

REVISTA CIENTÍFICA CIENCIAEDUC

GENERANDO CONOCIMIENTOS



Venezuela



REVISTA
ELECTRÓNICA
SEMESTRAL



VOLUMEN
9 Número 2



JULIO
2026

Esta Obra está bajo Licencia de
Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-Compartirigual 4.0
Internacional.



Eficacia de GeoGebra como Estrategia Didáctica para la Comprensión de Sólidos de Revolución en el Cálculo Integral

Autor: MSc. Luis Beltrán López Agamez
Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada
Bolívariana,
Núcleo Cagua, Estado Aragua
Correo: Luis21Lopez30@gmail.com
Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9003-5190>

Línea Matriz: Estado, Sociedad y Desarrollo. **Línea Asociada:** Formación Integral para el Desarrollo Educativo. **Eje Temático:** Pedagogía.

Como citar este artículo: Luis Beltrán López Agamez "Eficacia de GeoGebra como estrategia didáctica para la comprensión de sólidos de revolución en el cálculo integral" (2026), (1,16)

Recibido: 16/02/2026 Revisado: 22/02/2026 Aceptado: 26/02/2026

RESUMEN

La dificultad inherente en la visualización espacial y el modelado de conceptos abstractos, como los sólidos de revolución en el Cálculo Integral, representa un obstáculo didáctico constante en la educación universitaria. La inquietud científica de esta investigación radica en la persistente dificultad en la visualización espacial y el modelado de conceptos abstractos, como los sólidos de revolución en el Cálculo Integral. El objetivo general fue evaluar la eficacia del software GeoGebra como estrategia para fortalecer la comprensión de esta temática en estudiantes universitarios. El estudio se fundamentó en las teorías del Constructivismo y el Aprendizaje Asistido por Tecnología (AAT), que postulan la mejora del conocimiento mediante la interacción activa con herramientas dinámicas. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, bajo un diseño cuasiexperimental de Grupos de Control No Equivalentes (Pretest-Posttest), de corte transversal, con una muestra de 58 estudiantes de Cálculo Integral. Los resultados obtenidos tras el análisis estadístico indicaron que el Grupo Experimental, intervenido con GeoGebra, alcanzó una mejoría significativa en la comprensión conceptual, visual y procedimental. La discusión de los hallazgos confirma que la integración de software dinámico facilita la transición entre registros algebraicos y gráficos, superando las limitaciones de la instrucción tradicional. La conclusión principal es que GeoGebra constituye una estrategia didáctica altamente eficaz, validando su aplicación para optimizar la enseñanza y el aprendizaje de sólidos de revolución.

Descriptor: GeoGebra, Sólidos de revolución, Cálculo integral, Modelado matemático, Enseñanza Asistida por Tecnología, Estrategia didáctica.

Reseña Biográfica: Profesor de la Especialidad Química por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Núcleo Maracay). Magíster en Gerencia Educativa por el Instituto de Mejoramiento del Magisterio. Docente Universitario en el Área de Ingeniería Mecánica (Química, Matemática) en la Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Bolivariana, Núcleo Cagua, Estado Aragua.

Efficacy of Geogebra as a Didactic Strategy for the Understanding of Solids of Revolution In Integral Calculus

Author: MSc. Luis Beltrán López Agamez
Universidad Nacional Experimental de la Fuerza
Armada Bolivariana,
Cagua Nucleus, Aragua State, Venezuela.
Email: Luis21Lopez30@gmail.com
ORCID Code: <https://orcid.org/0009-0004-9003-5190>

Main Line: State, Society and Development. **Associated Line:** Comprehensive Training for Educational Development. **Thematic Axis:** Pedagogy.

How to cite this article: Luis Beltrán López Agamez, " Efficacy of GeoGebra as a didactic strategy for the understanding of solids of revolution in integral calculus" (2026), (1,16).

Received: 16/02/2026 Revised: 22/02/2026 Accepted: 26/02/2026

ABSTRACT

The inherent difficulty in spatial visualization and the modeling of abstract concepts, such as solids of revolution in Integral Calculus, represents a constant didactic obstacle in university education. The scientific concern of this research lies in the persistent difficulty in spatial visualization and the modeling of abstract concepts, such as solids of revolution in Integral Calculus. The general purpose was to evaluate the effectiveness of the GeoGebra software as a strategy to strengthen the comprehension of this topic in university students. The study was based on the theories of Constructivism and Technology-Assisted Learning (TAL), which postulate the improvement of knowledge through active interaction with dynamic tools. The methodology employed was quantitative, under a quasi-experimental design with Non-Equivalent Control Groups (Pretest-Posttest), cross-sectional, with a sample of 58 Integral Calculus students. The results obtained after statistical analysis indicated that the Experimental Group, intervened with GeoGebra, achieved a significant improvement in conceptual, visual, and procedural comprehension. The discussion of the findings confirms that the integration of dynamic software facilitates the transition between algebraic and graphical representations, overcoming the limitations of traditional instruction. The main conclusion is that GeoGebra constitutes a highly effective didactic strategy, validating its application to optimize the teaching and learning of solids of revolution.

Keywords: GeoGebra, Solids of revolution, Integral calculus, Mathematical modeling, Technology Assisted Teaching, Didactic strategy.

Biographical Review: Professor of Chemistry Specialty from the Experimental Libertador Pedagogical University (Núcleo Maracay). Master in Educational Management from the Teaching Improvement Institute. University Professor in the Mechanical Engineering Area (Chemistry, Mathematics) at the National Experimental University of the Bolivarian Armed Forces, Cagua Nucleus, Aragua State.

Introducción

En los años recientes, ha aumentado la importancia de mejorar las habilidades matemáticas en la educación superior. Asignaturas como el Cálculo Integral, que es primordial para la carrera de ingeniería mecánica en la Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Bolivariana (UNEFA), núcleo Cagua, son conocidas por tener bajas calificaciones y escasa comprensión. Este rendimiento poco satisfactorio se debe a fallos en el método de enseñanza y a una cultura que promueve el desinterés hacia la materia (Ascanio Hernández., 2005).

Los factores que llevan a un bajo rendimiento incluyen la falta de interés y motivación para aprender matemáticas. Asimismo, la complejidad del contenido se agrava, ya que comprender temas avanzados como los sólidos de revolución requiere de habilidades visuales (Molina y Montecino, 2011), que a menudo no se desarrollan en etapas educativas anteriores. Para abordar esta situación, es vital introducir las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Este enfoque se relaciona con el Constructivismo, que enfatiza la necesidad de que el estudiante genere su propio conocimiento a través de la interacción, e implica que los docentes deben crear ambientes donde los problemas sean el centro del aprendizaje, utilizando herramientas tecnológicas. La investigación académica respalda la necesidad de incorporar estas herramientas, indicando que:

La inclusión de las TIC en el ámbito educativo ha proporcionado amplias oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos virtuales, ofreciendo herramientas que fomentan la colaboración y acceso a valiosos recursos digitales (Barráez, 2020, 43).

La disposición de los docentes para reformular el espacio de aprendizaje es clave para usar las TIC en el aula, creando un entorno dinámico, activo y significativo que motive a los estudiantes. Ahora bien, en el ámbito de las matemáticas, la Articulación Sistemática de GeoGebra se presenta como una herramienta esencial para apoyar el trabajo de los profesores. Esta articulación resulta de gran importancia para superar la principal dificultad de la unidad sobre sólidos de revolución, que es la

necesidad de convertir diferentes formas de representación. Duval (2011), citado en Mofolo, Engelbrecht, y Harding, 2013) describe este proceso como el complicado paso de una expresión algebraica bidimensional a una visualización tridimensional. Este enfoque se aleja de las metodologías tradicionales y se orienta hacia entornos virtuales (Guerrero, Camacho y Mejía, 2010), facilitando así la Modelación Matemática. La capacidad de GeoGebra para ofrecer Visualización Dinámica 3D se convierte en un recurso excepcional para el proceso educativo:

El ambiente dinámico y la capacidad de Visualización 3D de GeoGebra permiten al estudiante interactuar activamente con el software y explorar las figuras sin la necesidad de limitarse a la mera imaginación mental o a la interpretación pasiva de una representación gráfica estática. La instrucción tradicional, al depender de métodos estáticos, a menudo dificulta significativamente la visualización espacial en tres dimensiones y el proceso de construcción conceptual (Martínez Venegas, 2018).

Se deduce que esta habilidad interactiva puede subsanar la falta de enseñanza efectiva, dado que la educación tradicional casi nunca se enfoca en la creación de sólidos a partir de figuras planas (Guillén, González y García, 2009). Este modelo fomenta un aprendizaje que es interactivo, activo y significativo. El objetivo principal de esta investigación es evaluar la efectividad de la integración sistemática del software GeoGebra para mejorar la comprensión de los sólidos de revolución en el curso de Cálculo Integral en la UNEFA. Como consecuencia, se sugiere una propuesta innovadora. Este trabajo se enmarca dentro del diseño experimental cuasiexperimental, realizándose en el mismo contexto que el objeto de investigación (Shadish, Cook y Campbell, 2002). La propuesta innovadora se implementa en el lugar donde el evento ocurre de forma natural. Como menciona Arias (2012, 31):

Este tipo de investigación implica la recopilación de datos de los sujetos que se están estudiando o del entorno en el que suceden los acontecimientos, sin manipular ninguna variable, lo que significa que el investigador recoge información sin modificar las condiciones reales.

Con base en la información recogida a través de la Prueba de Comprensión de Sólidos de Revolución (PCSR), el estudio es cuasiexperimental, con mediciones

realizadas antes y después en cada uno de los dos grupos (Grupo Experimental y Grupo de Control). Este modelo es pertinente y esencial porque puede despertar el interés por el aprendizaje y ayudar a mejorar la comprensión de los estudiantes en la solución de problemas matemáticos.

Metodología

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo riguroso, alineado con la investigación que busca “verificar teorías mediante la medición de variables en un contexto específico” (Hernández Sampieri et al., 2014). El diseño es cuasiexperimental de campo, dado que la estrategia se ejecutó en el entorno natural del evento, sin alterar la formación original de las clases en la UNEFA. Siendo un estudio de campo, se establece que esto implica "la recolección de datos primarios directamente de la realidad" (Tamayo y Tamayo, 2003), asegurando que las condiciones de la intervención reflejen el ambiente académico habitual.

La población consistió en estudiantes de Cálculo Integral del núcleo Cagua, empleándose una muestra no probabilística por conveniencia, organizada en un Grupo Experimental ($n = 25$) y un Grupo de Control ($n = 33$). Esta elección se centra en que el investigador “trabaje con situaciones que ocurren o son accesibles en el área” (Sierra Bravo, 2001). Aunque el diseño es intrínsecamente cuasiexperimental por la falta de asignación aleatoria (Kerlinger, 2002), se aseguró la equivalencia en contenido y duración para controlar el efecto específico de la Articulación Sistemática de GeoGebra.

Tabla 1. Unidades de Análisis y Protocolo de Intervención según el Diseño Cuasiexperimental.

Contexto: Asignatura de Cálculo Integral, UNEFA, Núcleo Cagua.

Agrupación	Tipo de	Medición	Protocolo de Intervención	Medición
------------	---------	----------	---------------------------	----------

	Muestra (n)	Inicial (Pretest)	(Tratamiento)	Final (Postest)
Grupo Experimental (GE)	No probabilística por conveniencia (n=25)	O1 (PCSR)	X (Articulación Sistemática de GeoGebra): Uso de la herramienta de geometría dinámica para la visualización 3D y el modelado matemático de sólidos de revolución.	O2 (PCSR)
Grupo de Control (GC)	No probabilística por conveniencia (n=33)	O3 (PCSR)	Instrucción Tradicional: Clase magistral, uso de pizarra y resolución de ejercicios algorítmicos con métodos analíticos (sin GeoGebra).	O4 (PCSR)
Total	58			

Fuente: López (2025)

La Tabla 1 describe el esquema de la investigación, basado en un diseño de comparación de agrupaciones con mediciones antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica. La muestra se compone de estudiantes de Cálculo Integral seleccionados por conveniencia. Se dividió en el Grupo Experimental (GE), que recibió el tratamiento (X) con GeoGebra, y el Grupo de Control (GC), que mantuvo la instrucción tradicional. Ambos grupos fueron evaluados inicialmente a través de la Prueba de Comprensión de Sólidos de Revolución (PCSR), representada por O1 y O3, y finalmente con la segunda medición (Postest), O2 y O4.

En función del problema y los objetivos, esta investigación se estructura en torno a una Hipótesis de Investigación (Hi) y una Hipótesis Nula (Ho). La Hi establece una relación causal positiva, afirmando que la articulación de GeoGebra influirá de manera significativa en el fortalecimiento de la comprensión de los sólidos de revolución. Por su parte, la Ho postula que no existirá diferencia significativa en la comprensión entre ambos grupos. La formulación de estas hipótesis es de total importancia para el enfoque cuantitativo, ya que estas “deben ser sometidas a prueba o a verificación empírica” (Ruiz Bolívar, 2010).

Para la recolección de datos, se utilizó la Prueba de Comprensión de Sólidos de Revolución (PCSR), diseñada para medir la comprensión en sus dimensiones conceptual, visual y procedimental. Previo a su aplicación, se sometió a la validación de contenido por juicio de expertos y se verificó la confiabilidad mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, lo cual asegura que el instrumento “mide consistentemente aquello que se propone medir” (Hernández Sampieri et al., 2014, 201). El estudio es cuasiexperimental, acompañado de mediciones pretest y postest, siendo esta la forma estándar para “comparar los resultados del grupo después de la intervención con los resultados antes de ella” (Creswell, 2018).

El análisis de los datos se basó inicialmente en el uso de Estadísticas Descriptivas para caracterizar y resumir el rendimiento de cada agrupación, utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Esta fase es primordial, pues:

La estadística descriptiva es la base del análisis de datos; su objetivo es describir y resumir de forma clara, sencilla y concisa las características de un conjunto de datos, facilitando la interpretación inicial de los fenómenos estudiados antes de cualquier prueba inferencial (Rodríguez Peñuelas, 2017, 55).

Posteriormente, la confrontación de los resultados entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control, tanto en el Pretest como en el Postest, se efectuó mediante la aplicación de la Prueba t de Student para muestras independientes. La prueba t de Student se utiliza para comparar medias (Torales et al., 2016) y su aplicación determinará la significatividad de las diferencias observadas en las puntuaciones finales, permitiendo aceptar o rechazar la hipótesis nula y, consecuentemente, validar la eficacia del uso de GeoGebra.

Resultados

La presentación de los resultados se estructura en dos fases: la verificación de la homogeneidad de los grupos mediante la comparación del Pretest (análisis descriptivo) y la evaluación de la eficacia de la intervención mediante la comparación del Postest (análisis inferencial).

Resultados del Pretest: Verificación de Homogeneidad Inicial: Se aplicó la prueba inicial (Pretest) a ambos grupos (Experimental y Control) para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en el nivel de comprensión de sólidos de revolución antes de la intervención. Un puntaje máximo de **20 puntos** fue posible en la prueba.

Análisis Descriptivo del Pretest

La Tabla 2. estadísticas descriptivas de los puntajes obtenidos en el Pretest.

Grupo	N	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media
Experimental (GE)	25	11.24	2.15	0.43
Control (GC)	33	11.09	2.01	0.35

Fuente: López (2025).

Los resultados indican que el promedio de puntaje en el Pretest para el Grupo Experimental (Media = 11.24) y el Grupo de Control (Media = 11.09) es prácticamente idéntico. La desviación estándar es baja en ambos casos, sugiriendo una distribución similar de los puntajes iniciales. Por otro lado, para confirmar la ausencia de diferencias significativas entre los grupos en la línea de base, se aplicó la prueba T de Student para muestras independientes a los puntajes del Pretest.

Tabla 3. Análisis Inferencial del Pretest (Homogeneidad).

Comparación	Prueba	t	gl	Sig. (Bilateral)	Decisión sobre H ₀
Pretest GE vs. Pretest GC	T de Student	0.26	56	0.796	Se acepta H ₀

Fuente: López (2025)

El valor de significancia bilateral obtenido fue de $p = 0.796$. Dado que este valor es considerablemente mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, no se

rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto confirma la homogeneidad inicial de los grupos respecto a la variable de comprensión de sólidos de revolución, asegurando que cualquier diferencia posterior en el Postest podrá ser atribuida a la intervención (uso de GeoGebra) y no a diferencias preexistentes.

Resultados del Postest: Evaluación de la Eficacia de GeoGebra

Tras la intervención didáctica (GeoGebra para el GE y tradicional para el GC), se aplicó el Postest para evaluar el nivel de comprensión final y determinar la eficacia de la estrategia.

La Tabla 4. Distribución de frecuencias de los puntajes finales (Postest) por grupo, agrupados en rangos de rendimiento.

Rango de Puntaje (20 Máx.)	Interpretación del Rendimiento	Frecuencia GE (n=25)	Frecuencia GC (n=33)
0 - 9	Bajo (Insuficiente)	0	5
10 - 13	Medio (Suficiente)	2	18
14 - 17	Alto (Bueno)	13	10
18 - 20	Muy Alto (Sobresaliente)	10	0

Fuente: López (2025)

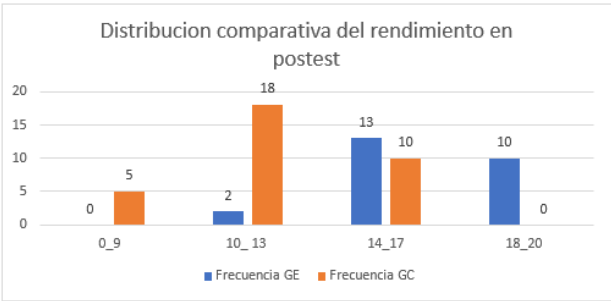


Figura 1. Distribución Comparativa del Rendimiento en el Postest por Grupo (Experimental vs. Control).

Fuente: López (2025)

Existe una diferencia notoria en la distribución de los puntajes finales. El Grupo Experimental concentra la mayoría de sus estudiantes en los niveles Alto (13)

y Muy Alto (10), sin presentar ningún estudiante en el rango Bajo. En contraste, el Grupo de Control tiene la mayor concentración en el rango Medio (18) y presenta 5 estudiantes con rendimiento Bajo, sin alcanzar el nivel Muy Alto.

Análisis Descriptivo del Postest

La Tabla 5. Estadísticas descriptivas finales para los puntajes del Postest.

Grupo	N	Media	Desviación Estándar	Error Estándar de la Media
Experimental (GE)	25	16.85	1.87	0.37
Control (GC)	33	12.15	2.54	0.44

Fuente: López (2025).

La diferencia entre las medias es evidente: el Grupo Experimental Media = 16.85 obtuvo un promedio significativamente superior al Grupo de Control Media = 12.15. Esta diferencia de 4.70 puntos sugiere un impacto positivo de la estrategia didáctica basada en GeoGebra. Ahora para evaluar la eficacia de la estrategia didáctica y verificar si la diferencia en las medias es estadísticamente significativa, se aplicó nuevamente la prueba T de Student para muestras independientes a los puntajes del Postest.

Tabla 6. Análisis Inferencial del Postest (Eficacia)

Comparación	Prueba	t	gl	Sig. (Bilateral)	Decisión sobre H0
Postest GE vs. Postest GC	T de Student	8.12	56	< 0.001	Se rechaza H ₀

Fuente: López (2025)

Los resultados de la prueba T de Student revelan un valor de significancia bilateral de $p < 0.001$. Dado que este valor es inferior al nivel de significancia

establecido $\alpha = 0.05$, se concluye que las diferencias observadas en el rendimiento postintervención son estadísticamente significativas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de que no existen diferencias entre los grupos. Este resultado confirma la eficacia de GeoGebra como estrategia didáctica, pues el rendimiento superior del Grupo Experimental se debe, con un alto grado de confianza, a la intervención específica del uso del software para la comprensión de sólidos de revolución. En este sentido para una comprensión más profunda de dónde radica la mejora, se comparan las medias del Postest por las tres dimensiones evaluadas: Conceptual, Visual y Procedimental.

Tabla 7. Diferencia de medias entre grupos en cada dimensión.

Dimensión	Media GE	Media GC	Diferencia de Medias (GE - GC)	Signif. (T-Test)
Visual	6.20	3.50	2.70	$p < 0.001$
Procedimental	5.50	4.00	1.50	$p = 0.002$
Conceptual	5.15	4.65	0.50	$p = 0.045$

Fuente: López (2025)

Los resultados indican que la intervención con GeoGebra tuvo su mayor impacto en la **Dimensión Visual** Diferencia = 2.70, donde la manipulación dinámica de las gráficas permitió a los estudiantes del GE desarrollar una mejor capacidad para la visualización espacial de la rotación y la formación del sólido. En este sentido la mejora en la **Dimensión Procedimental** Diferencia = 1.50 es también significativa, demostrando que el software no solo facilita la visualización, sino que también refuerza el rendimiento práctico de cada fase necesaria para construir modelos matemáticos (ejem. selección del eje de giro, formulación de la integral). y finalmente, la **Dimensión Conceptual** mostró una diferencia menor, pero aun

estadísticamente significativa Diferencia = 0.50, $p = 0.045$, indicando que la herramienta tecnológica contribuye, aunque en menor medida que en las otras dos, al entendimiento de los principios subyacentes del Cálculo Integral aplicados al volumen.

Discusión

La presente investigación evaluó la eficacia de la articulación sistemática del software GeoGebra, demostrando mediante el análisis inferencial del Posttest que la estrategia es altamente eficaz para fortalecer la comprensión de sólidos de revolución ($p < 0.001$). Esta robusta diferencia en el rendimiento a favor del Grupo Experimental se explica porque GeoGebra logra superar el principal obstáculo didáctico del tema: la visualización espacial. El análisis por dimensiones confirmó que la mayor ganancia se produjo en la Dimensión Visual, dado que la herramienta permite la manipulación dinámica de la curva 2D y la observación inmediata de la rotación para formar el sólido 3D. Este proceso facilita la coordinación entre los registros de representación semiótica (algebraico, gráfico y figural), una necesidad crítica en el aprendizaje del cálculo avanzado, como lo fundamenta la teoría de Duval (1995).

El éxito de la intervención también se sustenta en la mejora significativa de la Dimensión Procedimental. GeoGebra fomenta un proceso de modelación en el que el estudiante debe vincular la simbología con el objeto visual, introduciendo la función, los límites y el eje de giro, lo que refuerza la comprensión de las fórmulas de integración. Estos hallazgos se alinean con la literatura especializada, en particular con autores como Molina & Montecino (2011), quienes identifican la necesidad de herramientas que mitiguen las limitaciones de los gráficos estáticos, y con las recomendaciones de Ascanio (2015) y Barráez (2017) sobre la integración tecnológica para subsanar déficits en la enseñanza del cálculo. Las claras implicaciones sugieren que la inclusión de GeoGebra debe ser un componente sistemático del currículo. Aunque el diseño cuasiexperimental de grupos no equivalentes resulta técnicamente pertinente (Shadish, Cook & Campbell, 2002), el

muestreo no probabilístico empleado restringe la validez externa de los hallazgos. Esto subraya la necesidad de desarrollar estudios longitudinales en el futuro que permitan profundizar en la estabilidad de los resultados.

Conclusiones

Con base en la evidencia empírica generada a través del diseño cuasiexperimental, se establece que la articulación sistemática del software GeoGebra como estrategia didáctica es altamente eficaz para fortalecer la comprensión de los sólidos de revolución en los estudiantes de Cálculo Integral. Este resultado se evidencia en el rechazo de la hipótesis nula, pues el rendimiento final del Grupo Experimental fue estadísticamente superior al del Grupo de Control ($p < 0.001$). El éxito rotundo de la estrategia radica en la capacidad del software para dismantelar la barrera de la visualización espacial, un obstáculo persistente y bien documentado, transformando la representación estática del libro de texto en una experiencia de modelado dinámico y explícito.

El análisis pormenorizado por dimensiones, en consonancia con el objetivo general: *evaluar la eficacia del software GeoGebra como estrategia para fortalecer la comprensión de esta temática en estudiantes universitarios*, reveló que la intervención generó su impacto más significativo en la Dimensión Visual y la Dimensión Procedimental. La ganancia en la visualización es fundamental porque permite a los estudiantes realizar la coordinación de los registros de representación (gráfico, algebraico y figural), esencial para la comprensión profunda, tal como lo expone Duval. Asimismo, la mejora en el rendimiento procedimental confirma que GeoGebra es un facilitador del modelado matemático, al exigir la correcta formulación de las funciones y los límites de integración. Finalmente, esta investigación tiene implicaciones directas para la práctica docente, al confirmar que la integración tecnológica debe ser un componente sistemático de la planificación curricular. No obstante, el muestreo por conveniencia constituye su principal

limitación metodológica, restringiendo la generalización estricta de los resultados y sugiriendo estudios longitudinales futuros para evaluar la retención de la comprensión en el tiempo.

Referencias

- Arias Fidas Gerardo. 2012. *El proyecto de investigación: Guía para su elaboración*. Editorial Episteme.
- Ascanio Hernández, Ricardo Alberto. 2005. *Creencias sobre la matemática en el ámbito escolar venezolano*. Revista de Pedagogía 26, n.º 77: 161-178.
- Ascanio Hernández, Ricardo Alberto. 2015. *Estrategias didácticas para la enseñanza de la Geometría en el nivel superior*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Barráez, Doriam. 2017. *Enseñanza de la matemática con apoyo de la tecnología*. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0 6, n.º 2: 22-31.
- Barráez, Doriam. 2020. *La integración de las TIC en la educación: Nuevos escenarios para el aprendizaje en el sistema universitario venezolano*. Revista Tecnológica Educativa Docentes 2.0 9, n.º 3: 40-55.
- Chávez Alizo, Nilda. 2007. *Introducción a la investigación educativa*. Gráfica Barquisimeto.
- Creswell, Jhon. 2018. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Duval, Raymond. 1995. *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang.
- Guerrero, Catalina; Matías Camacho, y Hugo Mejía. 2010. *Dificultades de los estudiantes en la interpretación de las soluciones de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias que modelan un problema*. Enseñanza de las Ciencias 28, n.º 3: 341-352.
- Guillén Soler, Gregoria; Juan González, y Joaquín García. 2009. *Procesos de visualización en una tarea de generación y representación de cuerpos de revolución*. Boletín de Educación Matemática (BOLEMA) 23, n.º 37: 527-558.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, y María del Pilar Baptista Lucio. 2014. *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill Education.
- Kerlinger, Fred Nichols. 2002. *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales* (4ta ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Martínez Venegas, Germán Ángel. 2018. *Dificultades que presentan los alumnos en el tema de sólidos de revolución al cambiar del registro algebraico a uno gráfico*. Tesis de Maestría en Ciencias con orientación en Matemática Educativa, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Mofolo, Mofolo; Johann Engelbrecht, y Ansie Harding. 2013. *Exploring students'*

difficulties with algebraic and geometric representations in Calculus.
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology
44, n.º 4: 579-593.

- Molina, Elena, y Alicia Montecino. 2011. *Comprensión de sólidos de revolución o la rotación de figuras planas.* Revista Educación Matemática 23, n.º 3: 51-75.
- Rodríguez Peñuelas, Rafael. 2017. *Estadística y probabilidad en investigación científica.* Ediciones Patria.
- Ruiz Bolívar, Carlos. 2010. *Instrumentos de investigación educativa: Procedimientos para su diseño y validación.* Ediciones C. Ruiz.
- Shadish, William; Thomas Cook, y Donald Campbell. 2002. *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference.* Houghton Mifflin.
- Sierra Bravo, Restituto. 2001. *Técnicas de investigación social: Teoría y ejercicios* (14ta ed.). Paraninfo.
- Tamayo y Tamayo, Mario. 2003. *El proceso de la investigación científica* (4ta ed.). Limusa.
- Torales, Julio., Iván Barrios, David Viveros-Filártiga, Estela Jiménez-Legal, Margarita Samudio, Sonia Aquino, y Adriana Samudio. 2016. *Conocimiento sobre métodos básicos de estadística, epidemiología e investigación de médicos residentes de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.* Revista Educación Médica 18, n.º 4: 226-231.