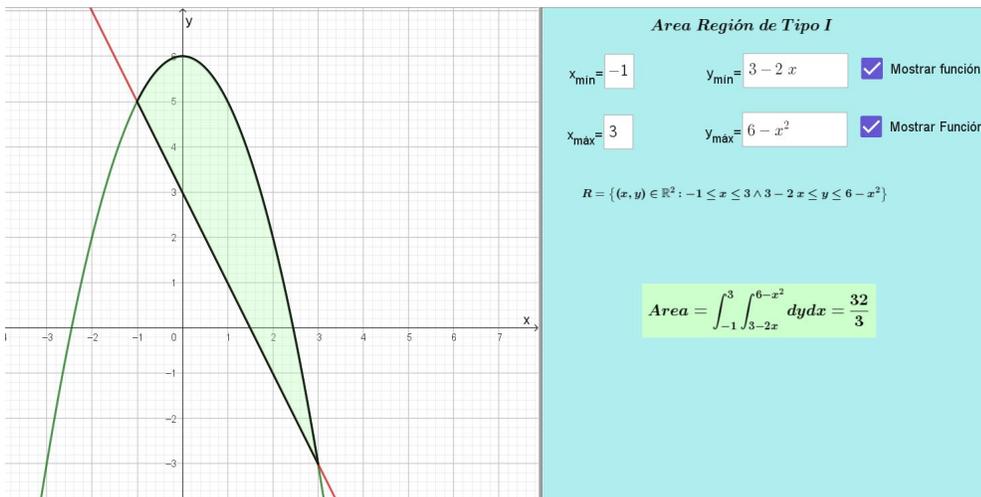
1.2.3. Interpretación Geométrica

Es fundamental que los estudiantes comprendan la interpretación geométrica de las integrales dobles. Esto incluye visualizar cómo una integral sin argumento $\int f(x, y) dx dy$ representa el área de la región R . La comprensión de esta relación entre el álgebra y la geometría es clave para el aprendizaje efectivo de las integrales dobles. Por ello, se han desarrollado applets específicos para calcular áreas en regiones de tipo I y tipo II, para que los estudiantes puedan visualizar dinámicamente las regiones y obtener el valor de ellas. Estos applets se muestran en las figuras 3 y 4, y pueden ser accedidos a través del siguiente enlace:

https://utpl-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/rlluna_utpl_edu_ec/Ej2jHFTanw5Aqi1J2Jz0LnoBd5rb1PZmjwDlmZukhp3-2Q?e=KS1iLL

Figura 3

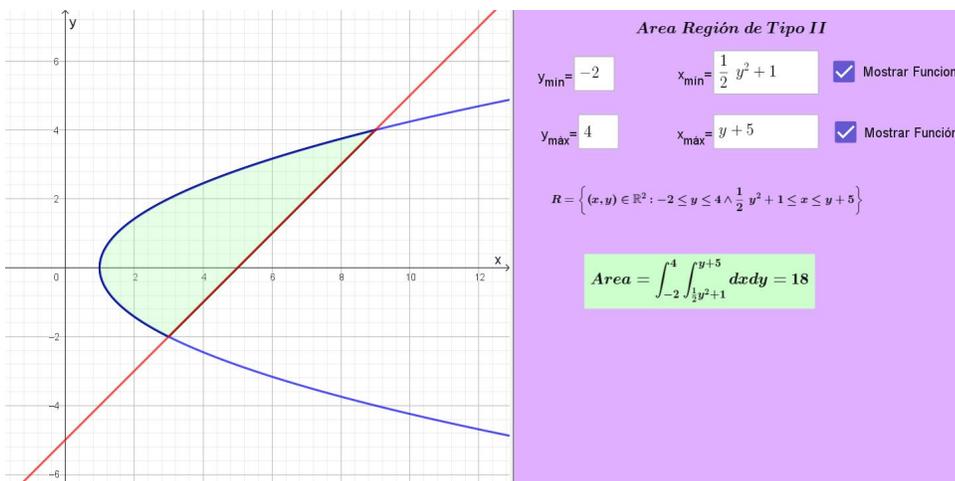
Área mediante integral doble de una región tipo I



Nota: Elaboración Propia

Figura 4

Área mediante integral doble de una región tipo II



Nota: Elaboración Propia

Metodología

En este trabajo de investigación se ha optado por el paradigma positivista, pues este da una clara separación entre el investigador, entendido como un sujeto neutral, y el trabajo de estudio, independiente de la subjetividad del investigador (Miranda y Ortiz, 2020).

La investigación fue de tipo cuantitativo, dado que se emplearon variables para medir los resultados de manera numérica.

El alcance de la investigación fue descriptivo correlacional. Fue Descriptivo porque se enfocó en precisar las características de la población bajo estudio (Guevara et al., 2020), mientras que fue correlacional porque se buscó medir o recolectar información respecto a las variables de estudio (GeoGebra y aprendizaje de los estudiantes) para después determinar la incidencia o relación que existe de una variable con respecto a la otra dentro de la muestra (Hernández et al., 2014).

Se optó por un diseño de investigación cuasiexperimental, por centrarse en analizar la causalidad entre la variable independiente (uso de GeoGebra) y la variable dependiente (aprendizaje de los estudiantes) (Valmi et al., 2007).

Otro motivo para seleccionar un diseño cuasiexperimental fue que la asignación de los estudiantes a los grupos de estudio no se realizó de manera aleatoria, ya que los dos cursos utilizados como grupo experimental y de control habían sido previamente determinados por la Universidad Técnica Particular de Loja (Zurita et al., 2018).

2.1. Objetivo

Determinar el impacto que genera la enseñanza de áreas con Integrales Dobles mediante el software GeoGebra en los estudiantes que cursan la asignatura de Análisis Geométrico y Trigonométrico de la maestría en educación mención enseñanza de la matemática de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL).

2.2. Población y Muestra

En la Maestría en Educación Mención Enseñanza de la matemática de la UTPL, la población total en Análisis Geométrico y Trigonométrico son 70 estudiantes distribuidos en dos paralelos de 35 estudiantes cada uno. Así se eligió un paralelo como grupo experimental, al que se le aplicó las clases con GeoGebra y al otro se consideró grupo de control, lo que permitió comparar si existe un impacto en la enseñanza del objeto matemático mediante el Software GeoGebra.

2.3. Instrumento

La técnica y el instrumento utilizados en esta investigación, tras haber enseñado el objeto matemático en varias sesiones de clase, consistieron en la aplicación de una encuesta mediante un cuestionario, dirigido tanto al grupo experimental como al grupo de control. Esto permitió obtener las puntuaciones de cada estudiante para su posterior análisis estadístico.

2.4. Procedimiento de recogida y análisis de datos

Por la naturaleza de esta investigación y su diseño, hubo que usar herramientas estadísticas que permitieran procesar y analizar los datos e interpretar los resultados para responder al objetivo planteado.

Tras la recolección de los datos mediante el instrumento de esta investigación, los valores fueron organizados en tablas de Excel y luego transferidos al software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Según Purwanto et al. (2021), SPSS es uno de los programas más utilizados en la investigación cuantitativa, ya que facilita a los investigadores la organización y análisis preciso de grandes volúmenes de datos.

Resultados

Se implementó varias sesiones de clases de áreas con integrales dobles mediante una clase tradicional al grupo de control y mediante una representación geométrica dinámica a través de applets, elaborados con GeoGebra, al grupo experimental.

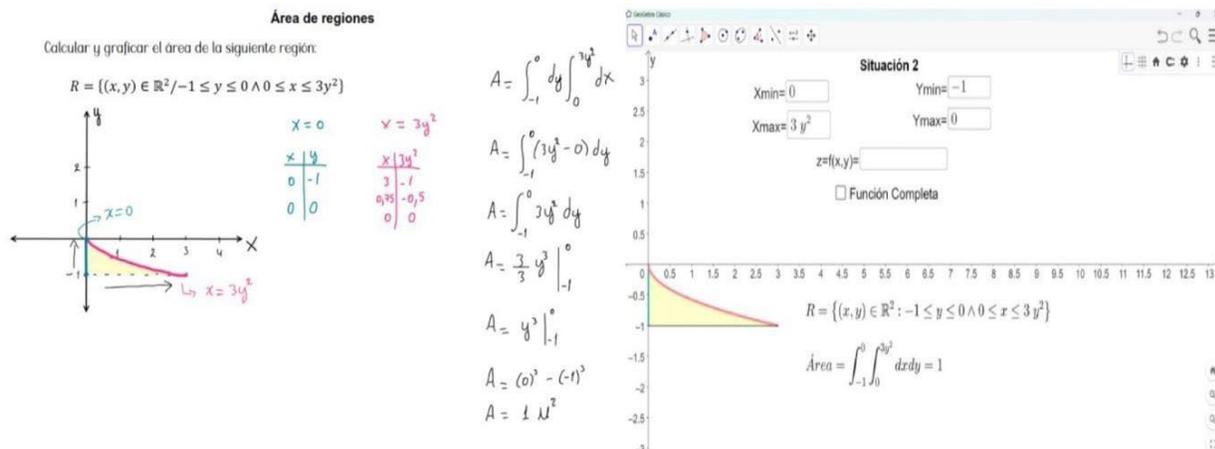
En los applets mostrados en las figuras 3 y 4, los estudiantes ingresan los valores de las funciones y el intervalo que conforman a la región y como respuesta se muestra la gráfica de la región y el valor de su área. Estos applets convirtieron el registro algebraico al gráfico, poniendo en práctica así la teoría de registros de representaciones semióticas de Duval.

Esto permitió que los estudiantes del grupo experimental puedan comprobar si sus gráficas elaboradas a mano son correctas, así como verificar el resultado de la integral doble.

En la figura 3 se muestra el taller de un estudiante de la última clase en donde realiza el cálculo de un área con integral doble a mano y su comprobación con GeoGebra.

Figura 5

Taller elaborado por un estudiante del grupo experimental



Nota: Elaboración Propia

La elaboración de los talleres de la última clase por parte de los estudiantes del grupo experimental de la maestría en educación matemática se muestra en el siguiente enlace:

https://utpl-my.sharepoint.com/:f:/r/personal/rlluna_utpl_edu_ec/Documents/Taller%20Area%20de%20Regiones?csf=1&web=1&e=jD0L0E

Una vez implementadas las clases, se evaluó a los estudiantes con un cuestionario de 10 puntos, según el criterio de la tabla 1. Estos resultados se presentan en la figura 6:

Tabla 1

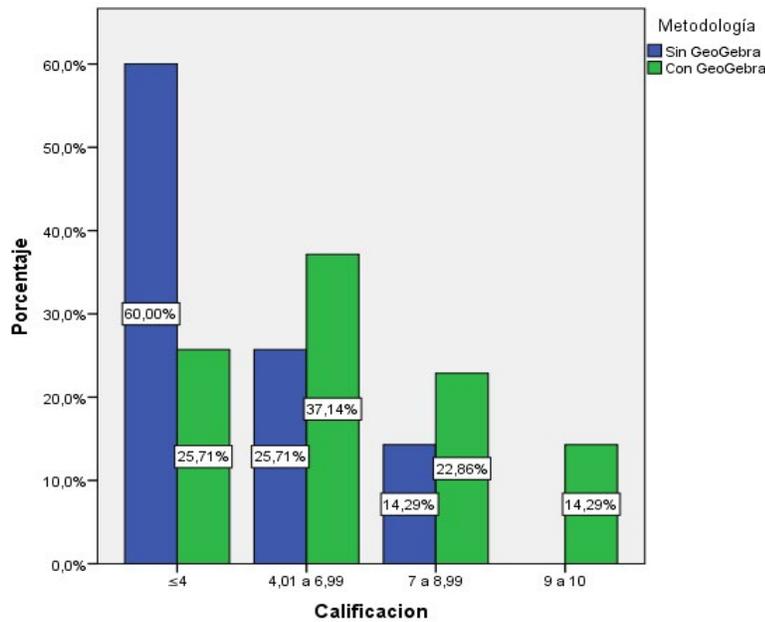
Criterio de evaluación de estudiantes

Llevaron a cabo de manera adecuada la coordinación de registros, prepararon correctamente los límites de integración de la región en el plano y resolvieron la integral.	Sin cometer errores en los cálculos algebraicos. Con imprecisiones en los cálculos algebraicos.
Coordinaron correctamente los registros, pero únicamente en los límites de integración de la región en el plano.	Sin cometer errores en los cálculos algebraicos. Con imprecisiones en los cálculos algebraicos.

Nota: Elaboración Propia

Figura 6

Resultados evaluación del grupo experimental-control



Nota: Elaboración Propia

Mediante este gráfico comparativo se aprecia que los resultados que se obtuvieron en la evaluación en el grupo experimental son mejores que en el grupo de control, ya que hay un menor porcentaje de alumnos con calificaciones inferiores o iguales a 4 en el grupo experimental que en el grupo de control, y hay un mayor porcentaje de calificaciones superiores o iguales a 7 en el grupo experimental con respecto al grupo de control, es decir, un 22,86% en el grupo experimental frente a un 14,29% de alumnos del grupo de control que obtuvieron calificaciones entre 7 y 8,99, y un 14,29% del grupo experimental frente a un 0% del grupo de control con calificaciones entre 9 y 10, lo que da una diferencia total de 22,86% de alumnos con calificaciones superiores o iguales a 7 en el grupo experimental que en el grupo de control.

Aunque los resultados del grupo experimental son mejores que los del control, es necesario conocer si existe una incidencia del uso de GeoGebra en el rendimiento académico de los estudiantes de la Maestría en Educación Mención Enseñanza de las Matemáticas, por lo que se hizo una prueba estadística para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias del grupo experimental y el grupo de control.

Primero se aplicó la prueba de normalidad tanto al grupo experimental como al grupo de control. Estos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2

Prueba de normalidad en los resultados obtenidos de la muestra

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resultados Sin GeoGebra	,150	35	,044	,945	35	,081
Resultados con GeoGebra	,123	35	,199	,946	35	,084

Nota: Elaboración Propia

Se consideró la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el número de estudiantes de cada grupo es menor a 50 y se tomó como base una significancia de 0,05, esto es, una confianza del 95%. Los p-valores mostrados en la tabla 1 correspondientes a los resultados sin GeoGebra (grupo control) y con GeoGebra (grupo experimental) son 0,081 y 0,084 respectivamente, lo cual indica que ambos superan el valor de 0,05 de la significancia; es decir que las notas de ambos grupos poseen una distribución normal (Hernández y Mendoza, 2018).

Una vez que las calificaciones pasaron la prueba de normalidad se procedió a realizar la prueba estadística paramétrica t de Student para muestras independientes, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3

Prueba T para la igualdad de medias en el resultado de la evaluación de los estudiantes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Calificación	Se han asumido varianzas iguales	,285	,595	-3,814	68	,000
	No se han asumido varianzas iguales			-3,814	67,476	,000

Nota: Elaboración Propia

En la tabla 2 se observa que en la prueba de Levene para la igualdad de varianzas se tiene que $p = 0,595 \geq 0,05$; lo cual indica que las varianzas de los grupos son iguales. Por lo tanto, los grupos control y experimental son homogéneos.

Del mismo modo que en la prueba de normalidad y de Levene, se consideró un intervalo de confianza del 95%, lo que equivale a una significancia de 0,05. Así, el resultado de la prueba t de Student entre estos dos grupos de estudio arrojó una significancia bilateral de 0,000, siendo éste un valor inferior a 0,05, lo cual evidencia matemáticamente que el uso de GeoGebra para la enseñanza del cálculo de áreas con integrales dobles mejora de manera significativa el rendimiento académico de los estudiantes de la maestría en educación, mención en enseñanza de la matemática.

Discusión y conclusiones

Los resultados superiores del grupo experimental en comparación con el grupo de control, según Arteaga et al. (2019), se deben a que GeoGebra es una herramienta de gran valor en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas y disciplinas relacionadas. GeoGebra facilita la resolución rápida de problemas matemáticos durante el aprendizaje, estimula la creatividad de los estudiantes, permitiéndoles explorar y construir los fundamentos esenciales para una comprensión profunda de cualquier concepto matemático.

Sin embargo, existe un bajo porcentaje de estudiantes que aún no dominan el objeto matemático en estudio y su respectiva representación gráfica, esto según Borja et al.(2021) se debe a que existen factores adicionales que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes a nivel universitario, siendo los principales: las posibilidades económicas, los problemas con el uso de las nuevas tecnologías, la escasa formación a nivel de bachillerato y pregrado y el número de horas dedicadas a su estudio.

En este trabajo de investigación se demuestra que la aplicación de GeoGebra para enseñar el cálculo de áreas con integrales dobles dio resultados positivos a nivel general; se determina que el uso de este programa influye significativamente en el rendimiento académico de los alumnos participantes en este estudio. Esto se evidencia, sobre todo, al ver que en el grupo control las calificaciones de los estudiantes fueron menores o iguales a 4 en un 60%, mientras que en el grupo experimental solo en un 25.71 %.

Aunque el tiempo de aplicación de GeoGebra fue limitado por la naturaleza transversal del estudio, su utilidad quedó claramente demostrada. Esto sugiere que, al aumentar el tiempo y la frecuencia de uso del software, es probable obtener resultados aún más significativos.

Finalmente, tras el análisis realizado, se concluye que la enseñanza del cálculo de áreas con Integrales Dobles usando el software GeoGebra mejora el rendimiento académico y por ende la comprensión de los estudiantes, por lo que se constata que esa herramienta tecnológica es una alternativa válida para mejorar el rendimiento académico de los universitarios de la maestría en educación mención enseñanza de la matemática.

Referencias

- Arteaga, E. y Felipe, M. y Mendieta, J. y Martínez, J. (2019). El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Revista Conrado*, 15(70), 102–108. <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v15n70/1990-8644-rc-15-70-102.pdf>
- Baena, D. (2020). *Recursos de GeoGebra para Geometría en el Espacio* [Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/65698/1/TFM_DIEGO_BAENA_ALVAREZ.pdf
- Borja, G. M. y Martínez, J. E. y Barreno, S. N. y Haro, O. F. (2021). Factores asociados al rendimiento académico: Un estudio de caso. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, 25(3), 54–77. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v25i3.1509>
- Dahal, N. y Pant, B. P. y Shrestha, D. (2019). Integration of GeoGebra in Teaching and Learning Geometric Transformation. *Journal of Mathematics and Statistical Science*, 5, 323–332. <https://www.researchgate.net/publication/354776485>
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Guevara, G. P. y Verdesoto, A. E. y Castro, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*, 4(3), 163–173.
- Hernández, R. y Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). MacGraw Hill.
- Hernández, R. y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Jiménez, J. G. y Jiménez, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4(7). <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654/736>
- León, N. (2021). *Realidad Aumentada como Recurso Didáctico para el Aprendizaje Significativo de la Geometría Espacial* [Universidad de Cartagena]. https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/14924/TGF_Nldia%20Leon.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Miranda, S. y Ortiz, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>

- Narh, M. y Sabtiwu, R. (2022). Use of GeoGebra to improve Performance in Geometry. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 18(1). <https://doi.org/10.4314/ajesms.v18i1.3>
- Ortiz, A. (2019). *Software GeoGebra 3D en el aprendizaje de la descripción de superficies en el curso de Matemática Analítica 3 en estudiantes del tercer ciclo de la carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas* [Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3830>
- Pino, L. R. y Font, V. y Larios, V. y Gordillo, W. y Breda, A. (2018). Analysis of the meanings of the antiderivative used by students of the first engineering courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(6), 1091–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-017>
- Purwanto, A. y Asbari, M. e Iman Santoso, T. y Sunarsi, D. y Ilham, D. (2021). Education Research Quantitative Analysis for Little Respondents: Comparing of Lisrel, Tetrad, GSCA, Amos, SmartPLS, WarpPLS, and SPSS. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 4, 335–351. <https://doi.org/10.30605/jsgp.4.2.2021.1326>
- Quintilla, M. y Fernández, A. (2021). *GeoGebra para la enseñanza de la geometría descriptiva: aplicación para la docencia online*. 285–295. <https://doi.org/10.5821/jida.2021.10545>
- Svensson, K. y Campos, E. (2022). Comparison of two semiotic perspectives: How do students use representations in physics? *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 20120. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020120>
- Valmi, S. y Driessnack, M. y Costa, I. A. (2007). Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Rev. Latino*, 15(3). www.eerp.usp.br/rlae
- Zurita, J. N. y Márquez, H. y Miranda, G. y Villasís, M. Á. (2018). Experimental studies: Research designs for the evaluation of interventions in clinical settings. *Revista Alergia México*, 65(2), 178–186. <https://doi.org/10.29262/ram.v65i2.376>



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)