

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y
Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

Estrategia basada en GeoGebra para la enseñanza de funciones polares en Cálculo Vectorial

**GeoGebra-Based Strategy for Teaching Polar Functions in
Vector Calculus**

Ángel García Velázquez

angel.g20@mexicali.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8458-7755>

Tecnológico Nacional de México

Mexicali, B. C. – México

María Guadalupe Amado Moreno

lupitaamado@mexicali.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6363-5888>

Tecnológico Nacional de México

Mexicali, B. C. – México

Bertha Ivonne Sánchez Luján

bisanchez@cdjimenez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3595-8281>

Tecnológico Nacional de México

Jiménez, Chih. – México

Oscar Enrique Callejas Melgoza

callejas@mexicali.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0178-4906>

Tecnológico Nacional de México

Mexicali, B. C. – México

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4411>

Artículo recibido: 29 de junio de 2025

Aceptado para publicación: 26 de agosto
de 2025.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos

NÚMERO

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4411>

Estrategia basada en GeoGebra para la enseñanza de funciones polares en Cálculo Vectorial

GeoGebra-Based Strategy for Teaching Polar Functions in Vector Calculus

Ángel García Velázquez

angel.g20@mexicali.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8458-7755>
Tecnológico Nacional de México
Mexicali, B. C. – México

María Guadalupe Amado Moreno

lupitaamado@mexicali.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6363-5888>
Tecnológico Nacional de México
Mexicali, B. C. – México

Bertha Ivonne Sánchez Luján

bisanchez@cdjimenez.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-3595-8281>
Tecnológico Nacional de México
Jiménez, Chih. – México

Oscar Enrique Callejas Melgoza

callejas@mexicali.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-0178-4906>
Tecnológico Nacional de México
Mexicali, B. C. – México

Artículo recibido: 29 de junio de 2025. Aceptado para publicación: 26 de agosto de 2025.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

Este estudio explora el impacto del uso de GeoGebra como herramienta didáctica en la enseñanza de funciones polares en un curso de Cálculo Vectorial en el nivel universitario. Participaron 30 estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Química en una institución pública mexicana. La intervención consistió en el uso de una aplicación interactiva desarrollada en GeoGebra y aplicada en dos fases: exploración gráfica guiada y análisis conceptual mediante una guía de trabajo. Los resultados muestran que más del 86 % de los estudiantes lograron representar adecuadamente funciones polares y comprender sus propiedades fundamentales, como simetrías, intersecciones y comportamiento gráfico. Estos resultados contrastan con desempeños previos del 60 % cuando se emplean métodos tradicionales. Se concluye que GeoGebra favorece el aprendizaje significativo, mejora la visualización matemática y fortalece la participación activa de los estudiantes. Las implicaciones incluyen la recomendación de incorporar herramientas dinámicas en la enseñanza de temas matemáticos complejos en ingeniería.

Palabras clave: GeoGebra, funciones polares, visualización matemática, aprendizaje significativo, ingeniería, cálculo vectorial

Abstract

This study explores the impact of using GeoGebra as a teaching tool for polar functions in a university-level Vector Calculus course. Thirty third-semester Chemical Engineering students from a public Mexican institution participated. The intervention involved an interactive application designed in GeoGebra, implemented in two phases: guided graphical exploration and conceptual analysis through a structured worksheet. Results show that over 86% of the students successfully represented polar functions and understood key properties such as symmetries, intersections, and overall behavior. These findings contrast with previous performance levels of 60% when traditional methods were used. It is concluded that GeoGebra fosters meaningful learning, enhances mathematical visualization, and strengthens student engagement. Implications include recommending the integration of dynamic tools in the teaching of complex mathematical topics in engineering.

Keywords: GeoGebra, polar functions, mathematical visualization, meaningful learning, engineering, vector calculus

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: García Velázquez, Ángel, Amado Moreno, M. G., Sánchez Luján, B. I., & Callejas Melgoza, O. E. (2025). Estrategia basada en GeoGebra para la enseñanza de funciones polares en Cálculo Vectorial. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (4), 1984 – 1995. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4411>

INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería enfrenta desafíos únicos debido a la naturaleza técnica y aplicada de los contenidos. Los profesores de ingeniería deben adoptar o crear estrategias de enseñanza que no solo transfieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas y de resolución de problemas en los estudiantes.

La enseñanza de funciones polares en cursos de Cálculo Vectorial presenta desafíos conceptuales y gráficos, debido a la naturaleza no lineal de su representación y a la abstracción que implica el cambio de coordenadas cartesianas a polares. Este tema, que suele abordarse en carreras de ingeniería, exige no sólo comprensión algebraica, sino también visualización espacial, lo cual puede dificultar cuando se emplean métodos tradicionales basados únicamente en tabulación y graficación punto a punto.

Diversos estudios han resaltado el potencial didáctico de los entornos dinámicos como GeoGebra para facilitar la comprensión de conceptos matemáticos complejos, particularmente aquellos que requieren la manipulación de parámetros y observación directa de transformaciones gráficas (Gaona Jiménez, y Guerrero Ramírez, 2022). En el contexto latinoamericano, experiencias con GeoGebra han demostrado ser efectivas para favorecer el aprendizaje activo y visual y analizar de manera más detallada contenidos matemáticos, en menor tiempo, lo que permite alcanzar objetivos claves como la mejora del rendimiento académico (Cenas Chacón et al., 2021). Un estudio de caso en el Tecnológico Nacional de México-Matamoros, con estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en Cálculo Vectorial (agosto-diciembre 2021). Reporta un 90 % de aprobación en la unidad de coordenadas polares tras implementar GeoGebra, fortaleciendo competencias específicas y genéricas (Ortiz Hermosillo, 2022).

Desde el enfoque del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) y del aprendizaje experiencial (Kolb, 1984), el uso de software interactivo permite que los estudiantes construyan nuevas representaciones mentales a partir de la manipulación de objetos dinámicos, fortaleciendo la transferencia de conocimientos. Además, se alinean con los principios del constructivismo social, al fomentar la interacción entre pares para resolver tareas complejas (Vygotsky, 1978).

En esta investigación se presenta una estrategia didáctica con GeoGebra aplicada a estudiantes del tercer semestre de Ingeniería Química, orientada a la comprensión y bosquejo de funciones polares. El objetivo fue evaluar su impacto en el desarrollo de habilidades de visualización y análisis gráfico. La propuesta parte de la premisa, sustentada en la experiencia docente, de que aproximadamente solo un 60 % de los estudiantes logra representar adecuadamente estas funciones mediante métodos convencionales. En contraste, se busca comprobar si el entorno dinámico mejora significativamente este porcentaje, especialmente en actividades que requieren identificar simetrías, intersecciones y comportamiento general de la curva.

METODOLOGÍA

Con el fin de evaluar el impacto de una estrategia didáctica mediada por GeoGebra en la comprensión de funciones polares, se diseñó una intervención educativa aplicada en un curso universitario de Cálculo Vectorial. La relevancia de esta sección radica en describir detalladamente las condiciones en las que se desarrolló la experiencia, los participantes involucrados, los instrumentos aplicados y el diseño metodológico que permitió valorar el desempeño de los estudiantes. Esta descripción busca asegurar la rigurosidad, replicabilidad y transparencia del estudio, siguiendo criterios de validez educativa y coherencia con la práctica pedagógica en contextos de enseñanza de las matemáticas apoyadas con Geogebra y que incluyan visualización conceptual, motivación y habilidades metacognitivas (Batiibwe, 2024).

Participantes

La estrategia fue aplicada a un grupo de 35 estudiantes de tercer semestre del programa de Ingeniería Química en una institución de educación superior pública en México, durante el semestre agosto-diciembre de 2024. Se excluyeron del análisis cinco estudiantes debido a inasistencias reiteradas en las sesiones prácticas, lo que dejó una muestra final de 30 participantes. La mayoría de ellos tenía entre 19 y 21 años, y cursan por primera vez la asignatura de Cálculo Vectorial.

Procedimiento

La intervención se llevó a cabo en el contexto del tema de funciones polares, particularmente enfocada en la representación gráfica de curvas como rectas, círculos, cardioides y rosas. La estrategia consistió en el uso de una aplicación interactiva en GeoGebra titulada "Bosquejo de funciones polares", desarrollada específicamente para este propósito.

La secuencia didáctica se organizó en dos fases:

Sección I – Exploración asistida: Los estudiantes interactuaron con la aplicación GeoGebra en una sesión guiada por el profesor. Manipularon deslizadores que controlaban los parámetros de las funciones polares y observaron los efectos de estos en tiempo real.

Sección II – Análisis conceptual: Se aplicó una guía titulada "Uso de la aplicación: Bosquejo de funciones polares – Subtema: cardioides". Esta guía contenía preguntas abiertas que orientaban al estudiante a reflexionar sobre el comportamiento gráfico de las funciones, el efecto de los parámetros a y b , la simetría, las intersecciones y las transformaciones resultantes de modificar las expresiones trigonométricas.

Los estudiantes respondieron individualmente las siguientes preguntas: descripción de la gráfica obtenida, interpretación de los parámetros, intersección con ejes, comportamiento con signos negativos, y comparación entre funciones con seno y coseno. Finalmente, debían bosquejar nuevas funciones basándose en el conocimiento adquirido.

Diseño del estudio

El estudio adopta un enfoque cuasi-experimental de tipo exploratorio, sin grupo de control ni pretest formal, pero con referencia a datos comparativos históricos (Hernández Sampieri et al., 2014). Se centró en analizar el efecto del uso de herramientas digitales en el aprendizaje matemático, integrando observación directa, participación docente y desempeño en tareas guiadas. Esta estrategia se enmarca en una lógica de mejora continua de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería.

Procedimiento

Una vez que los estudiantes han abordado en el aula el tema de funciones polares y su graficación, es común que surjan inquietudes relacionadas con el proceso de graficación punto por punto o la tabulación de estas funciones. Estas dudas se deben principalmente a la complejidad de las operaciones necesarias para obtener un punto en el plano polar, al comportamiento de los ángulos y a las diversas formas en que un mismo punto puede representarse en coordenadas polares, entre otros factores.

La estrategia se basa en una aplicación interactiva desarrollada en GeoGebra, que permite a los estudiantes explorar y comprender el comportamiento de las gráficas de ecuaciones en coordenadas polares. Con esta aplicación interactiva los estudiantes pueden descubrir cómo se generan rectas,

círculos, cardioides y rosas, facilitando así su capacidad para bosquejar estas gráficas sin necesidad de tabular puntos.

Parte fundamental de la estrategia lo son también las instrucciones y actividades con las cuales el profesor guiará a los estudiantes para que descubran los detalles relevantes para el bosquejo de funciones en coordenadas polares.

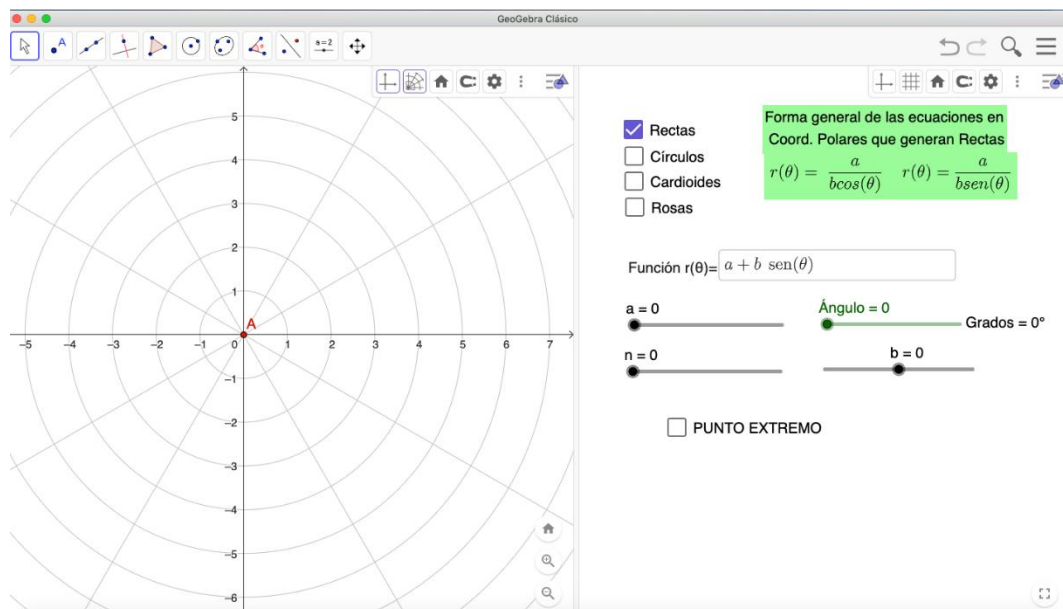
Aplicación en GeoGebra

Después de que los estudiantes hayan descargado el software GeoGebra e iniciado la aplicación titulada “Bosquejo de funciones polares”, se encontrarán con la ventana que se ilustra en Figura 1.

Figura 1

Ventana principal de la aplicación “Bosquejo de funciones polares”

Fuente: Pantalla desde la aplicación de Geogebra.



En el lado izquierdo de la Figura 1 se muestra la vista gráfica en el sistema de coordenadas polares, el lado derecho muestra cuatro casillas de control que permiten al usuario seleccionar el tipo de gráfica con la que se desea experimentar.

Al seleccionar el tipo de función, aparece a la derecha de la casilla de control, un recuadro que proporciona una breve explicación de las funciones canónicas para la función seleccionada, como puede observarse en Figura 2. Estas funciones estarán en términos de uno, dos o tres parámetros numéricos (a, b y n) y un parámetro angular (ángulo) cuyo valor se muestra en grados y radianes.

Figura 2

Selección del tipo de función

Fuente: Pantalla desde la aplicación de Geogebra.

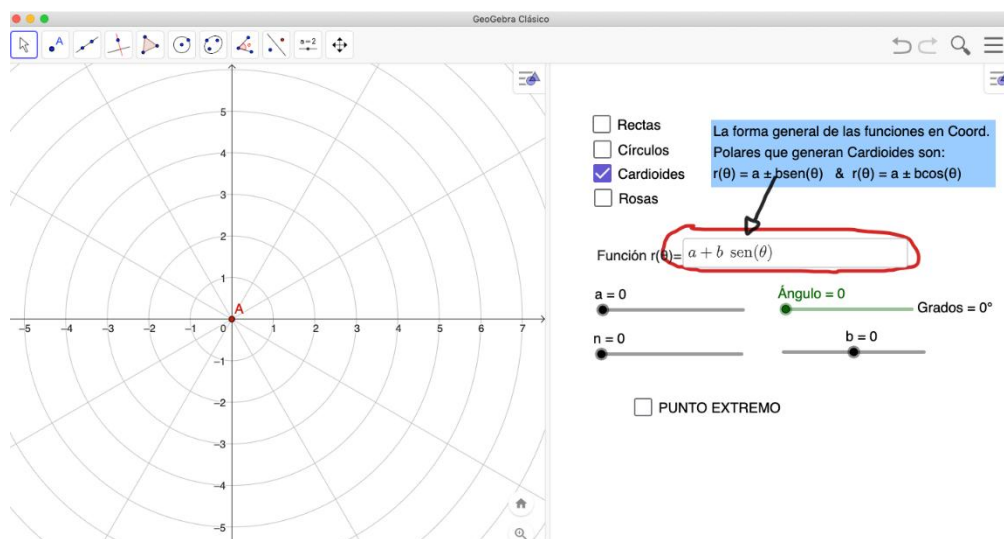
☒ Rectas ☐ Círculos ☐ Cardioides ☐ Rosas	Forma general de las ecuaciones en Coord. Polares que generan Rectas $r(\theta) = \frac{a}{b \cos(\theta)}$ $r(\theta) = \frac{a}{b \sin(\theta)}$	☐ Rectas ☒ Círculos ☐ Cardioides ☐ Rosas	La Forma General de las funciones en Coord. Polares que generan Círculos son: $r(\theta) = a$ $r(\theta) = a \cos(\theta)$ $r(\theta) = a \sin(\theta)$
☐ Rectas ☐ Círculos ☒ Cardioides ☐ Rosas	La forma general de las funciones en Coord. Polares que generan Cardioides son: $r(\theta) = a \pm b \sin(\theta)$ & $r(\theta) = a \pm b \cos(\theta)$	☐ Rectas ☐ Círculos ☐ Cardioides ☒ Rosas	La forma general de las funciones en Coord. Polares que generan Rosas son: $r(\theta) = a \cos(n\theta)$ & $r(\theta) = a \sin(n\theta)$

Una vez seleccionada la función se deberá ingresar en la casilla de entrada, tal y como aparece en el recuadro, la forma canónica de la función como se indica en Figura 3.

Figura 3

Ingreso de la forma canónica de la función en la casilla de entrada

Fuente: Pantalla desde la aplicación de Geogebra.



El valor de los parámetros a , b , n y el ángulo los podrá modificar el usuario utilizando los respectivos deslizadores que se observan en Figura 3.

Para la obtención de la gráfica se recomienda fijar los valores de los parámetros numéricos (a , b y n) y mover lentamente el deslizador para el ángulo. De esta forma se observará en la vista gráfica (lado izquierdo de Figura 3) la construcción de la gráfica.

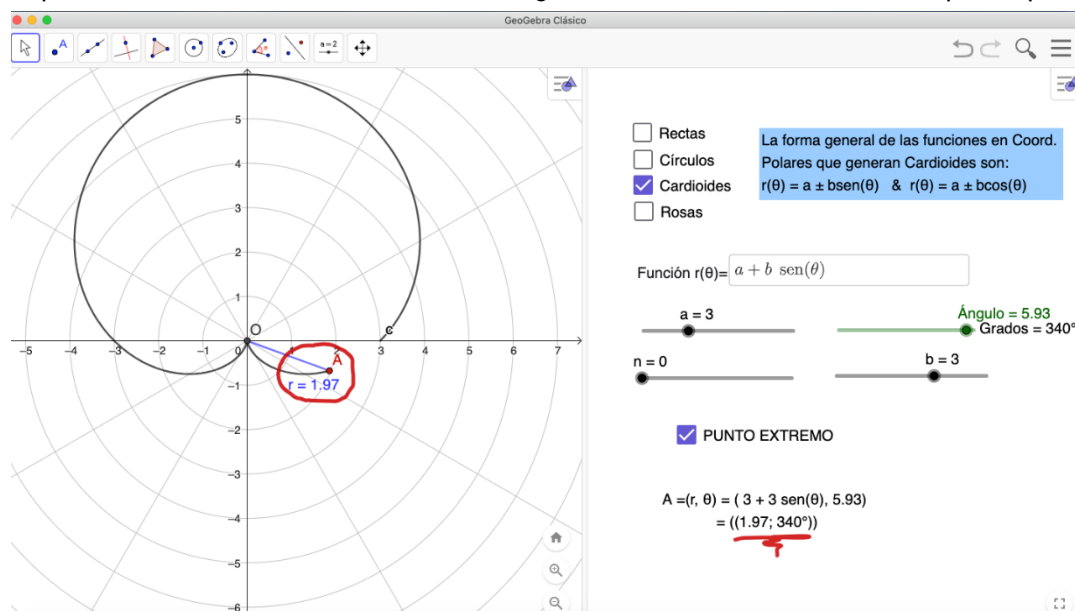
Al hacer clic en la casilla de control PUNTO EXTREMO y mover el deslizador de ángulo se tiene la gráfica de la función punto por punto mostrada en Figura 4. Los estudiantes pueden verificar el valor obtenido para cada pareja ordenada polar que conforman la gráfica en la calculadora.

Figura 4

Obtención de las parejas ordenadas en coordenadas polares

Fuente: Pantalla desde la aplicación de Geogebra.

A través de una serie de instrucciones y actividades, el profesor puede lograr que los estudiantes, en un tiempo relativamente corto, descubran una gran variedad de detalles finos que le permitan



bosquejar la gráfica de una función simplemente a partir de la ecuación en coordenadas polares. Entre estos detalles se incluyen la forma de la gráfica, los puntos de intersección con los ejes, el efecto de los parámetros involucrados, la orientación y las simetrías de la gráfica, así como el impacto del signo negativo en estos parámetros.

Las instrucciones y actividades deben ser descritas por el profesor en función de su estilo de enseñanza, la nomenclatura utilizada y su experiencia pedagógica.

El cierre de la estrategia se realiza con una guía para los estudiantes, mostrada en Figura 5, en la cual se presenta una lista de actividades que los estudiantes deben llevar a cabo para el desarrollo y evaluación del subtema de cardioides. De manera similar el profesor puede elaborar varias guías para los estudiantes para la evaluación de los subtemas de rectas, círculos y rosas de varios pétalos.

Figura 5

Guía para estudiantes

Fuente: elaboración propia.

USO DE LA APLICACIÓN “BOSQUEJO DE FUNCIONES POLARES”

SUBTEMA: *Gráfica de cardioides*

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

I) REALIZA LAS ACTIVIDADES INDICADAS POR EL PROFESOR.

1. Abrir la aplicación y seleccionar la opción cardioides.
2. Escribir la función $a + b \operatorname{sen}(\theta)$.
3. Posicionar los deslizadores en $a = 2$ y $b = 3$.
4. Mover el deslizador de ángulo.

II) SECCIÓN DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS. Lee cuidadosamente las preguntas y responde detalladamente.

5. Describe la gráfica obtenida.

6. ¿Qué representa en la gráfica el valor del parámetro a ?

7. Encuentra una relación de los puntos en los que la gráfica corta al eje vertical, con los valores de los parámetros a y b . Explica (si deseas modifica los valores de los parámetros).

8. Explica lo que sucede si $a < 0$ (negativo).

9. Explica lo que sucede si $b < 0$ (negativo).

10. ¿Qué sucede si se cambia la función $\operatorname{sen}(\theta)$ por $\cos(\theta)$?

11. Salga de la aplicación y con lo aprendido bosqueje la gráfica de las siguientes funciones polares.

a) $r(\theta) = -2 + 4 \cos(\theta)$

b) $r(\theta) = 6 + 4 \operatorname{sen}(\theta)$

c) $r(\theta) = -3 \cos(\theta)$

d) $r(\theta) = 2 \operatorname{sen}(\theta)$

Esta aplicación interactiva se ha probado con estudiantes sin proporcionarles instrucciones específicas para su uso. Solo con la exploración individual de la aplicación. Se observó que los estudiantes pueden desarrollar rápidamente la capacidad de bosquejar funciones en coordenadas polares de manera eficiente.

DESARROLLO

El presente estudio se sustenta en tres enfoques teóricos que ofrecen un marco interpretativo para comprender la efectividad de la estrategia didáctica empleada: el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984) y el constructivismo social (Vygotsky, 1978).

Desde la perspectiva de Ausubel, el aprendizaje es más efectivo cuando el nuevo conocimiento se integra de manera no arbitraria a estructuras previas relevantes. En el caso de las funciones polares, el uso de representaciones dinámicas en GeoGebra proporciona anclajes visuales que facilitan la comprensión de la relación entre la expresión trigonométrica y su representación gráfica.

El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb complementa esta visión al destacar la importancia del “hacer” y “reflexionar” en el proceso formativo. En esta estrategia, los estudiantes manipulan los parámetros de la función, observan el efecto en la gráfica y luego explican lo observado, lo que responde a las fases del ciclo de aprendizaje: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa.

Por su parte, el constructivismo social propuesto por Vygotsky aporta la noción de zona de desarrollo próximo, en la cual el aprendizaje ocurre mediante la interacción con otros. En esta intervención, los estudiantes colaboraron para resolver dificultades técnicas o conceptuales, y el docente actuó como mediador para guiar el proceso cognitivo, lo cual es especialmente relevante cuando se introducen herramientas tecnológicas nuevas.

Conceptos clave

Funciones polares: Son funciones matemáticas en las que cada punto del plano se determina mediante una distancia al origen (radio) y un ángulo respecto al eje polar. Representan una generalización importante de las coordenadas cartesianas y suelen ser complejas de graficar mediante métodos manuales. Su estudio involucra el análisis de simetría, intersecciones, periodicidad y comportamiento en diferentes cuadrantes.

GeoGebra: Es un software de matemáticas dinámicas que combina geometría, álgebra, cálculo y estadística en un entorno visual e interactivo. En educación matemática, GeoGebra ha demostrado ser eficaz en la representación de objetos abstractos, facilitando su comprensión, análisis y manipulación (Morales Chicana, 2023). En el caso específico de funciones polares, permite explorar visualmente la variación de las curvas al modificar parámetros en tiempo real.

Visualización matemática: Hace referencia a la capacidad del estudiante para interpretar, analizar y construir significados a partir de representaciones gráficas. La visualización es un componente esencial en el aprendizaje del cálculo y de las funciones no lineales, y se ve notablemente potenciada con el uso de entornos gráficos interactivos.

RESULTADOS

La estrategia didáctica implementada con GeoGebra permitió observar mejoras notables en la comprensión y representación de funciones polares por parte de los estudiantes. En la primera sección de la intervención, centrada en la manipulación de curvas mediante la aplicación digital, 27 de los 30 estudiantes pudieron completar las tareas de forma autónoma, mientras que 3 estudiantes necesitaron apoyo del profesor o sus compañeros. Todos lograron finalizar las actividades propuestas, lo cual evidencia una alta accesibilidad de la herramienta incluso entre quienes enfrentaron dificultades iniciales.

En la segunda sección, los estudiantes respondieron de forma individual una guía con preguntas abiertas relacionadas con el análisis de una función cardioide, incluyendo descripción de la gráfica, simetría, comportamiento con distintos signos y bosquejo de funciones similares. Los resultados mostraron un desempeño alto y consistente: entre 26 y 28 estudiantes respondieron correctamente cada una de las preguntas clave. Esto representa una tasa de acierto superior al 86 % en todos los ítems evaluados.

Para valorar el impacto de la estrategia, se compararon estos resultados con los desempeños históricos registrados por los profesores en semestres anteriores, donde los estudiantes abordaban este tema con métodos tradicionales de tabulación manual. En aquellos casos, el porcentaje estimado

de estudiantes que lograba representar correctamente las curvas era del 60 %. La comparación entre ambas condiciones se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1

Comparación entre estrategias

Actividad/Pregunta	Con GeoGebra	Sin GeoGebra (histórico estimado)	Diferencia
5. Describe la gráfica obtenida	27	18	9
6. ¿Qué representa en la gráfica el valor del parámetro a?	28	18	10
7. Encuentra una relación de los puntos en los que la gráfica corta al eje vertical, con los valores de los parámetros a y b. Explica (si deseas modificar los valores de los parámetros).	26	18	8
8. Explica lo que sucede si $a < 0$ (negativo).	28	18	10
9. Explica lo que sucede si $b < 0$ (negativo).	28	18	10
10. ¿Qué sucede si se cambia la función $\sin(\theta)$ por $\cos(\theta)$?	27	18	11
11. Salga de la aplicación y con lo aprendido bosqueje la gráfica de las siguientes funciones polares	28	18	13

Fuente: elaboración propia.

Estos datos sugieren una mejora sustancial en la capacidad de análisis y representación de funciones polares cuando se integra GeoGebra como herramienta didáctica. La diferencia promedio entre ambos enfoques fue de 9.3 estudiantes más por pregunta con respuestas correctas, lo cual respalda la efectividad de la estrategia no solo en términos de desempeño individual, sino también en la comprensión del tema.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la implementación de GeoGebra como herramienta de apoyo en la enseñanza de funciones polares tuvo un efecto positivo en la comprensión gráfica y conceptual de este tema entre estudiantes de ingeniería. En particular, se observó una mejora significativa en la identificación de propiedades como simetría, intersecciones con los ejes y comportamiento de la función, lo cual representa un avance respecto a lo documentado en semestres anteriores mediante métodos tradicionales.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos realizados en contextos latinoamericanos que han demostrado la utilidad de GeoGebra en la enseñanza de matemáticas avanzadas, especialmente en visualización de funciones complejas (Chisag Pallmary et al., 2025). En el caso específico de funciones polares, el uso de representaciones dinámicas facilita la construcción de significado al permitir que el estudiante observe en tiempo real cómo los cambios en los parámetros afectan la forma y orientación de la gráfica.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), la visualización interactiva ofrece anclajes cognitivos que permiten a los estudiantes conectar los nuevos conceptos con sus estructuras previas. Esto es particularmente relevante en el caso de funciones polares, donde el cambio de sistema

de coordenadas genera inicialmente una barrera conceptual. Al interactuar con los elementos gráficos, el estudiante no solo adquiere conocimiento declarativo, sino que lo transforma en conocimiento procedimental, como lo sugiere Kolb (1984) en su teoría del aprendizaje experiencial.

Además, la mejora en el rendimiento observada en los estudiantes que utilizaron GeoGebra puede interpretarse también desde el enfoque del constructivismo social (Vygotsky, 1978), ya que la interacción entre pares y la mediación del docente jugaron un papel clave en la resolución de las tareas. El hecho de que los tres estudiantes con dificultades iniciales pudieran completar exitosamente la actividad mediante apoyo colaborativo resalta el valor de este tipo de entornos como espacios de aprendizaje compartido.

Por otra parte, la comparación con resultados históricos confirma que el enfoque tradicional, basado en la tabulación punto por punto, no logra los mismos niveles de comprensión. La repetición mecánica de cálculos sin una visualización clara suele derivar en errores y frustración, especialmente en estudiantes que no dominan aún la interpretación trigonométrica de las funciones. En cambio, la estrategia propuesta permitió abordar el contenido desde una lógica inductiva, donde la exploración precede a la formalización.

La evidencia empírica respalda el potencial del uso de GeoGebra para transformar la enseñanza de temas complejos en el ámbito universitario, tanto por el aumento del rendimiento observado como por la mejora en la actitud y motivación de los estudiantes. No obstante, es importante reconocer que estos resultados se obtuvieron en un solo grupo y bajo condiciones particulares, por lo que futuras investigaciones podrían extender el análisis a más contextos, comparar distintos tipos de funciones y explorar el impacto a largo plazo.

CONCLUSIÓN

Los resultados de esta experiencia muestran que el uso de GeoGebra como recurso didáctico contribuye significativamente a mejorar la comprensión de funciones polares en estudiantes de ingeniería. A través de una estrategia de exploración dinámica guiada, los estudiantes lograron identificar y representar propiedades clave de las curvas polares con mayor precisión y confianza que mediante los métodos tradicionales basados en tabulación manual.

La propuesta facilitó la visualización de conceptos abstractos, y además promovió el aprendizaje colaborativo y autónomo, elementos necesarios en la formación matemática en educación superior. La diferencia en el desempeño respecto a experiencias previas sin el uso de tecnología evidencia que las herramientas digitales, bien integradas al proceso pedagógico, actúan como mediadoras del conocimiento.

Como línea futura de investigación, se sugiere aplicar esta estrategia en otros grupos o instituciones, explorar su efecto en diferentes tipos de funciones (rosas, lemniscatas, espirales), y complementar el análisis con instrumentos cualitativos que permitan profundizar en la percepción del estudiante sobre su aprendizaje.

REFERENCIAS

Ausubel, D. (1983). Teoría del Aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF – academia.edu

https://www.academia.edu/10820341/TEOR%C3%8DA_DEL_APRENDIZJE_SIGNIFICATIVO_TEORIA_DEL_APRENDIZAJE_SIGNIFICATIVO

Batiibwe, M. S. (2024). Integration of GeoGebra in Learning Mathematics: Benefits and Challenges. East African Journal of Education Studies, 7(4), 684-697. <https://doi.org/10.37284/eajes.7.4.2454>

Cenas Chacón, F.Y., Blaz Fernández, F.E., Gamboa Ferrer, L.R., y Castro Mendocilla, W.E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación. 5(18), 382–390. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>

Gaona Jiménez, S., y Guerrero Ramírez, S.. (2022). GeoGebra para el aprendizaje de modelación matemática en ingeniería: estudio de caso (modalidad en línea). RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12(24), e058. Epub 15 de agosto de 2022. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1228>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.

Kolb, D.A. (1984). Experiential Learning: Experience k the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development

Morales Chicana, L., Zuta Velayarse, L., Solis Trujillo, B., Fernández Otoy, F., y García González, M. (2023). El uso del Software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. Referencia Pedagógica, 11(1), 2-13. Epub 30 de junio de 2023. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-30422023000100002&lng=es&tlng=es

Ortiz Hermosillo, C. A. (2022). Las ecuaciones polares en la naturaleza: uso de GeoGebra como herramienta para su análisis. Revista ANFEI, 9(14). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/858>

Chisag Pallmay, E. R., Lara Núñez, J. J., Garces Villegas, P. A., Alvarez Chapalbay, M. de las M., & Ramírez Silva, F. J. (2025). Implementación de la herramienta GeoGebra Classroom para la comprensión de conceptos geométricos y trigonométricos. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades 6 (2), 3139 – 3154. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3894>

Vygotsky, L. S. (1978). Mind y Society: The Development of Higher Psychological processes. Harvard University Press

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) .