

ppi 201502ZU4659

Esta publicación científica en formato digital es
continuidad de la revista impresa

ISSN 0254 -0770 / e-ISSN 2477-9377 / Depósito legal pp 197802ZU38



REVISTA TÉCNICA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Una Revista Internacional Arbitrada
que está indizada en las publicaciones
de referencia y comentarios:

- REDALYC
- REDIB
- SCIELO
- DRJI
- INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL
- LATINDEX
- DOAJ
- REVENCYT
- CHEMICAL ABSTRACT
- MIAR
- AEROSPACE DATABASE
- CIVIL ENGINEERING ABTRACTS
- METADEX
- COMMUNICATION ABSTRACTS
- ZENTRALBLATT MATH, ZBMATH
- ACTUALIDAD IBEROAMERICANA
- BIBLAT
- PERIODICA

UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Dr. Humberto Fernández Morán
"Mis luchas son las del Quijote,
batallas que uno pierde, pero
gana la causa".



Estrategias creativas para el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en estudiantes de ingeniería

Jorge Luis Romero Chacín¹  Rosario Mireya Romero-Parra² 
Luis Andrés Barboza Arenas³  Luis José Vera Guadrón² 

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Continental, Perú.

² Escuela de Posgrado de la Universidad San Ignacio de Loyola (USIL), Perú

³ Programa de Segunda Especialidad, Universidad Cesar Vallejo, Perú.

⁴ Programa de Doctorado, Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín. Maracaibo, 4002, Venezuela.

Autor de correspondencia: jromeroch@continental.edu.pe

<https://doi.org/10.22209/rt.v47a06>

Recepción: 30 mayo 2024 | Aceptación: 05 noviembre 2024 | Publicación: 16 diciembre 2024.

Resumen

Actualmente, la formación universitaria se enfrenta a diversos obstáculos, resultado de varios elementos que intervienen en el proceso de enseñanza, entre los más comunes se encuentran las dificultades para el logro de un aprendizaje significativo en materias como Física, Matemática, etc. Por ello, el estudio tuvo como objetivo comprobar el efecto del uso de estrategias creativas para el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en alumnos de ingeniería utilizando el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas. La investigación se fundamentó en el enfoque cuantitativo, el tipo de estudio fue explicativo con diseño cuasiexperimental. La muestra la constituyeron 64 alumnos de la asignatura Cálculo III de Ingeniería de la Universidad Continental. Con el análisis de los datos se confirmó la hipótesis de investigación, concluyendo que el uso del programa MATLAB, como estrategia creativa, favorece el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables o con entrada de varios números de forma significativa en los estudiantes de ingeniería, evidenciándose la importancia que juegan los recursos tecnológicos en el aprendizaje significativo por descubrimiento, donde el computador actúa como vía facilitadora de la evolución de los procesos cognoscitivos

Palabras clave: Aprendizaje; análisis de varianza; estrategia de aprendizaje; enseñanza de ingeniería.

Creative strategies for the meaningful learning of the graphs of functions of several variables in engineering students

Abstract

Currently, university education faces several obstacles, as a result of several elements involved in the teaching process, among the most common are the difficulties in achieving meaningful learning in subjects such as Physics, Mathematics, etc. Therefore, the study aimed to test the effect of the use of creative strategies for the meaningful learning of the graphs of functions of several variables in engineering students using the MATLAB program and the process-centered didactics with Pólya's model to solve problems. The research was based on the quantitative approach,

the type of study was explanatory with a quasi-experimental design. The sample consisted of 64 students of the course Calculus III of Engineering of the Continental University. With the analysis of the data, the research hypothesis was confirmed, concluding that the use of the MATLAB program, as a creative strategy, favors the significant learning of the graphs of functions of several variables or with input of several numbers in a significant way in engineering students, evidencing the importance that technological resources play in the significant learning by discovery, where the computer acts as a facilitating way for the evolution of cognitive processes.

Keywords: Learning; analysis of variance; learning strategy; engineering education.

Estratégias criativas para aprendizagem significativa de gráficos de funções de diversas variáveis em estudantes de engenharia

Resumo

Atualmente, o ensino universitário enfrenta vários obstáculos, fruto de vários elementos que intervêm no processo de ensino, entre os mais comuns estão as dificuldades em alcançar aprendizagens significativas em disciplinas como Física, Matemática, etc. Portanto, o estudo teve como objetivo verificar o efeito do uso de estratégias criativas para a aprendizagem significativa de gráficos de funções de diversas variáveis em estudantes de engenharia utilizando o programa MATLAB e didática focada em processos com o modelo Pólya para resolução de problemas. A pesquisa baseou-se na abordagem quantitativa, o tipo de estudo foi explicativo com desenho quase experimental. A amostra foi composta por 64 alunos da disciplina Engenharia de Cálculo III da Universidade Continental. Com a análise dos dados, a hipótese da pesquisa foi confirmada, concluindo que a utilização do programa MATLAB, como estratégia criativa, favorece a aprendizagem significativa de gráficos de funções de diversas variáveis ou com entrada de vários números de forma significativa no estudantes de engenharia, evidenciando a importância que os recursos tecnológicos desempenham na aprendizagem significativa por meio da descoberta, onde o computador atua como facilitador da evolução dos processos cognitivos.

Palavras-chave: Aprendizado; análise de variância; estratégia de aprendizagem; educação em engenharia.

Introducción

El proceso de formación universitaria y de preparación, en la actualidad hace frente a numerosos obstáculos, consecuencia de distintos elementos entre los que se encuentran: la baja productividad académica y la deserción escolar; siendo el primero el más predominante en materias como Física, Matemática, Química y otras del área científica (Romero, 2016; Romero et al., 2022).

Asimismo, en cuanto a la instrucción de la Matemática, la misma se ve forzada especialmente por la manera en cómo se ha venido administrando por parte de los educadores, debido a que éstos se han entregado a utilizarla como un instrumento viable en la persecución de una sucesión de pasos o aplicación de ecuaciones que producen una resolución de ejercicios de manera mecánica y repetitiva, siendo omitidos y rechazando las destrezas de la reflexión lógica consecuente (Fernández y Andrade, 2021).

El escenario descrito se evidencia en todos los grados y categorías del sistema educativo (Carriazo et al., 2020). Es importante señalar que, en las instituciones universitarias, el problema es más agudo debido al nivel de exigencia y el grado de dificultad de las asignaturas, sobre todo en carreras como la Ingeniería (Romero, 2016), donde el estudio del cálculo requiere un mayor análisis, comprensión e interpretación. Esto lleva a los profesores a la búsqueda de nuevas estrategias para el aprendizaje, mediante el razonamiento científico, según Sua y Camargo (2019:13), es un proceso cognitivo y social mediante el cual se aborda un fenómeno del campo de las ciencias (o un hecho del campo de las matemáticas) con miras a entenderlo, explicarlo y hacerlo parte del bagaje teórico propio. Cabe agregar, que el estudio realizado por Fernández (2019), indica que la inserción del MATLAB y la contribución en clases de refuerzos para el aprendizaje genera un grado de productividad académica constante, debido a que, mediante el uso de este recurso, los estudiantes realizan sus tareas y actividades programadas con mayor facilidad.

Es importante destacar que la Matemática siempre ha desempeñado un papel relevante en el desarrollo de conceptos, percepciones, nociones y opiniones fundamentales en el cálculo diferencial e integral (Lemus, 2018). Además, su uso se ve ampliado con el programa MATLAB, el cual permite desplegar contenidos para el esclarecimiento geométrico y obtener deducciones poderosas a través de simulaciones dinámicas o animadas. Estas simulaciones representan un recurso didáctico invaluable para la enseñanza del cálculo.

Es evidente que las estrategias y el uso de herramientas tecnológicas contribuyen a mejorar el aprendizaje. Según Vergara et al. (2016), la utilización de MATLAB como instrumento en computación, favorece la formación y planificación de ciertos contenidos de matemática con ecuaciones lineales, lo que ayuda a optimizar la productividad académica de los educandos en sus procesos de aprendizaje.

Es relevante señalar que en el estudio realizado por Anchundia-Bailón y Sánchez-Acosta (2020), sobre el empleo del programa MATLAB para mejorar la productividad académica en los estudiantes, este programa no solo les permitió resolver problemas, sino que también les brindó una pauta lógica, lo cual influyó en su experiencia, cognición y comportamiento de forma colaborativa. En el grupo experimental, se encontró que el 75% de los estudiantes fueron aprobados y el 25% fueron reprobados, al comparar con los resultados del grupo control, las diferencias son significativas y demuestran que las estrategias creativas que involucran el uso de tecnología facilitan la generación aprendizaje en los estudiantes.

Cabe agregar, que en la enseñanza de la Matemática y del Cálculo en las universidades se encuentran numerosas dificultades para el logro de un aprendizaje significativo, como consecuencia del elevado nivel de abstracción de ciertos contenidos y a lo complejo que puede resultar la solución de ejercicios que involucran una sucesión de algoritmos muy amplios. Por ello, es importante integrar la tecnología al aprendizaje, implicando una transformación del patrón de enseñanza clásica, centralizada en el educador y en la transferencia de saberes, por una aceptación de una perspectiva de los elementos socioconstructivistas en la práctica didáctica para el logro de un aprendizaje significativo.

Lo anteriormente descrito implica que el uso de recursos tecnológicos favorece los procesos de resolución de problemas. Según Cenich et al. (2020:54), se enfatiza el potencial de las tecnologías de la información y la comunicación para promover mejoras en las prácticas educativas. La integración de distintos sistemas simbólicos — lenguaje oral, escrito, gráfico y numérico— imágenes estáticas y en movimiento, constituyen herramientas que promueven el aprendizaje, al ser utilizadas por los profesores.

En efecto, al examinar las dificultades de lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes de Matemática en el nivel de educación superior, se considera importante incorporar estrategias creativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese orden de ideas, Morlá et al. (2018), evidenciaron que, si el docente utiliza estrategias didácticas basadas en la inventiva y la creatividad, éstas tienen reciprocidad inmediata en la evolución del pensamiento creativo de los educandos y por ende en el logro de los aprendizajes significativos, ya que se les hace más fácil concretar la internalización de los conocimientos.

En relación con lo descrito, los profesores se enfrentan a las dificultades que se presentan cuando se quiere representar gráficamente las funciones de dos o más variables, dado que en la mayoría de los casos no es posible con los métodos tradicionales, lo que constituye un verdadero problema para los estudiantes de ingeniería (Kadijevich, 2018; Galewski y Lompies, 2022; Kitover y Orhon, 2023). Por ello, es importante utilizar la creatividad y/o el software MATLAB, tal como lo aplicó Taipe (2019), quien determinó su efectividad, con la finalidad de mejorar la productividad académica de los educandos, el grupo de estudio obtuvo un nivel excelente, mejorando notablemente la calidad en el rendimiento académico.

Es importante destacar, que durante el periodo académico 2019-20, el índice de estudiantes reprobados en la asignatura de Cálculo III de Ingeniería de la Universidad Continental fue del 71%, mientras que en el periodo 2020-10 alcanzó el 65% y en el II - 2021 se obtuvo un resultado del 70%. Estos índices se vieron aún más afectados por el aislamiento debido a la pandemia de Covid-19. Por otro lado, el porcentaje de estudiantes aprobados solo llegó al 29%, 35% y 30% respectivamente (Romero, 2021). Estos resultados se mencionan en el informe presentado por los profesores responsables de la asignatura, lo cual indica una falta de comprensión de los contenidos al momento de su aplicación.

En ese orden de ideas, el hecho de tener la posibilidad de manifestar a los educandos que las Matemáticas no son únicamente un acumulado de teoremas, esclarecimientos y exposiciones, la mayoría de las veces de difícil intuición, sino que se encuentran en correspondencia con los novísimos y renovadores progresos informáticos que son de gran utilidad en diferentes áreas. Por ello, programas como el MATLAB, favorecen considerablemente los cálculos y admiten la concepción de cuantiosos problemas planteados con anterioridad. En ese sentido, el estudio tuvo como objetivo comprobar el efecto del uso de estrategias creativas para el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en alumnos de ingeniería utilizando el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas.

Revisión de Literatura

Estrategias creativas

Las estrategias creativas es el conjunto de métodos, técnicas y recursos empleados de manera creativa e innovadora para promover el ingenio en los estudiantes (Romero et al., 2022). En las universidades se desea estimular la imaginación y creatividad como algo atractivo y como consecuencia del aprendizaje pronosticado. De acuerdo con Morla et al. (2018:102), se debe promover la reflexión creativa mediante metodologías que fortalezcan el trabajo colaborativo y que cada individuo tenga la posibilidad de exteriorizar su capacidad creativa, debido a que cada individuo posee la facultad de ser creativo en una o muchas otras disciplinas.

Por ello, los profesores al considerar que la práctica reflexiva es fundamental en el aprendizaje, al realizar ejercicios continuos de participación, dominio del contenido, emprendedor y colaborativo mediante trabajos en equipos, facilitando el desarrollo de la creatividad en los educandos, debido a que se vuelven mucho más flexibles a las conductas de peligro y su creatividad se amplifica (Palmas-Pérez, 2018; Romero et al., 2021). En ese sentido, las estrategias creativas son proyectadas por el profesor tomando en cuenta la opinión de los educandos para ser manipuladas de manera enérgica, favoreciendo la contribución recíproca en la promoción del aprendizaje.

El Programa MATLAB como herramienta didáctica de las estrategias creativas

El MATLAB es un medio de informática práctica el cual facilita, según Fernández (2019) la ejecución rápida y precisa de análisis y modelado, y cuenta con características gráficas y de visualización avanzadas, ideales para el trabajo científico y la ingeniería. Además, se basa en un lenguaje de programación altamente desarrollado que se sustenta en vectores y matrices. Gracias a esto, se puede mejorar con una amplia gama de herramientas que permiten realizar operaciones específicas y adaptaciones en diversas ramas de la ingeniería y las ciencias que involucren cálculos matemáticos avanzados y representación gráfica.

En ese sentido, el MATLAB integra de manera análoga y sin nada de fallas, los requerimientos esenciales de un sistema de computación técnico: gráficos, cálculo numérico, instrumentos para aplicaciones determinadas y capacidad de elaboración en variadas plataformas. Esta familia de productos suministra al educando una vía de carácter única, para la resolución de problemas difíciles y complejos. Esto con un lenguaje interactivo, les brinda a estudiantes, científicos e ingenieros la oportunidad de exteriorizar sus principios técnicos con facilidad y con una extensa categoría de instrumentos para modelar sistema de controles, simulación, análisis y procesamiento de prototipos, excelente para ampliar sistemas avanzados de control.

Modelo didáctico de Pólya para resolver problemas

El modelo didáctico de Pólya se basa en un enfoque heurístico, fomentando el pensamiento creativo y flexible, así como la persistencia en la búsqueda de soluciones y enfatizando en la importancia de razonar, justificar y comunicar los resultados de manera clara (Saucedo et al., 2019; Arriaga et al., 2022; Cox et al., 2023).

El modelo consta de cuatro fases fundamentales, expuestas por Pólya (1989): en primer lugar, se debe comprender el problema, antes de comenzar a resolverlo, esto implica leer y comprender el enunciado del problema e identificar la información dada. Posteriormente en el siguiente paso, se debe planificar una estrategia, una vez que se comprende el problema, se deben generar diferentes estrategias posibles para resolverlo. Como tercer paso corresponde ejecutar el plan, en esta etapa se lleva a cabo la estrategia seleccionada. Se aplican los conocimientos y habilidades matemáticas necesarias para resolver el problema y se realiza el cálculo o la operación correspondiente. Y por último, se debe reflexionar sobre la solución (Zenteno, 2017). Este enfoque heurístico proporciona una estructura clara y sistemática para abordar problemas matemáticos, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para los educadores y estudiantes.

Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo se genera cuando los temas se corresponden de forma no parcial y esencial (no textual) con lo que el estudiante ya conoce (Mata, 2017; Moreira, 2017; López y Soler, 2021); como, por ejemplo, un símbolo, una imagen ya sobresaliente, un argumento, una propuesta. Ausubel et al. (2014), muestran que el conocimiento es ordenado en manera de trama concreta de significaciones. En efecto, el aprendizaje se origina de manera significativa, cuando la nueva información o idea es asociada con los conocimientos previos que el estudiante tiene en su estructura cognoscitiva y logra realizar la internalización de lo aprendido aplicándolo a diversos contextos.

Materiales y Métodos

La investigación se efectuó bajo la perspectiva epistemológica positivista, de tipo explicativa, según Hernández et al. (2014), porque procura instituir las causas de los sucesos, eventos o fenómenos. El objetivo es comprobar el efecto del uso de estrategias creativas en el aprendizaje de las gráficas de funciones de varias variables en los estudiantes de ingeniería, utilizando como herramienta el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas.

Cabe agregar, que el diseño de la investigación es cuasiexperimental, pues se estudia el uso de estrategias creativas (variable independiente) utilizando el programa MATLAB como herramienta y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas, con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo (variable dependiente) en el estudio de las gráficas de funciones de varias variables. A fin de lograr dicha finalidad se analizaron las probables correspondencias de causa-efecto, al adaptar una estrategia creada para ser aplicada como tratamiento experimental en el grupo de estudio.

En efecto, la investigación contó con dos grupos, uno control y otro experimental o de estudio, al inicio se aplica un pretest en ambos grupos, luego el segundo grupo recibió el tratamiento con las estrategias creativas y posteriormente se aplica el posttest para evaluar el aprendizaje de las gráficas de funciones de varias variables en ambos grupos. Se aplicó la prueba t de Student, para realizar la comprobación de las deducciones. Por otro lado, el estudio es de campo debido a que fue realizado en la zona donde acontecen los hechos, es decir, en los alumnos del curso Cálculo III de Ingeniería de la Universidad Continental de la filial de Cusco del Perú.

Participantes

La población objetivo, se conformó por 810 estudiantes del periodo académico 2022-20 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental de la filial de Cusco de Perú. La muestra quedó constituida por 64 estudiantes del curso de Cálculo III de Ingeniería de dos secciones conformadas por 32 estudiantes cada una, una constituyó el grupo control y la otra el experimental, debido a que para el desarrollo una investigación con diseño cuasiexperimental no se seleccionan los grupos experimentales de forma aleatoria, sino que se escogen grupos ya formados.

Instrumento

El instrumento utilizado para la recolección de información del estudio fue una prueba de conocimiento sobre las gráficas de funciones de varias variables o con entrada de varios números, que sirvió como pretest y posttest, y tiene una escala de calificación del 0 al 10. Cabe agregar, que para la validez del instrumento se consideraron: la prueba de validez discriminante, la prueba t previa a la ejecución de un estudio piloto, y juicios emitidos por expertos en el área.

Procedimientos

La investigación trasciende a lo descriptivo, buscando responder por las causas y analizar las condiciones en que se manifiestan las dos variables, se cuantificó estadísticamente la ganancia de aprendizaje de las gráficas de funciones de varias variables en estudiantes, los datos conseguidos fueron procesados con el software SPSS.

Cabe agregar que en el proceso y análisis de la información, se consideraron los conocimientos previos que presentan los estudiantes sobre los contenidos relacionados con funciones de varias variables, de la asignatura de Cálculo III de Ingeniería de la Universidad Continental. Para ello, se aplicó la prueba de pretest, estructurada con base a los contenidos de cálculo diferencial y geometría, que forman parte de los prerrequisitos mínimos que todo estudiante debe conocer para obtener un aprendizaje significativo en las gráficas de funciones de más de una variable.

La mencionada prueba se aplicó tanto al grupo experimental y al control, para determinar el grado de formación previo de los educandos. También se estudió la homogeneidad de los grupos.

En el desarrollo de la investigación se consideran tres etapas para la ejecución de estrategias creativas, con el fin de lograr el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables o multivariantes, estas etapas se describen a continuación:

- La primera etapa está orientada a la incentivación del uso de las estrategias creativas, para lograr despertar el interés de los estudiantes mediante la motivación del grupo experimental.

- La segunda es la etapa de ejecución de la estrategia (solo al grupo experimental), siendo encaminada hacia el uso adecuado de los comandos del programa MATLAB, juntamente con los contenidos afines con el cálculo de funciones de varias variables. Se detalla a continuación la estrategia de enseñanza empleada en la investigación; para el diseño de esta estrategia se tomaron en cuenta tres fases durante el proceso de investigación, que fueron:

- a. La fase de diagnóstico: consistió en la aplicación de una prueba de conocimiento, que estuvo elaborada con base a contenidos correspondientes al Cálculo III. Se consideraron los tópicos referentes a funciones en dos dimensiones, el estudio de las cónicas y características de las representaciones gráficas que el alumno debe conocer para lograr el estudio de las funciones de dos o más variables.

- b. Fase de estudio del programa: luego de tener claro el nivel de conocimiento inicial y reforzar en aquellos contenidos en los cuales presentaron deficiencia los estudiantes, se procedió a la presentación del programa MATLAB y su aplicación en la graficación de funciones de más de una variable. En este caso se estudiaron los comandos utilizados en MATLAB como lo fueron:

- Command window: En el cual se copian las funciones a graficar, con algunas características que este comando exige.

- Command History: En esta parte el programa guarda el registro de las operaciones realizadas en el command window, tanto las correctas como incorrectas, lo cual permitió la evaluación constante de los estudiantes en el manejo de la herramienta.

- Otras funciones como: File, edit, debug, desktop, window y help, las cuales permiten editar imágenes, copiar imágenes, girar e identificar, entre otras.

- c. Fase de diseño y ejecución: Una vez manejado el programa MATLAB, se procedió al diseño de la estrategia, la cual se ejecutó con ayuda del programa Microsoft office PowerPoint 2007. En ella se presentaron los comandos y pasos imprescindibles para la graficación de las curvas de nivel, superficies de nivel, contornos, así como las gráficas de diversas funciones; esta presentación se realizó simultáneamente con el apoyo de la herramienta del MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas. Es relevante señalar que, el desarrollo de contenidos con los estudiantes del grupo control se realiza sin la aplicación de las estrategias creativas, ya que se desarrolla en su entorno natural y controlado.

Con la puesta en práctica de esta estrategia (aplicada solo en el grupo experimental), el alumno tuvo la oportunidad de poder visualizar algunas gráficas de funciones tanto clásicas como abstractas entre las que se pueden citar: el paraboloides hiperbólico presentado en la Figura 1, la gráfica de la función $f(x) = \sin(y+x)$, mostrada en la Figura 2, por citar algunas.

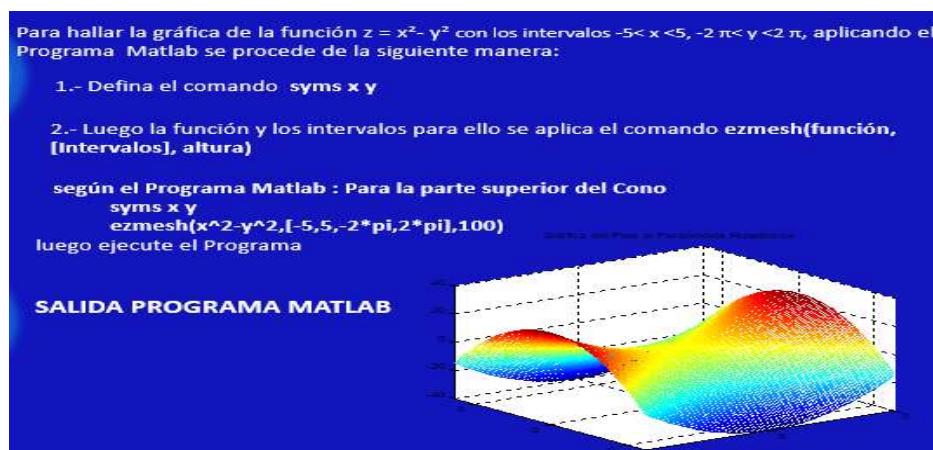
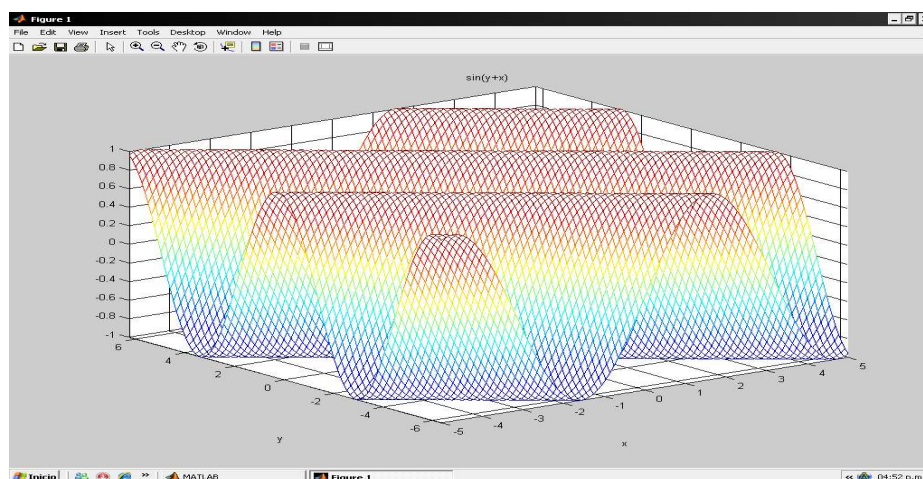


Figura 1. Paraboloide Hiperbólico

Figura 2. Función $f(x) = \text{Sen}(y+x)$

- La tercera etapa, corresponde a la aplicación del postest, al finalizar el ciclo académico se realiza la evaluación de los aprendizajes de las gráficas de funciones de varias variables o multivariantes, en ambos grupos (grupo experimental y control), para comparar los resultados obtenidos luego de la aplicación de las estrategias creativas en el grupo experimental.

Además, se tuvieron en cuenta los instrumentos utilizados para llevar a cabo el procesamiento de la información recopilada, como programas de análisis de datos, software estadístico y técnicas de codificación. Esta etapa resultó fundamental para lograr una comprensión más profunda de la relación entre los diferentes elementos de estudio. Para la confiabilidad del instrumento, a saber, la prueba de conocimiento, se empleó el coeficiente de Alpha Cronbach, con soporte de la estadística en las Ciencias Sociales (SPSS) consiguiendo un resultado de 0.8642, indicando según el baremo planteado por George y Mallery (2019) que el instrumento es bueno.

La hipótesis de investigación planteada fue la siguiente:

- Con el uso de estrategias creativas utilizando como herramienta el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas se logra un aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en los estudiantes de ingeniería.

Resultados y Discusión

Los resultados se establecieron considerando el objetivo orientado a determinar el efecto del uso de estrategias creativas para el aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en los educandos de la asignatura de Cálculo III de Ingeniería de la Universidad Continental.

Tabla 1. Estadísticos obtenidos de la aplicación del pretest en ambos grupos: control y experimental

	Grupos	N	Media	Desviación típica	Error típ. de la media
Calificaciones obtenidas durante la aplicación de la prueba de pretest	Grupo Control	32	2,25	,76	,13
	Grupo Experimental	32	2,06	,80	,14

En la tabla 1, se puede observar una aproximación de igualdad entre las medias obtenidas, también se correlacionan las desviaciones y el error típico. Para verificar la igualdad de medias se aplicó la prueba t – Student, se obtuvo un sig. > 0,05, lo cual muestra que no hay diferencias reveladoras entre las calificaciones logradas por los estudiantes a lo largo de la aplicación del pretest y en consecuencia se concluye que los grupos en estudio son homogéneos. Al aplicar la prueba de Levene se tiene un valor de sig. = 0.66 se concluye que los grupos en estudio son homogéneos.

En relación con el resultado de los saberes previos, las medias obtenidas por ambos grupos fueron de 2.25 en el grupo control y de 2.06 el experimental, ubicados ambos en muy baja, lo que determinó que los estudiantes presentaron deficiencias significativas en cuanto al manejo de prerrequisitos al momento de cursar la asignatura de Cálculo III.

Luego, se desarrollan las estrategias creativas utilizando como herramienta el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas en los estudiantes del grupo experimental y posteriormente se aplica el posttest en ambos grupos. En este caso, se tomaron en cuenta los resultados conseguidos de las calificaciones arrojadas de la aplicación de la prueba de posttest, considerando la hipótesis estadística planteada anteriormente.

Al procesar los datos analizados con el Programa SPSS, se lograron los siguientes resultados expuestos en la tabla 2.

Tabla 2. Estadísticos obtenidos de la aplicación del posttest en ambos grupos: control y experimental

	Grupos	N	Media	Desviación típica	Error típ. de la media
Calificaciones obtenidas durante la aplicación de la prueba de posttest	Grupo Control	32	6,74	2,70	,48
	Grupo Experimental	32	9,28	3,68	,65

En la tabla 2 se aprecia la discrepancia entre las medias obtenidas posterior a la aplicación de la estrategia, es evidente que las derivaciones fueron de 6,74 en el grupo control y de 9.28 para el de estudio o experimental. Sin embargo, al ver las deducciones de la aplicación de la prueba t Student mediante la aplicación del programa SPSS, específicamente lo relacionado a la prueba de contrastes de medias en ambos grupos se puede apreciar que se obtuvo un sig. bilateral de 0.000, es decir, sig. < α en consecuencia, se acepta la hipótesis de investigación planteada, por lo que se puede precisar que con el uso de estrategias creativas utilizando como herramienta el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas, se logra un aprendizaje significativo de las gráficas de funciones de varias variables en los estudiantes de ingeniería.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Taipei (2019) en su investigación al determinar los efectos del software MATLAB en la ejecución del cálculo diferencial, planteando que el empleo de este software

apoya mucho para que el alumno desarrolle cálculos de derivada de funciones y sus respectivas gráficas y por supuesto pueda realizar las interpretaciones de manera pertinente, debido a que las derivaciones de su estudio revelan que el rendimiento de los alumnos que emplean el software MATLAB es elocuentemente mayor a los que ejecutan los cálculos de las derivadas de manera tradicional. Asimismo, los hallazgos reportados por el estudio de Fernández (2019) también son similares, ya que indican que la inserción del MATLAB en las clases fortalece la erudición y favorece el perfeccionamiento del grado académico de los estudiantes de Ingeniería.

Además, el estudio de Lemus (2018), suministra herramientas y metodologías básicas de aplicación sencilla, usando el software MATLAB, desarrollando temas como la definición geométrica de derivada y la integral definida. Mediante éstos, se pueden lograr resultados muy eficaces en simulaciones dinámicas, sirviendo de recurso y apoyo didáctico, y por ende facilitando el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo. Equivalentemente, los resultados del estudio de Vergara et al. (2016) sientan los cimientos para que en cada uno de los cursos de matemáticas, se emplee no solo este software, sino que educador y educando utilicen las diferentes herramientas que les ofrece las tecnologías para optimar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y así se conviertan en herramientas que favorezcan la obtención de aprendizajes significativos.

Por otra parte, en cuanto al estudio de las gráficas en Matemáticas, la mayoría de los estudios reportan coincidencias señalando que se presentan diversas dificultades en el aprendizaje de los estudiantes y estas dificultades pueden surgir tanto a nivel conceptual como técnico, tal es el caso del estudio de Arce y Ortega (2014) quienes indican que uno de los desafíos más comunes es la correcta interpretación de la información que se representa en una gráfica. Generalmente, los estudiantes pueden tener dificultad para comprender los diferentes elementos de una gráfica e identificar correctamente el tipo de gráfica que se está utilizando, lo cual puede llevar a interpretaciones erróneas de los datos representados. También, la investigación de Díaz et al. (2015) reporta que los estudiantes pueden encontrar complicaciones para comprender cómo se relacionan los valores representados en la gráfica con la escala utilizada. Esto puede llevar a errores en la interpretación de los datos y en la toma de decisiones basadas en la gráfica.

Por otro lado, se tienen los hallazgos del estudio de Paragua-Morales et al. (2021) los cuales están alineados con los de la presente investigación, cuando reportan que para comprender y analizar adecuadamente una gráfica, los estudiantes necesitan tener una comprensión sólida de los conceptos matemáticos subyacentes, como las funciones, la variable independiente y la variable dependiente, las relaciones de proporcionalidad, entre otros; la falta de comprensión de estos conceptos puede dificultar el estudio de las gráficas y limitar la capacidad de análisis y resolución de problemas relacionados. En efecto, el estudio de las gráficas en matemáticas presenta diversas dificultades con relación a la interpretación de la información, el reconocimiento de los tipos de gráficas, el manejo de escalas, la utilización de herramientas adecuadas y la comprensión de los conceptos subyacentes (Bartoli y Timpanella, 2023). Superar estas dificultades requiere el empleo de estrategias pertinentes, así como una sólida comprensión de los conceptos y una práctica adecuada en la construcción y el análisis de las gráficas.

Así mismo, los resultados presentan similitudes con los reportados por Sánchez et al. (2015), ya que en sus hallazgos indican que solo un pequeño grupo de individuos presenta las cualidades necesarias para el aprendizaje significativo y el razonamiento formal, logrando así sobresalir académicamente. Igualmente, los resultados de la investigación de Lanuza (2020) respaldan el modelo didáctico implementado, poniendo énfasis en la importancia de observar los procesos cognitivos de los estudiantes, así como en la habilidad del docente para manejar la inteligencia emocional en el aula y fomentar la creatividad, innovación y motivación necesarias para desarrollar las competencias requeridas en el estudio de funciones matemáticas.

En forma general, Cenas et al. (2021) reportan en su estudio que el uso de MATLAB proporciona al estudiante la oportunidad de examinar con mayor profundidad conceptos matemáticos en un tiempo reducido, lo que favorece el logro de metas como mejorar el desempeño académico y desarrollar habilidades matemáticas esenciales para su futuro profesional, estos hallazgos están alineados a los del presente estudio y también están a la par de los hallazgos de la investigación de López et al. (2019) coincidiendo al señalar la importancia de integrar la tecnología como herramienta educativa en el salón de clases, con el objetivo de potenciar el aprendizaje significativo de manera crítica y reflexiva.

Conclusiones

Atendiendo los resultados del presente estudio se determina que con las estrategias creativas se favorece el aprendizaje de las gráficas de funciones de varias variables o con entrada de varios números de forma significativa en

los estudiantes de ingeniería, evidenciándose la importancia que juega el uso del MATLAB como herramienta didáctica en el proceso de aprendizaje significativo, donde éste actúa como vía facilitadora de la evolución de los procesos cognoscitivos. Los estudiantes sometidos a las estrategias creativas utilizando como herramienta el programa MATLAB y la didáctica centrada en procesos con el modelo de Pólya para resolver problemas (grupo experimental) lograron un mejor aprendizaje de las gráficas de funciones de varias variables que los estudiantes del grupo control a los cuales no se le aplicó la estrategia.

Por lo tanto, se recomienda impulsar el uso de las estrategias creativas con apoyo de las tecnologías y programas digitales en los contenidos de las asignaturas, para facilitar los procesos de resolución gráfica, simbólica y numérica de problemas matemáticos en el área de Ingeniería, debido a que éstas favorecen el logro del aprendizaje significativo de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

Arce, M., Ortega, T. (2014). Deficiencias en el trazado de gráficas de funciones en estudiantes de bachillerato. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 8(2), 61-73.

Arriaga, W., Castro, D., Coronado, W., Dolores, G., Lluen, E., Segura, S. (2022). *Implementación computacional y el método Pólya en los aprendizajes significativos de las funciones reales de variable real*. Ecuador: Editorial Biblioteca Colloquium.

Ausubel, D., Novak, J., Hanesian, H. (2014). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 10ª edición. México: Editorial Trillas.

Anchundia-Bailón, D., Sánchez-Acosta, J. (2020). Análisis del funcionamiento de la máquina asíncrona mediante el uso del software MATLAB/Simulink. *Dominio de las Ciencias*, 6(5), 304-320.

Bartoli, D., Timpanella, M. (2023). Investigating rational perfect nonlinear functions. *Annali di Matematica*, 202, 2767-2784.

Carriazo, C., Pérez, M., Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(3), 87-95.

Cenas, F., Gamboa, L., Blaz, F., Castro, W. (2021). Herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382-390.

Cenich, G., Araujo, S., Santos, G. (2019). Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria. *Perfiles Educativos*, 42(167), 53-67.

Cox, J., Espinoza, M., Falcone, F., Coox, R. (2023). Aplicación del método Pólya para resolver problemas de movimiento rectilíneo. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 726-739.

Díaz, M., Haye, E., Montenegro, F., Córdoba, L. (2015). Dificultades de los alumnos para articular representaciones gráficas y algebraicas de funciones lineales y cuadráticas. *UNIÓN-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 11(41), 20-38.

Fernández, E. (2019). *Uso del Matlab, clases de reforzamiento y rendimiento académico en estudiantes de análisis matemático-USP 2017*. Tesis de maestría. Perú: Universidad San Pedro.

Fernández, F., Andrade, L. (2021). La educación estadística a la luz de la educación matemática crítica. *Revista Colombiana de Educación*, 1(83), 1-20.

Galewski, M., Lompies, J. (2022). Towards nonlinear equations –a case teaching approach in mathematical analysis of functions of one variable. *The teaching of mathematics*, XXV(1), 13-20.

- George, D., y Mallery, P. (2019). *IBM SPSS Statistics 26 paso a paso: una guía y referencia sencillas*. 16a Edición. Nueva York. Editorial Routledge.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Kadijevich, D. (2018). Data modelling using interactive charts. *The teaching of mathematics*, XXI(2), 55–72.
- Kitover, A., Orhon, M. (2023). Some optimization problems with calculus. *The teaching of mathematics*, XXVI(2), 68–87.
- Lanuza, E. (2020). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) integradas en estrategias didácticas innovadoras que faciliten procesos de enseñanza aprendizaje en la unidad de funciones de Matemática General, FAREM Estelí. *Revista Científica Estelí*, 9(36), 22–36.
- Lemus, M. (2018). Empleo de simulaciones dinámicas en Matlab como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la derivada, integral definida y cálculo de volúmenes. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), 36-41.
- López, G., Soler, M. (2021). Aprendizaje significativo de Ausubel y segregación educativa. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 11(1), 1-19.
- López, M., Sánchez, P., Mero, E., Rodríguez, M. (2019). Estrategias tecnológicas como fortalecimiento en el aprendizaje crítico-reflexivo. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 1(1), 1-21.
- Mata, L. (2017). *Procesos incidentes en el aprendizaje significativo*. Venezuela: Fondo editorial UNERMB.
- Moreira, M. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 12-29.
- Morlá, T., Eudave, D., Brunet, I. (2018). Habilidades didácticas de los profesores y creatividad en la educación superior. *Perfiles Educativos*, 40(162), 100 – 116.
- Palmas-Pérez, S. (2018). La tecnología digital como herramienta para la democratización de ideas matemáticas poderosas. *Revista Colombiana de Educación*, (74), 109-132.
- Paragua-Morales, M., Paragua-Macuri, C., Paragua-Macuri, M., Norberto-Chávez, L. (2021). Análisis de funciones matemáticas usando la primera y segunda derivada en estudiantes de Matemática y Física de la UNHEVAL. *Investigación Valdizana*, 15(1), 17-23.
- Pólya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. 2da edición. México: Editorial Trillas.
- Romero, J. (2021). *Informe final de la asignatura de Cálculo III de Ingeniería*. Perú: Universidad Continental.
- Romero, Y. (2016). *Modelo didáctico bajo la modalidad b-learning, para promover el aprendizaje significativo de las aplicaciones de la derivada*. Tesis doctoral. Venezuela: Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín.
- Romero, R., Barboza, L., Espina-Romero, L., Garcés, E., Rodríguez, C. (2022). Effects of a Neuroscience-Based Instructional Guide on College Student Learning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(2). 34-48.
- Romero, R., Llontop, M., Mas, O. (2022). Creativity Development with Cerebral Gymnastics from the Perspective of the Pro.Seso Creativo 3.0 Method. *Revista Education and Self Development*, 17(2), 39-50.
- Romero, J., Romero, R., Barboza, L. (2021). Programa instruccional basado en la neurociencia para mejorar el aprendizaje en los estudiantes universitarios. *Revista San Gregorio*, 1(46), 16-29.

Sánchez, I., Pulgar, J., Ramírez, M. (2015). Estrategias cognitivas de aprendizaje significativo en estudiantes de tres titulaciones de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío. *Paradigma*, 36(2), 122-145.

Saucedo, M., Espinosa, M., Herrera, S. (2019). Método de Pólya aplicado al lenguaje algebraico en primer año de licenciatura. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(18), 512-538.

Sua, C., Camargo, L. (2019). Geometría dinámica y razonamiento científico: Dúo para resolver problemas. *Revista Educación Matemática*, 31(1), 7- 37.

Taipe, Ciro (2019). Aplicación del software MATLAB en el aprendizaje de la cinemática lineal de una partícula en estudiantes universitarios de ingeniería. *Revista Innova Educación*, 1(3), 281 – 287.

Vergara, G., Avilez, A., Romero, J. (2016). Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra Lineal. *Matua Revista del Programa de Matemáticas*, 3(1), 84–91.

Zenteno, F. (2017). Método de resolución de problemas y rendimiento académico en lógica matemática. *Revista Opción*, 33(84) (2017), 440-470.

Editor Asociado: Rosalva Teyes

Centro de Orientación y Promoción Integral (CENOPI)

Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia (LUZ)

Maracaibo, 4001, Zulia, Venezuela

rteyes2710@gmail.com



REVISTA TECNICA

DE LA
FACULTAD DE
INGENIERIA
UNIVERSIDAD
DEL ZULIA

Volumen 47. Año 2024, Edición continua_____

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en diciembre 2024, por el **Fondo Editorial Serbiluz, Universidad del Zulia.** Maracaibo-Venezuela*

www.luz.edu.ve

www.serbi.luz.edu.ve

www.produccioncientificaluz.org