

## **GEOGEBRA BASADO EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO**

### **GEOGEBRA BASED ON THE TECHNOLOGICAL ACCEPTANCE MODEL FOR MATHEMATICAL LEARNING**

Christian Alejandro Anda Gaibor<sup>1</sup>  
Patricio Medina Chicaiza<sup>2</sup>

#### **Resumen**

GeoGebra es un software que permite aprender matemática de manera visual, interactiva y dinámica; mientras que el modelo de aceptación tecnológica (TAM) llega a aceptar el uso de las TIC por los usuarios. El artículo determina el aporte de GeoGebra basado en el Modelo TAM referente al aprendizaje de la función lineal. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo cuasi experimental, de nivel descriptivo y estadístico; participaron 32 estudiantes del noveno año de Educación General Básica, paralelo "A" de una Unidad Educativa de Ambato-Ecuador, el cuestionario fue el instrumento utilizado como método de recolección de información y el procesamiento de los datos se efectuó utilizando el software estadístico SPSS. Los resultados obtenidos en relación al pretest y posttest determinaron un incremento del desempeño académico, en la escala de nivel excelente pasó del 19,4% al 35% y en los demás niveles también se obtuvo porcentajes favorables; de igual manera, con el análisis del modelo TAM se demuestra que 59,4% están de acuerdo en que el programa acrecienta el conocimiento del tema y el 37,5% están totalmente de acuerdo. En conclusión, se evidencia que la aplicación de esta herramienta tecnológica contribuye a la mejora del aprendizaje significativo de los educandos.

**Palabras clave:** GeoGebra, matemática, aceptación tecnológica, estadística, aprendizaje, función lineal.

#### **Abstract**

GeoGebra is a software that allows learning mathematics in a visual, interactive and dynamic way; while the Technology Acceptance Model (TAM) comes to accept the use of ICT by users. The article determines the contribution of GeoGebra based on the TAM model concerning the learning of the linear function. The research had a quantitative approach, quasi-experimental type, descriptive and statistical level; 32 students of the ninth year of General Basic Education, parallel "A" of an Educational Unit of Ambato-Ecuador participated, the questionnaire was the instrument used as the data collection method and data processing was carried out using SPSS statistical software. The results obtained in relation to the pretest and posttest determined an increase in academic performance, in the excellent level scale, it went from 19.4% to 35%, and the other levels also obtained favorable percentages; similarly, the analysis of the TAM model shows that 59.4% agree that the program increases knowledge of the subject and 37.5% totally

Recepción: 20 de Febrero de 2024 / Evaluación: 22 de Marzo de 2024 / Aprobado: 22 de Abril de 2024

<sup>1</sup>Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización. Maestrante de Innovación en Educación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Ambato-Ecuador. Email: caanda@pucesa.edu.ec; cristiandebere@hotmai.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6793-9060>.

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias de la Educación. Docente en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato y Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. Email: pmedina@pucesa.edu.ec; ricardomedina@uta.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-8214>.

agree. In conclusion, it is evident that the application of this technological tool contributes to the improvement of the significant learning of the students.

**Keywords:** GeoGebra, math, technological acceptance, statistic, learning, linear function.

### Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el mundo de la educación facilitan y mejoran la calidad de aprendizaje en los educandos, buscan orientar la enseñanza a praxis que incorporen herramientas tecnológicas de forma atractiva para alcanzar la formación de todos los estudiantes indistintamente de sus capacidades y dificultades (Gallardo et al., 2023). Por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2019) identifica a las TIC como una prioridad en el ámbito educativo, ya que fomenta la inclusión, la enseñanza y el aprendizaje al mismo tiempo que promueve la gestión eficaz del sistema.

En el Ecuador la entidad encargada de generar y difundir la información estadística es el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), e indica que el 40,7% de la población utiliza internet como fuente de información; 31% como medio de comunicación; 21,1% para educación; y 3,3% con fines laborales (INEC, 2017). Por esto, las TIC toman cada vez más fuerza en la educación secundaria y universitaria, ya que ha conseguido un cambio positivo en los estudiantes y en su manera de aprender, mediante una instrucción innovadora que provoca una cultura de investigación en los involucrados.

Por otra parte, GeoGebra es un software gratuito diseñado para crear figuras geométricas 2D y 3D con accesibilidad flexible y alcance algebraico, posee contenido dinámico relacionado con hojas de cálculo, gráficos y estadísticas, para usar sobre todo en el aula de clase por medio de computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes (Da Silva et al., 2022). Es una herramienta tecnológica de aprendizaje que ofrece la oportunidad de transformar el entorno tradicional del sistema educativo en un espacio interactivo que permite una enseñanza comprensiva de las matemáticas y el desarrollo de las capacidades para conseguir un estudio relevante (Cenas et al., 2021). Por tanto, este programa informático es primordial dentro del ámbito de educación para lograr un aprendizaje significativo de los educandos mediante un entorno visual, dinámico y eficaz en diversas áreas de la matemática.

Adicionalmente, Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) es considerado un referente para el proceso de adopción en un marco tecnológico, se enfoca en explicar y predecir el uso de las tecnologías de la información y su aceptación en el proceso por parte de los usuarios, toma como base dos variables principales: la Utilidad Percibida (UP), grado en que la persona percibe que el uso de la herramienta aumentaría su desempeño en una tarea, y la Facilidad de Uso Percibida (FUP), cómo espera el usuario que la utilización de un sistema en concreto no implique ningún esfuerzo (Davis, 1989; Granić & Marangunić, 2019). Estas dos variables se encuentran relacionadas con los beneficios que el uso de sistemas de información tiene sobre las tareas a realizar, y en el que este modelo intenta explicar el comportamiento humano y relacionarlo con el uso de la tecnología (Bedregal et al., 2019); (Roig et al., 2022). En el contexto de la investigación, el modelo TAM se centra en el ámbito educativo, en cómo los estudiantes aceptan y utilizan esta tecnología en el aula, para así influenciar positivamente en el aprendizaje.

Las matemáticas y su aprendizaje se centran hasta la actualidad en el uso de la memoria mecánica, el conocimiento arbitrario, se rige por patrones de exactitud y velocidad; cuando lo adecuado es que se focalice en el desarrollo del pensamiento matemático, caso contrario a medida que los estudiantes avanzan de nivel educativo también cambian la percepción que tienen del módulo, pasan de la confianza al miedo y del entusiasmo a la preocupación (Ordoñez

& Medina, 2022). La mayoría considera que es una de las asignaturas más difíciles de aprender, pero deben enseñarse ya que las destrezas matemáticas son necesarias en todos los campos de estudio, de igual forma su uso en la vida diaria, mejora la lógica, la precisión, la conciencia espacial y el disfrute al conseguir la resolución de problemas (Berrocal & Palomino, 2022).

Así mismo, una función lineal es la relación directamente proporcional entre dos variables representadas por una línea recta en el plano cartesiano, donde la variable dependiente (y) es proporcional a la variable independiente (x) con una tasa constante; la fórmula general es:  $y = mx + b$  (Rivera et al., 2019). Función lineal en matemáticas es importante porque permite modelar fenómenos, como son los costos, transferencias, compras, cálculos de perímetros, pero sobre todo su aplicación dentro de la vida cotidiana, en el sector empresarial, los cuales no solo se encuentran en contextos matemáticos sino también en el marco de otras ciencias (Campeón et al., 2018). En el ámbito de educación es una parte esencial del currículo que ayuda a desarrollar destrezas matemáticas y mejorar la comprensión de los estudiantes en su aprendizaje para la vida.

Según el Instituto Nacional de Evaluación Educativa en el año lectivo 2019-2020 se evaluaron a 169.567 estudiantes, de los cuales 82.311 son hombres y 87.256 son mujeres, que pertenecen a 2.109 instituciones educativas, y en matemática el promedio es de 7,68 puntos sobre 10, además se detalla que el porcentaje de aciertos es de solo el 50%, en el tópico relacionado al tema de función lineal (INEVAL, 2020). Los resultados mencionados nos muestran un bajo rendimiento en el área de matemática por parte de los educandos, relacionadas al limitado uso de nuevas metodologías y tecnologías que tengan como actor principal al estudiante, fomentando el pensamiento crítico y a su vez la resolución de problemas.

En Ecuador los estudiantes que cursan la asignatura de matemática dentro de la Educación General Básica presentan un bajo nivel de aprendizaje, como lo informan los resultados de las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional, en las que se obtuvo como resultado que solo el 29% de los involucrados lograron porcentajes de aprovechamiento satisfactorio, lo cual indica las deficiencias que existe en esta área (PISA, 2018). Por ende, para progresar con respecto al aprendizaje matemático los educandos deben tener las definiciones bien claras, aprovechar los recursos tecnológicos, fomentar el trabajo en equipo, retroalimentar y poseer motivación personal.

De este modo, la problemática se identifica mediante la observación directa en una Unidad Educativa Particular de la ciudad de Ambato-Ecuador, ya que existe deficiencia en el componente de aprendizaje de la matemática en los estudiantes de noveno año de Educación Básica en el tema de función lineal, por una enseñanza tradicional que no fomenta el uso de material didáctico y tecnológico, provoca la falta de interés y el conocimiento frágil del educando; y por medio del uso de GeoGebra se aborda el tema de forma creativa, interactiva, dinámica y divertida, además con la investigación realizada por el modelo TAM se espera un nivel satisfactorio de aceptación del software en dicho proceso, y con ello un incremento en el aprendizaje debido al interés, participación y motivación de los estudiantes.

Por todo lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo determinar el aporte de la herramienta GeoGebra basado en el Modelo TAM referente al aprendizaje en la temática de función lineal para los estudiantes de noveno año de Educación General Básica de una Unidad Educativa Particular de la ciudad de Ambato. Por tanto, los beneficiarios directos son los educandos y la institución, ya que se busca una mejora en sus destrezas, capacidades y pensamiento crítico en matemáticas mediante el uso del programa informatizado en un entorno que ayude a elevar el nivel de aprendizaje, mientras que los beneficiarios indirectos son los padres de familia que buscan dar a sus hijos una educación de calidad, así mismo la comunidad al estar involucrados en el desarrollo de los futuros profesionales del país.

## Metodología

El trabajo de investigación fue realizado en una Unidad Educativa Particular ubicada en la ciudad de Ambato-Ecuador. Es de enfoque cuantitativo, basándose en la recolección y análisis de datos, además de la estadística para obtener los resultados e interpretar los mismos a través del programa estadístico SPSS (Sánchez, 2019).

El tamaño de la muestra poblacional estuvo conformado por los 32 estudiantes del noveno año de Educación General Básica, paralelo "A". Se utilizó el método de muestreo intencional no probabilístico, donde los elementos seleccionados fueron elegidos por criterio del investigador (Gamboa-Graus, 2018). Se aplicó la encuesta como técnica de investigación y el cuestionario como instrumento, mismos que se desarrollaron por medio de formularios en Google Forms, y cuyos datos obtenidos fueron procesados para su análisis y resultados a través del programa estadístico SPSS (Jiménez, 2020).

Se empleó una investigación de tipo cuasi experimental, para un mismo grupo con dos mediciones (pretest y postest), donde se manipuló las condiciones normales de estudio con respecto a la variable independiente, que en este caso fue el uso del software GeoGebra con el fin de probar el grado de aceptación, es decir lograr un cambio positivo en la variable dependiente que viene hacer el aprendizaje de la función lineal en matemática (Guevara et al., 2020).

Se realizó un cuestionario de diagnóstico para analizar las condiciones actuales y el uso de las TIC dentro del aula, luego se desarrolló las clases demostrativas del tema mediante la ejecución de la herramienta propuesta por el investigador, y a través de un pretest y postest determinar si los cambios en relación al nivel de aprendizaje son los esperados; por último se aplicó el cuestionario basado en el Modelo TAM para medir el nivel de aceptación del uso de GeoGebra por parte de los educandos (Caicedo et al., 2022); (Pimbo et al., 2023). El alcance del estudio fue de tipo descriptivo, ya que busca la exposición, descripción y características de los aspectos presentes de un determinado grupo de personas, a fin de obtener los resultados necesarios para potenciar el aprendizaje de matemática en relación al tema de función lineal.

## Resultados

La investigación se elaboró en siete etapas, con las que se consigue alcanzar el objetivo determinado por el autor, y las cuales se detallan a continuación:

**Etapas 1:** Se desarrolló la base teórica del estudio de investigación y elaboración del cuestionario de diagnóstico en Google Forms, el cual constó de 20 preguntas cerradas y politómicas, diez de las cuales fueron realizadas según la escala de Likert (Matas, 2018). Además, diez preguntas son de opción múltiple, ocho de respuesta única y dos con respuestas múltiples; para finalmente validar dicho cuestionario por criterio de expertos, por lo que inicialmente se confeccionó un listado de 20 posibles profesionales en cumplir los requisitos, y luego del respectivo procesamiento de información y datos se determinó a siete personas como docentes expertos en la asignatura (desde cinco años en adelante) que cuentan con título de cuarto nivel en el área de educación que los avala.

**Etapas 2:** Se aplicó el cuestionario de diagnóstico a los estudiantes con el fin de determinar si tienen conocimiento sobre las TIC en el área de la educación y si usan herramientas tecnológicas e innovadoras para el aprendizaje de la función lineal en matemática (Huamán et al., 2022).

**Etapas 3:** Se planificó la realización de ocho sesiones para las clases demostrativas a través de una ficha pedagógica, que se fundamenta en el modelo desarrollado por David Kolb de aprendizaje basado en experiencias, la cual plantea cuatro fases que son la experiencia, observación, conceptualización y experimentación (Rodríguez, 2020).

Etapa 4: Se desarrolló el pretest en Google Forms y se implementó con el fin de determinar el nivel de conocimiento actual de los estudiantes en el tema de función lineal dentro de la matemática, el cual constó de 14 preguntas, las cuales fueron cerradas y realizadas según la escala de Likert, donde el procesamiento de los datos se efectuó utilizando el software estadístico SPSS.

Etapa 5: Se instaló la herramienta GeoGebra para realizar las clases demostrativas determinadas por el investigador en el aula de los estudiantes motivo de la investigación, para luego ver cómo reaccionan educativamente a este tipo de aprendizaje innovador (Hernández, 2017).

Etapa 6: Posteriormente se utilizó el postest elaborado en Google Forms según la escala de Likert, y el procesamiento de los datos se efectuó usando el software SPSS, para así establecer si existe una mejora en el aprendizaje matemático del tema de función lineal, gracias a la aplicación de la herramienta tecnológica GeoGebra.

Etapa 7: Por último, se aplicó el cuestionario basado en el Modelo TAM según una escala de Likert, validado por los siete docentes expertos en la asignatura, y elaborado en Google Forms, datos que fueron procesados a través del programa estadístico SPSS con el fin de analizar la variable de estudio y obtener los resultados, para así establecer el grado de aceptación con respecto al uso del programa GeoGebra en el aprendizaje matemático del tema función lineal por parte de los educandos (De Jesús & Ayala, 2021).

A continuación, se presenta los resultados de la aplicación del cuestionario de diagnóstico a los estudiantes, donde se obtuvo lo siguiente:

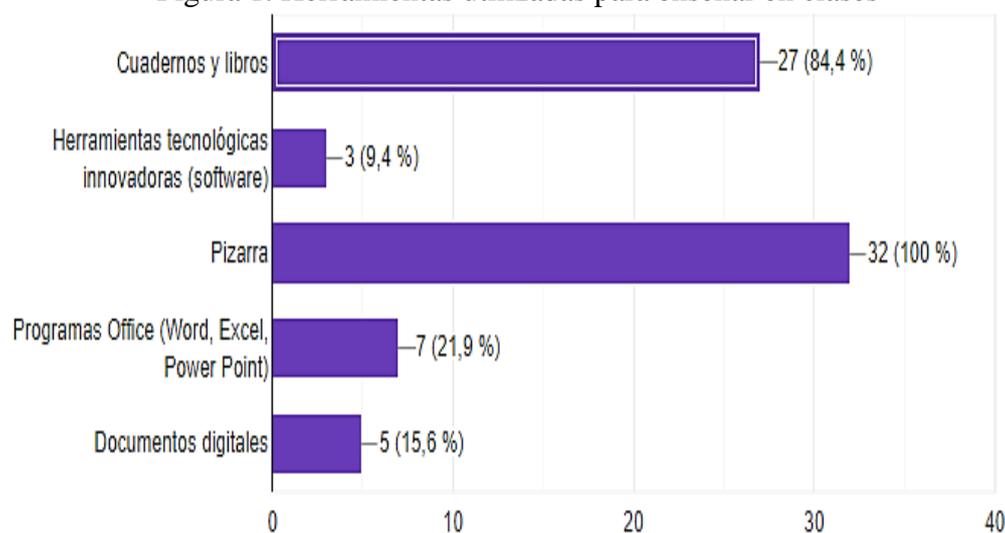
Tabla 1. Resultados del cuestionario de diagnóstico

Preguntas	Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
¿Conoce acerca de las TIC?	Sí	10	31,3
	No	15	46,9
	Tal vez	7	21,9
¿El conocimiento que tiene sobre las TIC es?	Deficiente	14	43,8
	Regular	11	34,4
	Bueno	5	15,6
	Muy bueno	2	6,3
	Excelente	0	0
¿Con qué frecuencia su docente utiliza herramientas tecnológicas para enseñar?	Nunca	1	3,1
	Casi nunca	16	50
	A veces	13	40,6
	Casi todas las clases	2	6,3
	Todas las clases	0	0
¿Conoce acerca del software GeoGebra?	Sí	4	12,5
	No	21	65,6
	Tal vez	7	21,9
¿Considera que el uso de herramientas tecnológicas facilita el aprendizaje matemático?	Totalmente en desacuerdo	0	0
	En desacuerdo	0	0
	Indeciso	2	6,3
	De acuerdo	17	53,1
	Totalmente de acuerdo	13	40,6
Total de cada pregunta	Total	32	100

Fuente: elaboración propia

La información presentada denota que el 46,9% de los estudiantes no conocen acerca de las TIC, el 43,8% tienen conocimientos deficientes sobre estas tecnologías, el 50% informan que casi nunca el docente las utiliza para enseñar, el 65,6% no conocen el software GeoGebra, y el 93,7% consideran que el uso de dichas herramientas tecnológicas facilita el aprendizaje matemático; con esto se concluye que el proceso de educación se condiciona a una enseñanza tradicional donde solo el docente transmite conocimiento y el factor central de aprendizaje es la memorización. Por tanto, es importante involucrarse con el uso de TIC que alienten a los estudiantes a participar constantemente en clases, además de facilitar la comprensión y mejorar las destrezas de los educandos en el estudio de la matemática con el apoyo de un profesor preparado en estrategias innovadoras de aprendizaje.

Figura 1. Herramientas utilizadas para enseñar en clases



Fuente: elaboración propia

En la figura 1 se observa que las herramientas más utilizadas por el docente para enseñar son la pizarra en el 100% de las clases, en un 84,4% son con cuadernos y libros, en contraste del 9,4% que indica que utilizan herramientas tecnológicas; por tal motivo la educación debe estar en constante evolución, adaptarse a las necesidades actuales y no depender de la pizarra como herramienta principal de aprendizaje, por lo que programas como GeoGebra que son versátiles pueden ayudar a los involucrados a interactuar de manera visual y dinámica la comprensión de los temas de estudio.

Por otra parte, la importancia de la planificación de clase, donde se involucre el uso de herramientas informatizadas. A continuación, se presenta la ficha pedagógica realizada que está relacionada al currículo de EGB que presenta el Ministerio de Educación, para la investigación consta de ocho sesiones y cada una tiene una duración de dos horas de clase, es decir de 90 minutos en total por clase.

Tabla 2. Ficha pedagógica para el proceso de aprendizaje

<b>Aprendizaje de la Función Lineal</b>
<b>Objetivo de Aprendizaje:</b> Los estudiantes concluirán que el aporte de la herramienta GeoGebra en el aprendizaje matemático de la función lineal contribuye al mejoramiento del proceso de la educación.

<b>Destrezas con Criterio de Desempeño:</b>			
M.4.1.47. Definir y reconocer funciones lineales en $Z$ , con base en tablas de valores, de formulación algebraica y/o representación gráfica, con o sin el uso de la tecnología.			
M.4.1.48. Reconocer funciones crecientes y decrecientes a partir de su representación gráfica o tabla de valores.			
M.4.1.49. Definir y reconocer una función real, sus características: dominio, recorrido, monotonía, cortes con los ejes.			
M.4.1.50. Definir y reconocer una función lineal de manera algebraica y gráfica (con o sin el empleo de la tecnología), e identificar su monotonía a partir de la gráfica o su pendiente.			
<b>Presentación del Docente:</b> Palabras de bienvenida e indicaciones.			
<b>Herramienta Tecnológica:</b> Detallar la información del programa a utilizar.			
<b>Ingreso a GeoGebra:</b> <a href="https://www.geogebra.org/classic?lang=es">https://www.geogebra.org/classic?lang=es</a>			
<b>Uso del Material:</b> Dar la clase mediante el programa GeoGebra, con la participación de los estudiantes y los subtemas a tratar.			
<b>Sesiones:</b>			
N°	Subtema	Método	Herramienta
1	Plano cartesiano, función lineal, fórmula, elementos, características.	Ciclo de aprendizaje: Experiencia Observación Conceptualización Experimentación.	GeoGebra Computadoras Proyector Internet.
2	Tipos de función: Función creciente, decreciente y constante.		
3	Puntos de corte con los ejes, e intersección de rectas.		
4	Pendiente, ejercicios propuestos.		
5	Ecuación de la recta, ejercicios propuestos.		
6	Análisis de gráficas.		
7	Ejercicios complementarios de función lineal.		
8	Evaluación final.		

Fuente: elaboración propia

Luego se realizó el pretest a los estudiantes, donde las 14 preguntas formuladas y posteriormente validadas por los expertos evaluaron los niveles actuales de conocimiento que tienen sobre el tema de función lineal, mediante una escala Likert de valoración, que tiene un rango de calificación para cada nivel de la rúbrica, la cual es dada por el Ministerio de Educación, y dichas evaluaciones realizadas por los educandos fueron calificadas por el investigador. Además, se determinó la fiabilidad del instrumento (cuestionario) por el método de alfa de Cronbach, dando como resultado un valor de 0.988, lo cual indicó que es altamente confiable.

Dichos datos obtenidos del pretest fueron procesados más adelante por medio del programa SPSS para su respectivo análisis estadístico, junto con los nuevos datos que se obtendrán del postest luego de ejecutar la herramienta GeoGebra propuesta por el investigador a través de las clases demostrativas, para de esa manera determinar por medio de un análisis

comparativo si hubo una mejora significativa con relación al aprendizaje del tema de función lineal.

En la tabla 3 se presenta los niveles de la rúbrica y el rango de calificación que tiene cada una de ellas, para así conocer los niveles de desempeño tanto en el pretest como postest.

Tabla 3. Escala de niveles de la rúbrica para medir el nivel de desempeño

Niveles	Rango de calificación
Escaso	$\leq 4$
Básico	5 - 6
Satisfactorio	7 - 8
Muy Avanzado	9
Excelente	10

Fuente: elaboración propia

A continuación, se realizó las clases demostrativas de manera presencial en ocho sesiones con base en la ficha pedagógica, la cual permitió enlazar los componentes del currículo educativo con las actividades y los subtemas propuestos. Las sesiones de clase se llevaron a cabo en el aula (laboratorio) mediante la proyección del programa GeoGebra por parte del investigador y el uso de los computadores de la institución para el aprendizaje, y su aplicación en cada subtema de estudio, que contó con la atención y participación activa de los estudiantes de noveno año de Educación General Básica.

Luego se ejecutó el postest en los estudiantes para evaluar si se obtuvo una mejora en el aprendizaje del tema de función lineal gracias al uso del programa GeoGebra.

Con los datos obtenidos para la investigación se desarrolló el procesamiento utilizando el software SPSS tanto para el pretest como postest, donde se hizo el análisis de estadística descriptiva con medidas de tendencia central (mediana, moda, cuartiles, percentiles) y tabla de frecuencias; también se aplicó la prueba de normalidad y se empleó Shapiro Wilk ya que la población es de 32 estudiantes, se determinó que es una distribución no normal y se usó una prueba no paramétrica. Por ende se realizó el análisis comparativo entre el pretest y postest mediante la prueba de Wilcoxon, y se visualizó que en todos los datos obtenidos de los ítems con respecto a la significación asintótica dan valores menores a 0.05, es decir existe diferencia significativa en las mediciones, por lo cual se acepta la hipótesis del investigador, ya que se puede ver que en prácticamente todas las preguntas los rangos positivos son mayoritarios en relación a los rangos de empates y negativos que son mínimos, con lo que se concluyó que la estrategia implementada del uso de GeoGebra logró una mejora en el aprendizaje de la función lineal en los educandos.

En la tabla 4 se observa los resultados con respecto a los niveles de desempeño académico que tuvieron los estudiantes luego de las evaluaciones, en relación al aprendizaje del tema de función lineal, con los respectivos porcentajes en cada una de las escalas, tanto de la clase tradicional (pretest) como con la implementación de GeoGebra (postest).

Tabla 4. Resultados comparativos entre el pretest y postest basado el nivel de desempeño

Nivel de desempeño académico	Porcentaje Pretest Clase tradicional	Porcentaje Postest GeoGebra
Escaso	18,1%	4,7%
Básico	22,5%	12,8%
Satisfactorio	19,1%	25,9%
Muy Avanzado	20,9%	21,6%

Excelente	19,4%	35%
<b>Total</b>	100%	100%

Fuente: elaboración propia

Acorde a los datos procesados en el pretest (clase tradicional) y posttest (GeoGebra) se consiguió una mejora en el aprendizaje, en el nivel escaso del 18,1% a un 4,7%, es decir el cambio en el porcentaje se distribuyó a los niveles superiores. Seguidamente en los niveles posteriores (básico, satisfactorio y muy avanzado) se evidenció así mismo una variación positiva en los porcentajes, y en el nivel excelente se registró un incremento significativo del 19,4% al 35%. En resumen, con la implementación del software matemático se obtuvieron resultados favorables con respecto a la evaluación en todos los niveles de desempeño académico referente a las clases del tema de la función lineal, por parte de los estudiantes del noveno año de Educación General Básica.

Por último, se elaboró el cuestionario basado en el modelo TAM para recopilar la información necesaria a fin de determinar el nivel de aceptación tecnológica mediante la utilidad y facilidad de uso percibida en cuanto al programa GeoGebra como aporte para los educandos en el aprendizaje matemático de la función lineal.

En la tabla 5 se presenta las alternativas y el valor asignado de aceptación a cada una de ellas para realizar la evaluación.

Tabla 5. Escala de alternativas para la evaluación por el modelo TAM

Alternativas	Valor Asignado
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente: elaboración propia

Seguidamente se muestra los ítems del cuestionario para la evaluación a los estudiantes por el modelo TAM:

Tabla 6. Ítems para la evaluación

Instrumento: Cuestionario	
Factor: Utilidad Percibida (UP)	
N°	Ítems
UP1	El uso de la herramienta GeoGebra me permite realizar mis tareas en clase sobre la función lineal con rapidez.
UP2	El uso de GeoGebra en clases mejora la calidad de mis tareas.
UP3	La herramienta GeoGebra acrecienta mis destrezas matemáticas y nivel de conocimiento sobre el tema.
UP4	La herramienta GeoGebra mejora mi participación en clases.
UP5	GeoGebra es una herramienta útil para realizar mis tareas de clase.

UP6	La herramienta GeoGebra me ayuda a trabajar en equipo de manera más frecuente con mis compañeros de clase.
UP7	Me siento cómodo y satisfecho al momento de realizar tareas en clase con la herramienta GeoGebra.
UP8	El uso de GeoGebra me permite mantener una comunicación más amigable con mis compañeros y el docente.
<b>Factor: Facilidad de Uso Percibida (FUP)</b>	
FUP1	Encuentro de forma general que las computadoras son fáciles de usar.
FUP2	Aprender a utilizar la herramienta GeoGebra es fácil para mí.
FUP3	Mi interacción con el programa GeoGebra es claro, entendible y sencilla.
FUP4	GeoGebra facilita la comprensión de los conceptos matemáticos y la resolución de ejercicios sobre el tema función lineal dado por el docente.
FUP5	GeoGebra facilita la retroalimentación y la evaluación sobre el tema de la función lineal.
FUP6	Encuentro de forma general, que es fácil realizar actividades educativas con el uso de este tipo de herramientas tecnológicas.
FUP7	Me gustaría usar con mayor frecuencia este tipo de programas innovadores dentro del aula clase.
FUP8	Me gustaría usar con mayor frecuencia este tipo de herramientas tecnológicas fuera de clases para realizar las tareas enviadas por el docente.

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6 se observa los 16 ítems que conforman el cuestionario, ocho para el factor de Utilidad Percibida (UP) y ocho para el factor de Facilidad de Uso Percibida (FUP).

Se obtuvo los siguientes resultados que se presenta en la tabla 7 y tabla 8, donde se visualiza que la mayor cantidad de los porcentajes se encuentran en las dos alternativas más sobresalientes de la escala.

Tabla 7. Resultados de los ítems de utilidad percibida

Ítems N°	Frecuencia					Porcentaje %					Total	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	32	100%
UP1	0	0	3	21	8	0	0	9,4	65,6	25		
UP2	0	0	1	14	17	0	0	3,1	43,8	53,1		
UP3	0	0	1	19	12	0	0	3,1	59,4	37,5		
UP4	0	0	3	19	10	0	0	9,4	59,4	31,3		
UP5	0	0	0	14	18	0	0	0	43,8	56,3		
UP6	0	0	3	17	12	0	0	9,4	53,1	37,5		
UP7	0	0	3	18	11	0	0	9,4	56,3	34,4		
UP8	0	0	1	17	14	0	0	3,1	53,1	43,8		

Fuente: elaboración propia

Conforme con los datos procesados, el 65,6% están de acuerdo que GeoGebra permite realizar las tareas en clase sobre función lineal con rapidez, ya que este programa cuenta con funciones interactivas y características dinámicas que ayudan a la capacidad de los estudiantes a obtener resultados prontamente; el 53,1% informan estar totalmente de acuerdo en que dicha herramienta mejora la calidad de las tareas gracias a su presentación visual, el análisis de datos, la validación y comprensión de la temática como aspectos principales. El 59,4% están de acuerdo que el software acrecienta las destrezas matemáticas y el conocimiento puesto que se consigue experimentar y explorar conceptos mediante de la resolución de ejercicios; en conformidad a ello, el 59,4 están de acuerdo que la aplicación en mención mejora la participación de los educandos en clase debido al aumento de interés que se da en las tareas, gracias a lograr un ambiente cómodo, interesante, motivador y entretenido que forja una mayor confianza en la realización de las actividades.

El 56,3% están totalmente de acuerdo que GeoGebra es útil para realizar las tareas, ya que facilita el proceso de aprendizaje y la resolución de problemas de forma efectiva por medio de la combinación de recursos, comandos y características que posee; así mismo el 53,1% informan estar de acuerdo que el programa ayuda a trabajar en equipo con los compañeros de manera frecuente, debido a que facilita la comunicación, colaboración, edición, el compartir recursos y la realización de tareas en tiempo real con los demás involucrados, con ello ser eficientes y productivos para conseguir los resultados deseados. El 56,3% están de acuerdo que se sienten cómodos al usar el software por su entorno e interfaz fácil de manipular y de utilizar en la realización de actividades educativas; además el 53,1% están de acuerdo que GeoGebra permite mantener una comunicación amigable con los compañeros y el docente ya que fomenta la unión del grupo, de sus habilidades y destrezas matemáticas, para así aprender de las experiencias de los demás durante el proceso de aprendizaje.

Tabla 8. Resultados de los ítems de facilidad de uso percibida

Ítems N°	Frecuencia					Porcentaje %					Total	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	32	100%
FUP1	0	0	0	13	19	0	0	0	40,6	59,4		
FUP2	0	0	3	20	9	0	0	9,4	62,5	28,1		
FUP3	0	1	2	18	11	0	3,1	6,3	56,3	34,4		
FUP4	0	0	2	17	13	0	0	6,3	53,1	40,6		
FUP5	0	0	3	16	13	0	0	9,4	50	40,6		
FUP6	0	0	3	17	12	0	0	9,4	53,1	37,5		
FUP7	0	0	2	18	12	0	0	6,3	56,3	37,5		
FUP8	0	0	2	17	13	0	0	6,3	53,1	40,6		

Fuente: elaboración propia

Según los datos procesados, el 59,4% están totalmente de acuerdo que las computadoras son fáciles de usar, ya que actualmente los estudiantes tienen familiaridad con el manejo de este tipo de tecnología, la cual es diseñada para hacer que la interacción sea accesible, amigable e intuitiva; el 62,5% están de acuerdo que aprender a utilizar GeoGebra es fácil, gracias a que dicha herramienta ha sido desarrollada para ayudar en el entorno educativo del área de matemática y para la comprensión de los temas de estudio. En correspondencia a ello, el 56,3% están de acuerdo que la interacción con el programa es claro, entendible y sencilla, ya que tiene características visuales que llaman la atención y lo hacen accesible e intuitivo para el aprendizaje de los educandos; además el 53,1% están de acuerdo que facilita la comprensión de conceptos matemáticos y la resolución de ejercicios sobre la función lineal, por medio de su interfaz amigable que fomenta la eficiencia, calidad y experiencia integral del aprendizaje en clase por medio de la aplicación en cuestión.

El 50% están de acuerdo que GeoGebra facilita la retroalimentación y la evaluación sobre la función lineal, ya que se realizan los ejercicios con precisión, donde las gráficas desarrolladas pueden ser corregidas y comentadas por el docente, para mejorar la comprensión y capacidad de los estudiantes a fin de lograr la excelencia académica; por tanto, el 53,1% están de acuerdo que es fácil realizar actividades educativas con el uso de este tipo de herramientas tecnológicas, puesto que brindan acceso de información, recursos, aprendizaje personalizado, buena interacción, visualización adecuada, y otras características que ayudan a aprender y reforzar los contenidos de estudio. Por consiguiente, el 56,3% está de acuerdo con usar frecuentemente este tipo de programas en el aula y el 53,1% está de acuerdo también con usarlos fuera de clases para realizar las tareas enviadas por el docente, ya que estimulan el interés, la motivación, impulsan el aprendizaje, crean actividades atractivas que aumenta el compromiso de los estudiantes sobre el tema de estudio como lo evidencia la investigación realizada.

### **Discusión**

En la actualidad el uso de herramientas tecnológicas en el ámbito educativo tiene un papel fundamental en el desarrollo del aprendizaje, donde los docentes deben ser los encargados de implementar estrategias innovadoras para que los estudiantes puedan beneficiarse de un entorno dinámico, didáctico, visual e interactivo.

Por ende, el estudio de los autores (Pimbo et al., 2023), indica que las herramientas digitales en la asignatura de matemática favorece un aprendizaje activo, constructivista, colaborativo y participativo, permite a los educandos interactuar con el contenido. Direcciona al estudiante a ser el verdadero agente en la construcción de sus propios conocimientos, para que logren alcanzar un desempeño académico significativo, y forjar la aplicación de la tecnología con fines pedagógicos para propiciar escenarios que favorezcan la motivación, el interés y la gestión por aprender.

Además, (Bedregal et al., 2019), revela una actitud positiva de los estudiantes hacia el uso de herramientas digitales en diversas temáticas de estudio, reflejan una buena valoración de la utilidad percibida y facilidad de uso, en base al análisis por el modelo TAM, ya que los involucrados en la investigación perciben las actividades implementadas como beneficiosas para su desarrollo académico.

La investigación de (Caicedo et al., 2022), indica la implementación de la tecnología en diversas temáticas de las ciencias exactas, los estudiantes pueden acceder a datos y gráficas en tiempo real, lo que les permite realizar análisis y tomar decisiones en un entorno práctico, lo que puede ser más efectivo que las clases tradicionales.

En concordancia con la información anteriormente mencionada y el estudio realizado en esta investigación se destaca la implementación de los programas tecnológicos en la educación;

en este caso la herramienta GeoGebra que fomenta el desarrollo de las destrezas en los estudiantes, sobretodo con la resolución de ejercicios de función lineal, lo cual logra una mejora del pensamiento crítico y con ello alcanzar un aprendizaje significativo del tema.

### Conclusiones

Las TIC en la educación engloban herramientas tecnológicas y recursos que facilitan y mejoran la calidad del proceso de aprendizaje de manera didáctica e innovadora, donde los estudiantes son los protagonistas de la clase y quienes construyen sus propios conocimientos. La aplicación GeoGebra contribuye a la resolución de ejercicios sobre función lineal de forma interactiva, divertida, flexible, dinámica y personalizada, con el fin de potenciar en ellos el intelecto académico y prepararlos para un mundo cada vez más digitalizado y competitivo dentro de la sociedad actual.

El modelo TAM ayuda a explicar y medir el nivel de aceptación del uso de las TIC por parte de los usuarios al adoptar nuevas tecnologías, por medio de la comprensión de los factores utilidad percibida y facilidad de uso percibida, para determinar si es beneficioso su utilización para las tareas requeridas. En el estudio realizado un alto porcentaje de estudiantes están de acuerdo que la herramienta GeoGebra es fácil de usar y aporta en el rendimiento del aprendizaje matemático.

Con la investigación se concluye que la evaluación basada en el modelo TAM fue positiva, ya que los estudiantes lograron mejorar sus conocimientos teóricos-prácticos mediante el uso de GeoGebra en las clases de matemática; entre los resultados obtenidos en cuanto a los factores de utilidad percibida y facilidad de uso percibida se observa que entre las alternativas sobresalientes de evaluación (de acuerdo y totalmente de acuerdo) de los ítems del postest sobrepasan el 90% de aceptación tecnológica.

### Referencias bibliográficas

- Bedregal, N., Cornejo, V., Tupacyupanqui, D., & Flores, S. (2019). Evaluación de la percepción estudiantil en relación al uso de la plataforma Moodle desde la perspectiva del TAM. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 707-718. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000400707>
- Berrocal, C., & Palomino, A. A. (2022). Capacidad de resolución de problemas matemáticos y su relación con las estrategias de enseñanza en estudiantes del primer grado de secundaria. *Educación matemática*, 34(2), 275-288. <https://doi.org/10.24844/em3402.10>
- Caicedo, C. R., Rodríguez, A. del C., Amaya, F. O., & Toala, F. J. (2022). Aceptación tecnológica para el desarrollo de entornos inteligentes IoT desde la percepción de estudiantes con un alto nivel de educación. *Reciamuc*, 6(4), Article 4. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1079>
- Campeón, M. C., Aldana, E., & Villa, J. A. (2018). Ingeniería didáctica para el aprendizaje de la función lineal mediante la modelación de situaciones. *Sophia*, 14(2), 115-126. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.2i.629>
- Cenas, F. Y., Gamboa, L. R., Blaz, F. E., & Castro, 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>
- Da Silva, A. M., Vieira, F. R., & Fernandes, F. C. (2022). Uma proposta de situação didática pautada pelos constructos teóricos da Didática da Matemática e apoiada pelo software GeoGebra. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 31, 40-45. <https://doi.org/10.24215/18509959.31.e4>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user Acceptance of

- Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- De Jesús, L., & Ayala, S. (2021). Estrategias didácticas a través de la realidad mixta para el aprendizaje teórico-práctico en estudiantes de educación media superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.922>
- Gallardo, C. del P., Caurcel, M. J., Rodríguez, A., & Capperucci, D. (2023). Opinions, training and requirements regarding ICT of educators in Florence and Granada for students with functional diversity. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00977-0>
- Gamboa-Graus, M. E. (2018). Estadística aplicada a la investigación educativa. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/articulo/view/427>
- Granić, A., & Marangunić, N. (2019). Technology acceptance model in educational context: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2-40. <https://doi.org/10.1111/bjet.12864>
- Guevara, G. P., Verdesoto, A. E., & Castro, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), Article 3. <https://recimundo.com/index.php/es/articulo/view/860>
- Hernández, C. M. (2017). Ejercicios geométricos con exigencias de orden, movilidad y construcción con asistencia del GeoGebra: Ejemplos y observaciones didácticas. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 3. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/articulo/view/34>
- Huamán, C. M., Ramos, L. A., & Chumbimune, M. N. (2022). Investigación y aprendizaje de Ciencia y Tecnología en estudiantes del tercer grado de educación primaria. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i2.3103>
- INEC. (2017). Tecnologías de la Información y Comunicación. *ENEMDU-Tic*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- INEVAL. (2020). Resultados nacionales en la evaluación Examen de Grado año lectivo 2019-2020 en Ecuador. *Instituto Nacional de Evaluación Educativa*. <https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2019-2020.pdf>
- Jiménez, L. (2020). Impacto de la investigación cuantitativa en la actualidad. *Convergence Tech*, 4(4). <https://doi.org/10.53592/convtech.v4i4.35>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Ordoñez, L. G., & Medina, R. P. (2022). Wordwall: Una experiencia de aprendizaje para el estudiante de Educación básica. *Revista de Investigación*, 46(108), Article 108. <https://doi.org/10.56219/revistasdeinvestigacion.v46i108.1176>
- Pimbo, A. G., Manotoa, H. R., Medina, R. P., & Morocho, H. D. (2023). Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: Análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM. *Revista Odigos*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.35290/ro.v4n1.2023.752>
- PISA. (2018). *Resultados de las pruebas en Ecuador del Programa para la Evaluación Internacional de estudiantes*. [https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE\\_InformeGeneralPISA18\\_20181123.pdf](https://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE_InformeGeneralPISA18_20181123.pdf)
- Rivera, M. I., Salgado, G., & Flores, C. D. (2019). Explorando las Conceptualizaciones de la

- Pendiente en Estudiantes Universitarios. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(65), 1027-1046. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n65a03>
- Rodríguez, L. G. (2020). Estilos de aprendizaje basados en la teoría de Kolb predominantes en los universitarios. *Revista Científica Internacional*, 3(1), 81-88. <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v3i1.22>
- Roig, R., Rojas, J., & Lascano, N. A. (2022). Análisis del uso de Moodle desde la perspectiva del modelo TAM en tiempos de pandemia. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 95-112. <https://doi.org/10.6018/riite.519341>
- Sánchez, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024>