

Monográfico/Investigaciones y Experiencias

Uso del GeoGebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones

Use of GeoGebra as a meaningful learning strategy in the study of graphs and transformations of functions

Jorge Luis Romero Chacín¹; Jorge Romero Colmenares²; Ruddy Reyes Contreras³; Luis Andres Barboza Arenas⁴; Rosario Mireya Romero Parra⁵

¹<https://orcid.org/0000-0002-5738-7504>; Universidad Continental; jromeroch@continental.edu.pe

²<https://orcid.org/0000-0001-9874-5796>; Investigador independiente; jorgeluis2127@gmail.com

³<https://orcid.org/0000-0001-7682-2084>; Investigador independiente; ruddyreyes_30@hotmail.com

⁴<https://orcid.org/0000-0001-7793-1258>; Universidad Tecnológica del Perú; luissbarbozza@gmail.com

⁵<https://orcid.org/0000-0002-1319-1171>; Universidad Continental; rosarioromeroparra@gmail.com

Doi: 10.21071/edmetic.v11i1.13345

Recibido: 04/04/2021

Aceptado: 05/01/2022

Publicado: 23/03/2022

Citación:

Romero, J., Romero, J., Reyes, R., Barboza, L., & Romero, R. (2022). Uso del GeoGebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 11(1), art.3. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13345>

Autor de Correspondencia: Rosario Romero Parra rosarioromeroparra@gmail.com

Resumen: El objetivo del estudio fue determinar la efectividad del uso del GeoGebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones de los alumnos del curso Fundamentos de Cálculo de la Universidad Continental. La investigación fue experimental con un diseño cuasiexperimental. Como muestra se consideraron los estudiantes cursantes de la carrera ingeniería tomando dos secciones, no al azar, de 35 alumnos cada una. Se utilizó la estadística descriptiva y la prueba t-student

¹ Universidad Continental, Perú; jromeroch@continental.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-5738-7504>

² Investigador independiente; jorgeluis2127@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9874-5796>

³ Investigador independiente; ruddyreyes_30@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7682-2084>

⁴ Universidad Tecnológica del Perú, Perú; luissbarbozza@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7793-1258>

⁵ Universidad Continental, Perú; rosarioromeroparra@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1319-1171>

para muestras independientes. Los resultados ratifican las hipótesis del estudio, por consiguiente, se concluye que el uso del GeoGebra como estrategia favorece el aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, beneficiando, además, el dominio relacionado con las dimensiones asociadas al manejo de las definiciones de funciones, dominio, rango, características de las diferentes funciones. Y se recomienda el uso del software en el desarrollo de las sesiones de clase, sobre todo en estos momentos donde la emergencia sanitaria nos lleva al desarrollo de las clases de manera virtual.

Palabras clave: aprendizaje; enseñanza; matemáticas; transferencia de aprendizaje.

Abstract: The objective of the study was to determine the effectiveness of the use of GeoGebra as a meaningful learning strategy in the study of graphs and transformations of functions by students of the Fundamentals of Calculus course at Universidad Continental. The research was experimental with a quasi-experimental design. As a sample, the students of the engineering course were considered, taking two non-random sections of 35 students each. Descriptive statistics and the t-student test for independent samples were used. The results ratify the hypotheses of the study, therefore, it is concluded that the use of GeoGebra as a strategy favors significant learning in the study of graphs and transformations of functions, benefiting, in addition, the domain related to the dimensions associated with the management of the definitions of functions, domain, range, characteristics of the different functions. And it is recommended the use of the software in the development of class sessions, especially at this time when the health emergency leads us to the development of classes virtually

Key words: learning; teaching; mathematics; transfer of learning.

Introducción

Desde la llegada de la pandemia en el mundo, las medidas tomadas a nivel mundial, entre las que se asume de manera inmediata, está el aislamiento social, el cual trajo como una de las principales consecuencias la implementación de la educación virtual, siendo ésta asumida en todos los niveles y particularidades del régimen educativo. En este contexto, “las instituciones de educación superior tienen el enorme compromiso de contribuir en la transformación del proceso enseñanza-aprendizaje mediante la formación continua y permanente del profesorado en el desarrollo de competencias docentes” (Revelo et al., p. 199). En consecuencia, la tecnología juega un papel fundamental en esta toma de decisiones, donde educar desde casa es una pieza clave (Romero, 2020). Ahora bien, todos los países del mundo se han ajustado a modelos basados en la virtualidad y, por otro lado, el estudio de las matemáticas en particular ha tomado especial atención dadas las características y métodos de enseñanza que se han venido desarrollando durante el tiempo,

y donde la presencialidad se asume, en muchos casos, como un eje fundamental del proceso. En tal sentido, el cambio en la enseñanza de esta disciplina es eminente (Armas, 2020).

En consecuencia, esta investigación fija su mirada en el uso del software como herramienta para proporcionar el aprendizaje de las operaciones matemáticas, en particular el uso del GeoGebra en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental. En tal sentido, se establece la utilización de dicho software con la implementación en paralelo de las herramientas que proporciona el Google Meet, siendo este último el canal de comunicación, mientras que el software constituye la herramienta a implementar con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo, al tiempo que se fortalezca el autoaprendizaje por parte de los estudiantes de ingeniería, como plantea Urbina (2019) “el estudiante puede simular condiciones ideales de trabajo para compararlas con las sucedidas en hechos reales, entre otras bondades que se pueden lograr a través del uso y aplicación de las tecnologías de información en el proceso enseñanza-aprendizaje” (p. 88).

Por otra parte, las tecnologías de Información y Comunicación (TICs) están formando parte fundamental en la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, el hecho de que esta disciplina, tenga en su esencia una gran dosis de raciocinio, formalismo, procesos lógicos y aplicabilidad evidente no ha garantizado, a través de los años, que el individuo común se apasione por desentrañar sus encantos (Orozco, Romero & Jiménez, 2015; Saavedra, 2020). Además, “las TIC nos proporcionan múltiples formas de representar situaciones problemáticas que les permite a los estudiantes desarrollar estrategias de resolución de problemas y mejor comprensión de los conceptos matemáticos que están trabajando” (Cruz & Puentes, 2012, p. 129).

Según Castro (2019), las competencias en el aprendizaje y resolución de problemas matemáticos implica una serie de habilidades, entre ellas, el entendimiento del problema, la planeación ejecución y verificación. Sin embargo, la representación gráfica del problema es, en la mayoría de los casos, fundamental. Por otro lado, Gómez-Blancarte, Guirette y Morales-Colorado (2017) exponen que estos aspectos suelen representar dificultades para el análisis y comprensión de las matemáticas, dada la metodología de enseñanza con la que se vienen desarrollando las sesiones de aprendizaje, en las cuales el docente de matemática se limita a recitar fórmulas, plantear, escribir y resolver problemas.

Ahora bien, luego de la emergencia sanitaria mundial originada por la pandemia, la educación virtual entra a jugar un papel protagónico y determinante dentro de las universidades donde la emigración a la virtualidad se hace necesaria con base en las TICs, y entra en contexto la educación virtual. Es aquí donde se comienza a visualizar, de manera más clara, el inconveniente para aprender matemáticas y la necesidad del docente de hacer un uso adecuado de los recursos que brinda la tecnología y su importancia en el aprendizaje (González & Zepeda, 2016; Villarraga et al., 2012). Para Arriassecq y Santos (2017), no se puede pensar en el mundo de hoy días sin tomar en cuenta las tecnologías y sus aplicaciones.

Al respecto, la aplicación del ordenador favorece no sólo la estructura y los procesos internos de los estudiantes, pues incluso pone en evidencia su interacción cultural de éste con el medio, representando un apoyo en cada una de las partes de su actividad cognitiva (Oliver, Serrano, Páez, Tirado & Ríos, 2017). En tal caso, la Universidad Continental, luego de las medidas planteadas por el gobierno de la nación y las autoridades educativas desde la llegada de la pandemia, presenta los programas de formación bajo la modalidad a distancia, lo que lleva a los docentes de las diferentes áreas, incluyendo las matemáticas, a reinventarse en sus formas de enseñanza, tomando en cuenta las herramientas que nos brinda la tecnología, dando paso a muchos softwares que suelen ser aplicables a casos particulares del aprendizaje de las matemáticas, pero ¿hasta qué punto serán pertinentes en pleno proceso de emergencia sanitaria? Una de las principales dificultades planteadas por los docentes, en el primer ciclo del año 2020, está relacionada al aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones por parte de los estudiantes de ingeniería, donde el análisis y comprensión de los conceptos y características de las funciones y sus gráficas están muy relacionadas con el nivel de abstracción y contextualización de las representaciones visuales (Camillo, Cueva & Vargas, 2020; Chisag, Lagla, Álvarez, Moreano, Pico & Chicaiza, 2017; Farabello & Trigueros, 2020).

Por lo antes expuesto, se plantea la siguiente interrogante ¿Será el uso del Software GeoGebra aplicado como estrategia instruccional una herramienta adecuada para lograr el aprendizaje significativo del estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los alumnos cursantes de la asignatura Fundamentos de Cálculo, en la Universidad Continental? Para responder a la interrogante, se planteó el siguiente objetivo: Determinar la efectividad del uso del GeoGebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las

gráficas y transformaciones de funciones de los alumnos del curso Fundamentos de Cálculo de la Universidad Continental.

Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo, de acuerdo con Nieva y Martínez (2019), sucede en varias etapas, en las cuales se muestra una complicación creciente. En tal sentido, no es basado en la memoria. Implicaría, según lo expuesto, un proceso de acomodación y reorganización de los conocimientos preexistentes en los procesos cognitivos de la persona, pasando por todo un proceso progresivo dado desde el interior de cada aprendiz. Por ello, “el diseño educativo de actividades, organización, recursos, etc. debe ser tendente a activar en los alumnos estructuras cognitivas relevantes, haciéndoles recordar, describir o demostrar conocimientos o experiencias previas que sean relevantes para él” (Zapata et al., 2021, p. 6).

El aprendizaje significativo, según lo expresado por Torres (2020), involucra una reestructuración impulsadora de las percepciones, opiniones, nociones y bosquejos que el alumno tiene en su estructura cognoscitiva. En este sentido, es clara la relevancia que tiene para lograr un aprendizaje significativo, el considerar los saberes previos como aspecto primordial dentro del proceso de acomodación que sugiere el aprendizaje basado en la reorganización y acomodación de los conocimientos. En tal caso, se debe buscar lograr en los estudiantes el despertar de la motivación como parte esencial del logro del aprendizaje.

Para Rubio y García (2018), las condiciones para el logro de un aprendizaje significativo sugieren la conexión entre las dimensiones de las condiciones humanas y la forma en que se debe generar el conocimiento. En tal sentido, según Miranda-Nuñez (2020) es importante tener en cuenta, dentro de la generación de un aprendizaje significativo, aspectos como las instrucciones para llegar a solventar dificultades, y en el estudio de las matemáticas van más allá de una mera aplicación de fórmulas. Por tanto, se debe hacer posible el autoaprendizaje, partiendo de las instrucciones audio-tutoriales bien diseñadas, con la finalidad de que el alumno logre desarrollar el proceso de autorregulación y aprendizaje desde sus propios intereses y en función de su propia dinámica de aprendizaje.

En tal sentido, para generar las condiciones de aprendizaje propuestas por Castro (2019), se deben tomar en cuenta dos elementos fundamentales, a saber, el material a utilizar, el mismo debe ser de racionalidad no arbitraria, sustancial, estructurada y organizada, es decir, debe estar cargado de un buen significado lógico; y, por el otro lado, el alumno, que

debe contar con una buena disposición o actitud, tomando en cuenta su naturaleza cognitiva, sus conocimientos y experiencias previas.

Software GeoGebra

Es un Software libre y gratuito, lo que lo hace accesible a toda la comunidad en general. Fue desarrollado por Markus Hohenwarter. Es un programa muy fácil de usar, dada su dualidad entre las expresiones en la ventana con expresiones geométricas que se corresponden con la parte algebraica y viceversa (Sánchez, Lantigua, Rodríguez, García & García, 2020). Esta dualidad hace del GeoGebra una herramienta muy útil, más aún en los actuales tiempos de COVID-19, donde el distanciamiento social debe ser respetado.

Por tanto, elementos como la conectividad a internet, la práctica y el buscar el logro de un aprendizaje significativo en matemática son fundamentales. Según Jara (2015), en el caso del estudio de las gráficas de funciones y sus diferentes transformaciones, el GeoGebra es muy fácil de aplicar, al tiempo que permite al estudiante visualizar las expresiones algebraicas que definen la dualidad gráfica y la expresión algebraica que describe la función.

En tal sentido, los investigadores, en función de estas bondades, se inclinaron al uso de dicho Software y a poner en contexto el uso del mismo, en estos momentos donde la tecnología marca las pautas desde todos los puntos de vista en los protocolos de aprendizaje del sistema educativo, y el caso de las universidades no se excluye de ellos (Salcedo, 2019). En lo relacionado al estudio de las matemáticas es fundamental establecer esa conexión eminente entre el avance de la tecnología y el aprendizaje de la disciplina en general (Izquierdo, Carrera, Cornejo & Agreda, 2018). Esta necesidad lleva a los investigadores a la aplicación del GeoGebra.

Entre las principales características del software GeoGebra que lo hacen aplicativo, amigable y muy útil, según Ballesteros (2020), se pueden citar las siguientes:

- El software GeoGebra reúne de manera gráfica y dinámica el álgebra, la geometría, análisis y hojas de cálculo.
- Constituye una potente herramienta que se encuentra en perfecta armonía con una interfaz intuitiva, ágil y muy fácil de aplicar.
- Es un software con código libre, con facilidad de uso, tanto a nivel de trabajo libre directamente en web o mediante la descarga de cualquiera de sus versiones. Por tanto, está disponible para cualquier tipo de uso.

- Está disponible en cualquier idioma, lo que lo hace accesible al público en general.

Las versiones puestas a disposición del estudiante son muy variadas. Sin embargo, en la investigación se considera el GeoGebra básico, disponible para trabajar de manera online, y la versión 5.0.44.0, la cual es considerada en este estudio para brindar el link directamente y trabajar paralelamente con el docente sin necesidad de contar con la conexión a internet paralelo al Google Meet.

Dimensiones generales del aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones

Lo expuesto en cuanto al aprendizaje significativo, propuesto en esta investigación, es manejado dentro de las tres dimensiones generales del aprendizaje de las gráficas de funciones, descritas por los investigadores como sigue:

-Definiciones Básicas. Entre las que se consideraron aspectos como definiciones de funciones, dominio, rango y las características como intervalos de crecimiento y decrecimiento, intersecciones con los ejes coordenados, entre otras específicas de cada tipo de función.

-Las representaciones gráficas básicas. En este caso, se estudiaron las representaciones de funciones de tipo lineal, cuadrática, valor absoluto, polinomiales, racionales, definidas por parte, inversas, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas, cada una de las cuales atendidas respecto a sus puntos notables y características específicas.

-Aplicación de las transformaciones de funciones partiendo de las funciones base. En este caso en particular, se consideraron las transformaciones atendiendo a las traslaciones verticales y horizontales, los reflejos de las funciones y lo relacionado al alargamiento y acorte de funciones. Cabe mencionar que cada una de estas transformaciones se manejaron de manera simultánea en el GeoGebra y en la plataforma Google Meet, bajo la modalidad de documentos compartidos, donde el estudiante pudo ir realizando las actividades y el docente un monitoreo en tiempo real.

Método/desarrollo de la experiencia de innovación

Según Balestrini (2002, p. 91), la metodología "constituye la médula del plan, se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis". Ahora bien, todos esos procesos se formularon sobre estructuras sistemáticas con el fin de

analizar la información recopilada, de manera que permitió interpretar los resultados en cuanto a la influencia del uso del Software GeoGebra como estrategia de enseñanza para el logro del aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los alumnos del curso de Fundamentos de Cálculo en la Universidad Continental.

Por otra parte, se desea determinar la relación de causa-efecto, es decir, determinar la efectividad del uso del Software GeoGebra como estrategia instruccional para el logro del aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los alumnos del curso Fundamentos de Cálculo, en la Universidad Continental, ubicando el estudio como explicativo con diseño cuasiexperimental, aplicando pretest y postest (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para recolectar la información en esta investigación se diseñó una prueba de conocimiento y fue aplicada en dos momentos antes del tratamiento experimental (pretest) y después de este (postest), previamente validada y determinada su confiabilidad, arrojando un coeficiente *alfa Cronbach* de 0,83, garantizando la fiabilidad del instrumento.

Es importante señalar que, antes del desarrollo del tratamiento experimental con la estrategia de enseñanza se aplicó la prueba de conocimiento (pretest), luego durante la aplicación de la estrategia, se consideraron los aspectos relacionados con los avances que los estudiantes presentaban, en función del manejo de los contenidos relacionados con el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, a través del software GeoGebra. Y al finalizar, se volvió a aplicar la prueba (postest). Cabe señalar que las pruebas se realizaron a través del aula virtual de los cursos correspondientes.

Para el procesamiento de la Información se empleó la prueba de contraste entre medias independientes, empleando la prueba *t – student* con un nivel de significancia del 95%, es decir, $\alpha = 0,05$.

Fases de la estrategia instruccional empleada

Para el diseño de esta estrategia se tomaron en cuenta cuatro fases durante el proceso de investigación, que fueron:

- La fase de diagnóstico: la cual consistió en la aplicación de una prueba de conocimiento (pretest), que estuvo elaborada con base a contenidos fundamentales para el estudio de gráficas y transformaciones de funciones, como lo fueron la solución de

ecuaciones lineales, cuadráticas, racionales, ecuaciones con radicales, con valor absoluto, inecuaciones, inecuaciones con valor absoluto y las representaciones gráficas de conjuntos soluciones de ecuaciones e inecuaciones.

- Fase de estudio del programa: luego de tener claro el nivel de conocimiento inicial, se procedió a la presentación del software GeoGebra y su aplicación en el estudio de gráficas y transformaciones de funciones.

- Fase de diseño y ejecución: una vez manejado el software GeoGebra, se procedió al diseño de la estrategia, la cual se ejecutó con ayuda de la plataforma Google Meet, en la cual se presentaron los comandos y pasos necesarios para el estudio y presentación de gráficas y transformaciones de funciones, dándoles la oportunidad a los estudiantes de acceder a los links donde podrían hacer uso, de manera autónoma, de los tutoriales disponibles en el Software. Con la puesta en práctica de esta estrategia, el alumno tuvo la oportunidad de poder visualizar algunas gráficas de funciones tanto clásicas como transformadas.

Durante esta fase, se desarrollaron prácticas y resoluciones de problemas, donde los estudiantes pudieron establecer las consideraciones y visualizaciones de los diferentes planos y transformaciones que experimentan las funciones luego de las transformaciones, partiendo de la gráfica original, tal como se observa en la tabla 1, en la cual se detalla la representación de una función partiendo de otra función base dada y de las cuales se manejan las características.

Figura 1. Representación gráfica de funciones mediante transformaciones

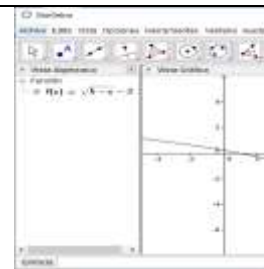
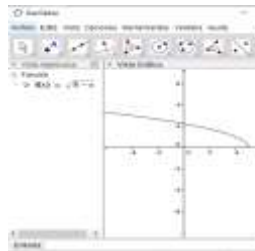
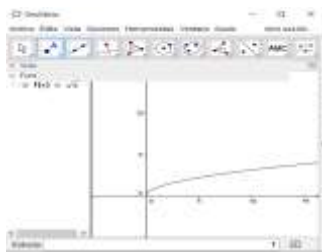
Grafique la función: $f(x) = -4|\sqrt{5-x} - 3| + 2$, a partir de la función

$f(x) = \sqrt{x}$; utilizando diferentes planos cartesianos.

$$f(x) = \sqrt{x}$$

$$f(x) = \sqrt{5-x}$$

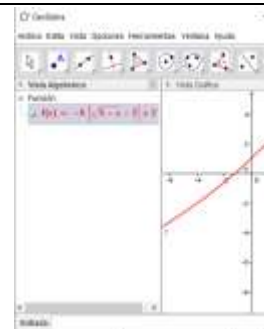
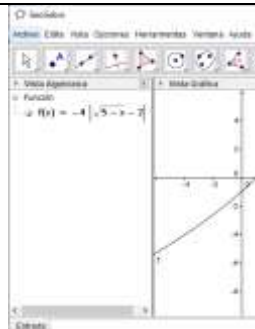
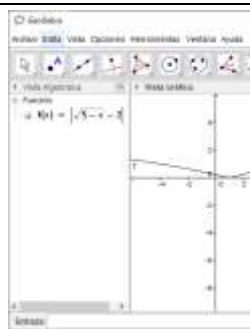
$$f(x) = \sqrt{5-x} - 2$$



$$f(x) = |\sqrt{5-x} - 2|$$

$$f(x) = -4|\sqrt{5-x} - 2|$$

$$f(x) = -4|\sqrt{5-x} - 3| + 2$$



Como se muestra en la tabla, en este caso los estudiantes pudieron visualizar los diferentes comportamientos que va experimentando la función en cada una de sus transformaciones hasta llegar a la gráfica de la función solicitada. No obstante, en cada una de las transformaciones, en el progreso de la práctica, el alumno debía ir señalando el comportamiento del dominio y rango de la función. Por tanto, éste fue capaz de ir analizando los cambios sufridos por la función base a nivel de cada plano cartesiano, las relaciones del comportamiento de la gráfica en función de las transformaciones y cómo éstas influyen en la variación del dominio y el rango de la función resultante.

- Fase de evaluación: en esta parte, se aplicó nuevamente la prueba de conocimiento (postest) a los alumnos, según especificaciones realizadas en el silabo de Fundamentos de Cálculo para el caso de estudios en ingeniería, en lo correspondiente a estos registros.

Sistema de Hipótesis

- *Hipótesis General:* el uso del software GeoGebra como estrategia instruccional favorece el aprendizaje significativo del estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los estudiantes cursantes de la asignatura fundamentos de cálculo.

- *Hipótesis Nula:* no existen diferencias significativas en el aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones obtenido por los estudiantes a los que se les aplique el software GeoGebra como estrategia de aprendizaje y los estudiantes sometidos al método tradicional de aprendizaje.

- *Hipótesis alternativa:* existen diferencias significativas en el aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones obtenido por los estudiantes a los que se les aplique el software GeoGebra como estrategia de aprendizaje y los estudiantes sometidos al método tradicional de aprendizaje.

Resultados

Se inicia con los resultados mostrados en la tabla 1 que muestra las derivaciones conseguidas en la prueba inicial (pretest) por los alumnos del curso de Fundamentos de Cálculo, en el grupo experimental y de control, considerando las calificaciones logradas.

Tabla 1. Resultados de la prueba de pretest. Fuente: Elaboración propia.

Grupos		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Calificaciones obtenidas en el pretest	Grupo Experimental	35	12,80	4,178	0,706
	Grupo Control	35	12,54	5,962	1,008

En este caso, se puede observar una aproximación, entre las medias obtenidas con valores de 12,80 y 12,54 de acuerdo con la tabla. De igual manera, se correlacionan las desviaciones y el error típico de la media. Esto bien puede suponer que no existen discrepancias significativas entre los promedios logrados, por lo que se puede pensar en un comportamiento homogéneo, tal como se evidenció en la selección de la muestra dada la aplicación de la prueba de ANOVA. Sin embargo, esta sospecha se verificó con el empleo de la prueba *t-student*, contemplada en los resultados contenidos en la tabla 2.

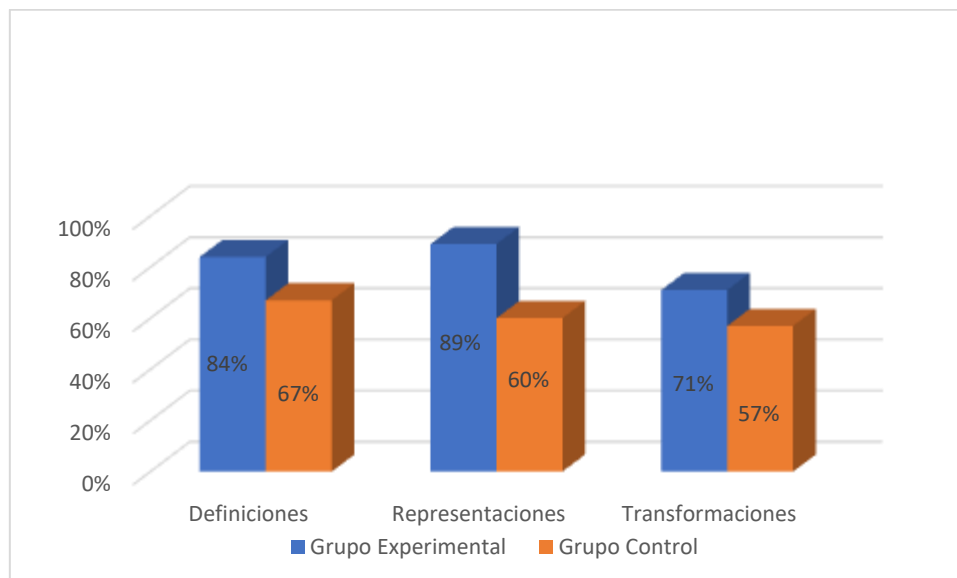
Tabla 2. Resultados arrojados de la prueba de pretest (t – student) Fuente: Elaboración propia.

Prueba t para la igualdad de medias	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales	.209	68	.835	.257	1.231
No se asumen varianzas iguales	.209	60.906	.835	.257	1.231

Dado que se obtuvo un sig bilateral de .835, es decir, $\text{sig} > .05$, se acepta la hipótesis nula: no existen diferencias significativas en el aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones obtenido por los estudiantes a los que se les aplique el software GeoGebra como estrategia de aprendizaje y los estudiantes sometidos al método tradicional de aprendizaje. En consecuencia, se logra aseverar que no existen diferencias significativas entre los puntajes logrados por los estudiantes en los resultados de la prueba de pretest.

Para analizar la incidencia del uso del Software GeoGebra como estrategia instruccional en el logro del aprendizaje significativo del estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, se presentan la siguiente gráfica que muestran la comparativa de los resultados logrados por los dos grupos, experimental y control, atendiendo las calificaciones de la prueba de postest.

Figura 2. Porcentaje de estudiantes que lograron alcanzar el dominio de los niveles de aprendizaje



Como se aprecia en la figura 2, los porcentajes en cuanto a los niveles de conocimiento obtenidos por ambos grupos con relación al dominio de definiciones básicas, representaciones de las diferentes funciones y la aplicación de las transformaciones de funciones se muestran porcentajes favorables para en grupo experimental, dado que los porcentajes por nivel fueron de 84%, 89% y 71%, mientras que el control obtuvo 67%, 60% y 57% respectivamente por nivel.

Por lo tanto, la aplicación del software realmente incide favorablemente en el dominio de las dimensiones consideradas en el estudio. Ahora bien, en lo relacionado a los resultados generales de la aplicación del postest, se muestra el estudio de los resultados considerando los promedios generales y la prueba de hipótesis, como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la aplicación de la prueba de postest. Fuente: Elaboración propia.

Grupos		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Calificaciones obtenidas en el postest	Grupo Experimental	35	16.46	3.293	.557
	Grupo Control	35	13.60	4.110	.695

En este caso, se puede observar una diferencia marcada, entre las medias obtenidas con valores de 16.46 y 13.60 de acuerdo con la tabla, lo que supondría una inclinación favorable hacia el grupo experimental. No obstante, se muestran las derivaciones de la ejecución de la prueba t, resumida en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados arrojados de la prueba de posttest (t – student) Fuente: Elaboración propia.

Prueba t para la igualdad de medias	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales	3.209	68	.002	.890	1.081
No se asumen varianzas iguales	3.209	64.911	.002	.890	1.079

Dado que se obtuvo una significancia bilateral de 0,002, es decir, $\text{sig} < 0.05$, se objeta la hipótesis nula, lo cual lleva a la aprobación de la hipótesis de investigación (alternativa): existen diferencias significativas en el aprendizaje de las gráficas y transformaciones de funciones obtenido por los estudiantes a los que se les aplique el software GeoGebra como estrategia de aprendizaje y los estudiantes sometidos al método tradicional de aprendizaje, y se corrobora que sí hay discrepancias significativas en los resultados logrados por ambos grupos, confirmando la hipótesis general: el uso del software GeoGebra como estrategia instruccional favorece el aprendizaje significativo del estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los estudiantes cursantes de la asignatura fundamentos de cálculo.

Discusión/conclusiones

Los resultados del estudio confirman que la aplicación del software realmente incide favorablemente en el dominio de las dimensiones consideradas. Estos resultados son similares a los de la investigación de Carrasco (2017), en la cual reporta que el software GeoGebra, aplicado como herramienta instruccional, mejora de forma significativa el aprendizaje para graficar funciones. Asimismo, estos resultados coinciden con los de Jara (2015) quien consigue en su investigación que el uso de Software GeoGebra perfecciona elocuentemente el aprendizaje de la geometría en alumnos.

Por otro lado, los resultados reportados en el estudio de Gómez-Blancarte et al. (2017) revelan el potencial del software para efectuar estudio de coherencia entre los registros de presentación gráfica y algebraica de la función e identificar cualitativamente la correspondencia de las variables de percepción visual del examen gráfico y los componentes simbólicos significativos del registro algebraico. Estos resultados demuestran al igual que el del presente estudio, los beneficios del uso del Software referido.

Con base en los resultados, se establece que el uso del Software GeoGebra como estrategia favorece el aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones, en los alumnos cursantes del curso Fundamentos de Cálculo, en la Universidad Continental; favoreciendo, además, el dominio relacionado con las dimensiones asociadas al manejo de las definiciones de funciones, dominio, rango, características de las diferentes funciones, representaciones gráficas y las transformaciones de funciones.

En ese sentido, se establece que la implementación del software educativo incrementa el aprendizaje en el estudio de las funciones reales. En tal caso, se recomienda el uso del software en el desarrollo de las sesiones de clase, sobre todo en estos momentos donde la emergencia sanitaria nos lleva al desarrollo de las clases de manera virtual. Con base en las derivaciones de este estudio, más los citados durante el avance de la misma, se evidencia su aplicabilidad. Por tanto, se puede considerar como una buena alternativa a la dificultad de enseñanza de las matemáticas en las universidades en tiempo de pandemia e incluso fuera de ellas.

Contribución de los autores

Los autores no declaran la contribución realizada por cada uno.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido financiación.

Agradecimientos

Los autores declaran no tener agradecimientos por la naturaleza del trabajo realizado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

- ARMAS, T. (2020). Evaluación de la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores de matemáticas en el desarrollo de una clase utilizando funciones. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 34(66), 110-131. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a06>
- ARRIASSECQ, I., & SANTOS, G. (2017). Nuevas tecnologías de la información como facilitadoras de aprendizaje significativo. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12). <https://doi.org/10.24215/23468866e030>
- BALESTRINI, M. (2002). *Como se elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas: Consultores Asociados Servicio Editorial.
- BALLESTEROS, V. (2020). Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra. *Praxis & Saber*, 11(26), 1. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9989>
- CAMILLO, J., CUEVA, F., & VARGAS, I. (2020). Trabajo cooperativo y aprendizaje significativo en matemática en estudiantes universitarios de Lima. *Educação & Formação*, 5(3), 30-79. <https://doi.org/10.25053/redufor.v5i15set/dez.3079>
- CARRASCO, O. (2017). *Influencia del Software de GeoGebra en el aprendizaje de graficar funciones reales en estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional de Ingeniería 2016*. (Tesis de doctorado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/5190>
- CASTRO, W. (2019). La complejidad paradigmática en el aprendizaje significativo de las matemáticas. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, 23(2), 77-91. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v23i2.5>
- CHISAG, J., LAGLA, G., ÁLVAREZ, G., MOREANO, J., PICO, O., & CHICAIZA, E. (2017). Utilización de recursos didácticos interactivos a través de las TIC'S en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de matemática. *Boletín Redipe*, 6(4), 112-134. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6119349>
- CRUZ, I., & PUENTES, Á. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *EDMETIC*, 1(2), 127-144. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2855>
- FARABELLO, S., & TRIGUEROS, M. (2020). La Transformación de Funciones en el aula de Física. *Unión-revista iberoamericana de educación matemática*, 16(58), 25-47. <https://orcid.org/0000-0001-7527-6704>

- GÓMEZ-BLANCARTE, A., GUIRETTE, R., & MORALES-COLORADO, F. (2017). Propuesta para el tratamiento de interpretación global de la función cuadrática mediante el uso del software GeoGebra. *Educación matemática*, 29(3), 189-224. <https://doi.org/10.24844/em2903.07>
- GONZÁLEZ, A., & ZEPEDA, F. (2016). Las estrategias didácticas y su papel en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. *EDUCATECONCIENCIA*, 9(10), 106-113. de: <https://bit.ly/3ws4P9F>
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., & MENDOZA, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- IZQUIERDO, J., CARRERA, E., CORNEJO, M., & AGREDA, O. (2018). Diseño de software interactivo en las matemáticas. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3, 27-31. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issCITT2017.2018pp27-31>
- JARA, C. (2015). *Aplicación del modelo de razonamiento de Van Hiele mediante el uso del software GeoGebra en el Aprendizaje de la Geometría en tercer grado de educación secundaria*. (Tesis de maestría). Universidad Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/954>
- MIRANDA-NUÑEZ, Y. (2020). Praxis educativa constructivista como generadora de Aprendizaje Significativo en el área de Matemática. *Cienciometría*, 6(1), 141-163. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.299>
- NIEVA, J., & MARTÍNEZ, O. (2019). Confluencias y rupturas entre el aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje desarrollador desde la perspectiva del enfoque histórico cultural de LS Vigotsky. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(1). <https://bit.ly/2OjkzL7>
- OLIVER, E., SERRANO, M., PÁEZ, G., TIRADO, A., & RÍOS, S. (2017). El uso de software GeoGebra como estrategia en la enseñanza del cálculo diferencial en dos institutos tecnológicos. *Pistas Educativas*, 38(124). <https://bit.ly/3mfZL3w>
- OROZCO, F., ROMERO, R., & JIMÉNEZ, Y. (2015). El aprendizaje de la estadística bajo la estrategia ensapretic en la educación superior. *Escenario Educativo*, 1(1), 255. <https://bit.ly/2POZloK>
- REVELO, J., REVUELTA, F. Y GONZÁLEZ-PÉREZ, A. (2018). Modelo de integración de la competencia digital del docente universitario para su desarrollo profesional en la

- enseñanza de la matemática – Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 196-224. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.6910>
- ROMERO, R. M. (2020). Depression and the meaning of life in university students in times of pandemic. *International Journal of Educational Psychology*, 9(3), 223-242. <https://doi.org/10.17583/ijep.2020.6784>
- RUBIO, J., & GARCÍA, Á. (2018). Estrategias de aprendizaje significativo en estudiantes de Educación Superior y su asociación con logros académicos. *Revista electrónica de investigación y docencia (REID)*, 19. <https://doi.org/10.17561/reid.voi19.3570>
- SAAVEDRA, 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 de FAREM-Estelí*, (36), 22-36. <https://doi.org/10.5377/farem.voi36.10609>
- SALCEDO, J. (2019). Representación de la recta en el Sistema de Monge con el apoyo de GeoGebra: una experiencia didáctica. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 8(2), 102-118. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2019.v8i2p102-118>
- SÁNCHEZ, R., LANTIGUA, Z., RODRÍGUEZ, M., GARCÍA, M., & GARCÍA, A. (2020). Modelización matemática y GeoGebra en la formación de profesionales de la educación Mathematical modelling and GeoGebra in the training of education professionals. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9(3), 89-105. <https://doi.org/10.23925/2020.v9i3p089-105>
- TORRES, L. (2020). Estrategias metodológicas aplicadas por los docentes en la enseñanza de la Electrostatica fundamentadas en el enfoque de Díaz-Barriga y Hernández. *Franz Tamayo-Revista de Educación*, 2(4), 125-142. <https://doi.org/10.33996/franztamayo.v2i4.299>
- URBINA, A. (2019). Estrategia tecnológica para mejorar el rendimiento académico universitario. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (56), 71-93. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i56.04>
- VILLARRAGA, M., SAAVEDRA, F., ESPINOSA, Y., JIMÉNEZ, C., SÁNCHEZ, L., & SANGUINO, J. (2012). Acercando al profesorado de matemáticas a las TIC para la enseñanza y aprendizaje. *EDMETIC*, 1(2), 65-87. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2852>
- ZAPATA, J., JAMESON, E., ZAPATA ROS, M., & MERRILL, D. (2021). El Principio de Activación en el Pensamiento Computacional, las Matemáticas y el STEM: Presentación del

número especial. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68), 2-9.

<https://doi.org/10.6018/red.498531>