

La influencia de la herramienta tecnológica *MalMath* en el aprendizaje de ecuaciones de segundo grado en los estudiantes de Preparatec Tecsup en Lima

LUIS ALBERTO RETAMOZO SANCHEZ¹

Universidad Científica del Sur - Perú

Recibido el 25-10-24; primera evaluación el 30-07-25;
segunda evaluación el 28-10-25; aceptado el 14-11-25

RESUMEN

Los procesos educativos que resultan particularmente beneficiados con el uso de tecnología didáctica son las asignaturas que requieren cálculos extensos y creación de gráficos de diversa complejidad, como las matemáticas. Por eso, este estudio determina la influencia del uso de la herramienta *MalMath* en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado, en los estudiantes de la carrera de gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del Preparatec Tecsup. Con un diseño cuasiexperimental, una muestra de 50 estudiantes dividida en dos grupos, se aplicó un pre y postest. Los resultados indican que la variable independiente del pretest no interactuó como variable significativa que modificara los resultados del postest; se concluye que el uso de la herramienta *MalMath* influyó significativamente en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en estudiantes universitarios de matemática inicial.

Palabras clave: herramienta *MalMath*, aprendizaje de ecuaciones de segundo grado, estudiantes universitarios.

¹ Ingeniero de sistemas. Candidato a magíster especializado en tecnologías Networking y Sistemas Operativos con Windows Server. Certificado como CCNP Enterprise, CCNA, NSE4 Network Security e ITIL foundation Certificate in IT Service Management. Instructor nivel superior dictando el programa tecnología en Redes y SO. Amplia experiencia como ingeniero de redes liderando proyectos de telecomunicaciones al sector corporativo, el Estado y supervisando contratistas. Correo electrónico: 100031776@cientifica.edu.pe ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5125-0382>



The Influence of the *MalMath* Technological Tool on the Learning of Quadratic Equations among Preparatec Tecsup Students in Lima

ABSTRACT

Educational processes that particularly benefit from the use of instructional technologies are those involving extensive calculations and the construction of graphs of varying complexity, such as mathematics. In this context, the present study examines the influence of the *MalMath* technological tool on the learning of quadratic equations among students enrolled in the Heavy Machinery Management and Maintenance program at Preparatec Tecsup. A quasi-experimental design was employed, with a sample of 50 students divided into a control group and an experimental group, using pre-test and post-test measurements. The results indicate that the pre-test did not act as a significant covariate influencing post-test outcomes. Consequently, the findings demonstrate that the use of the *MalMath* tool had a statistically significant positive effect on students' learning of quadratic equations in introductory university-level mathematics courses.

Keywords: *MalMath* tool; quadratic equations learning; university students; educational technology.

A Influência da Ferramenta Tecnológica *MalMath* na Aprendizagem de Equações Quadráticas em Estudantes do Preparatec Tecsup em Lima

RESUMO

Os processos educativos que mais se beneficiam do uso de tecnologias educacionais são aqueles que envolvem cálculos extensos e a elaboração de gráficos de diferentes níveis de complexidade, como ocorre na matemática. Nesse contexto, este estudo analisa a influência da utilização da ferramenta tecnológica *MalMath* na aprendizagem de equações quadráticas em estudantes do curso de Gestão e Manutenção de Máquinas Pesadas do Preparatec Tecsup. Foi adotado um delineamento quase experimental, com uma amostra de 50 estudantes distribuídos em grupo controle e grupo experimental, por meio da aplicação de pré-teste e pós-teste. Os resultados indicam que o pré-teste não atuou como uma variável independente significativa capaz de modificar os resultados do pós-teste. Conclui-se que o uso da ferramenta *MalMath* exerceu uma influência positiva e significativa na aprendizagem de equações quadráticas em estudantes de matemática em nível universitário inicial.

Palavras-chave: ferramenta *MalMath*; aprendizagem de equações quadráticas; estudantes universitários; tecnologia educacional.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y evolución de la tecnología ha dado paso al surgimiento de nuevas herramientas digitales que permiten una comunicación más eficiente. Dicha eficiencia se logra a través de diversos recursos audiovisuales, así como a través del procesamiento de data y el uso de programas de cómputo que permiten agilizar procesos y cálculos, entre otros beneficios. Debido a ello, resulta muy importante en la docencia el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), tal como plantea Joshi (2022), quien menciona que los docentes pueden usar las TIC para impartir contenido de forma efectiva y responder a las demandas del siglo XXI al integrar conocimiento pedagógico, contenido y TIC. Al establecer la relevancia de las TIC para la sociedad y los educandos, que resultan particularmente beneficiados con el uso de tecnología didáctica, es importante mencionar que las asignaturas que requieren cálculos extensos y la realización de gráficos de diversa complejidad, como las matemáticas, son, precisamente, las que más ventaja obtienen al emplear programas o herramientas tecnológicas digitales dirigidas a dicha actividad. Por ello, se hace necesario el crear nuevas metodologías de enseñanza mediante programas interactivos para el aprendizaje de las matemáticas, que ofrecen, de una manera práctica y entretenida, la difusión de contenidos diseñados para ejecutar cálculos. En consecuencia, la presente investigación ha fijado su enfoque en el uso de un programa para el aprendizaje de las matemáticas, denominado *MalMath*, cuya elección fue considerada debido a que su contenido específico con fundamentos didácticos de alta calidad integra representaciones múltiples procedimental, simbólica y gráfica, que resultan claves para generar un entendimiento conceptual del modelo cuadrático. En comparación con alternativas como Photomath (algunas de cuyas funciones avanzadas operan bajo suscripción), la gratuidad y el funcionamiento *offline* de *MalMath* constituyen ventajas prácticas para cursos de nivelación como Preparatec. Por otra parte, herramientas como GeoGebra y Symbolab no ofrecen los beneficios que, en términos de currículo, la integración de representaciones múltiples y ejemplos de problemas resueltos paso a paso, propios de *MalMath*, resultan más adecuadas con las mejores prácticas para pasar de la competencia y destreza procedimental a la comprensión conceptual.

El presente estudio tiene como objetivo determinar su impacto en el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas, profundizando, específicamente, en los retos que enfrentan los alumnos de la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas en Preparatec Tecsup, en Lima. Si bien las matemáticas constituyen un área de conocimiento compleja, en general, para un gran

número de estudiantes, en el caso de este grupo de formación técnica, las dificultades parecen estar relacionadas con el entendimiento de los conceptos y su aplicabilidad. En primer lugar, se manifiestan errores bastante frecuentes cuando los estudiantes deben identificar correctamente los coeficientes y los parámetros de la ecuación cuadrática, lo que, a su vez, da lugar a procedimientos inadecuados para la resolución de esta. Igualmente, existe una deficiencia a la hora de distinguir adecuadamente el uso de la fórmula general con métodos de factorización, lo que origina resultados incorrectos que evitan la adecuada consolidación del aprendizaje. Asimismo, se pudo evidenciar la dificultad para llevar estos conocimientos abstractos al contexto técnico propio de su especialidad. Por ejemplo, al calcular esfuerzos en componentes mecánicos o al analizar trayectorias parabólicas en el movimiento de piezas, el deficiente dominio en ecuaciones cuadráticas imposibilita que los estudiantes incorporen la matemática como método de apoyo para resolver problemas de mantenimiento y gestión de maquinarias. Estas limitaciones impactan, por una parte, en el ámbito académico y, por otra, en el ámbito profesional, lo cual puede observarse en las bajas calificaciones y en la incapacidad de interpretar modelos matemáticos aplicados a la ingeniería mecánica, lo que dificulta el desarrollo de competencias analíticas para tomar decisiones técnicas, comprometiendo así la formación integral y la posible inserción laboral de los estudiantes.

Resulta necesario señalar que el objetivo de la investigación no se limita a fortalecer el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas en los alumnos de Preparatec Tecsup en Lima, sino que, además, busca contribuir a la superación de las limitaciones a las que históricamente ha estado sometido el sistema educativo peruano respecto de la enseñanza de las matemáticas. Diversos estudios indican que los bajos niveles de comprensión matemática en el país se deben a la intervención de metodologías tradicionales que se limitaban a la memorización y a la resolución de ejercicios de manera mecánica, lo cual condujo a la desmotivación y a la falta de aplicación práctica de lo aprendido (Cueto, 2021). Por ello, la incorporación de herramientas tecnológicas como el uso de *MalMath* supone una alternativa didáctica que vincula a los contenidos abstractos con procesos interactivos y visuales para poder favorecer un aprendizaje más significativo. Como sostienen Almenara y Cejudo (2020), el empleo de herramientas digitales en el aula, por sí mismo, supone motivación estudiantil y un desarrollo de competencias adquirido siempre que se realice de forma planificada, dentro de un modelo didáctico. En esta misma línea, el estudio constituye un aporte más a la evidencia sobre la forma en la cual la tecnología puede convertirse en un recurso de apoyo que solucione las deficiencias estructurales que el sistema educativo peruano presenta en el área de las mate-

máticas. Por último, es esencial señalar que los resultados de la investigación pueden ser una referencia posible para políticas educativas que integren la innovación tecnológica en la enseñanza.

El Ministerio de Educación del Perú ha reconocido la necesidad de implementar metodologías activas apoyadas en recursos digitales para garantizar aprendizajes de calidad (MINEDU, 2020). En consecuencia, el utilizar aplicaciones como *MalMath* no impacta únicamente en la formación técnica de los estudiantes de Preparatec -Tecsup en Lima, sino que también dialoga con las pautas que la nación desea promover para la modernización de la enseñanza y la disminución de las brechas educativas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Existen diversas investigaciones que constatan las limitaciones de los métodos tradicionales para la enseñanza de las ecuaciones cuadráticas. Los planteamientos, centrados en repetición de procedimientos o en la resolución mecánica de ejercicios, forman a menudo aprendizajes superficiales y poco significativos. Manandhar et al. (2022) señalan que los estudiantes con bajo conocimiento conceptual cometen más errores cuando se enfrentan a problemas que requieren comprensión del tema más allá del procedimiento, lo que muestra las limitaciones del enfoque puramente algorítmico. Así, las deficiencias de comprensión conceptual entre estudiantes que usan mayormente procedimientos limitan su capacidad para resolver problemas nuevos o contextualizados (Manandhar et al., 2022).

Por su parte, investigaciones en Latinoamérica también han puesto de manifiesto que el mantener estrategias tradicionales deviene en elevados niveles de desinterés y, por lo tanto, en bajos logros en las matemáticas. Castro (2023) indica que la falta de contextualización al enseñar ecuaciones cuadráticas acentúa los problemas cognitivos y generan en el estudiante errores sistemáticos en la utilización de fórmulas o la interpretación de resultados. Estas limitaciones han sido paliadas a través de distintas experiencias que demuestran que la incorporación de tecnologías digitales transforma la forma en la que los estudiantes se acercan al aprendizaje de las matemáticas. En tal sentido, Salazar Álvarez y Yungán Cazar (2022) justificaron cómo la utilización de aplicaciones móviles y entornos virtuales potencia el aprendizaje activo, dado que permite la realización de simulaciones dinámicas y representaciones gráficas de funciones cuadráticas. Del mismo modo, un estudio de Erazo Moreno

(2024) pone de manifiesto que las plataformas digitales fomentan, no solamente la motivación del alumnado, sino que facilitan también la construcción del conocimiento de forma colaborativa.

Así, la incorporación de herramientas como *MalMath* debe interpretarse a la luz de la evidencia de que no busca sustituir los métodos tradicionales con el uso de la tecnología y/o de las plataformas, sino más bien busca enriquecerlos con aquellas herramientas que favorecen la concepción conceptual, la resolución autónoma de problemas y la relación de la matemática con ámbitos reales. Esta forma de concebir el uso de *MalMath* concuerda con las metodologías actuales que favorecen los planteamientos del aprendizaje activo y significativo que otorgan respuesta a la realidad del sistema educativo en el Perú y a la formación técnica superior.

2.2. Las TIC en la innovación de los procedimientos para el aprendizaje de las matemáticas

Al hablar de las matemáticas en la educación superior, y el cómo sus procesos de aprendizaje implican desafíos constantes, los investigadores en enseñanza de la educación matemática en niveles superiores se orientan hacia un modelo estructurado en función de las competencias digitales a integrar. Tal es el caso de Useche et al. (2022) con el aprendizaje móvil, que continúa promovido por el enfoque constructivista de la formación. En este sentido, según Pedraja-Rejas et al. (2024), a medida que las filosofías y las prácticas avanzan hacia pedagogías centradas en el alumno, la tecnología, ahora puede ofrecer nuevas posibilidades al alumno, como un aprendizaje personalizado, contextualizado y sin restricciones temporales y espaciales. El conocimiento construido se vincula al uso de la tecnología en un entorno propicio, así, este conocimiento se profundiza e incrementa, por ejemplo, en la investigación realizada por Medina et al. (2022) se pone de manifiesto cómo los estudiantes con alto aprovechamiento en el uso de las TIC presentan mejores evaluaciones que el resto. Otros autores, como Velarezo (2021) han enfatizado que las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas son una herramienta que debe estar presente en la enseñanza del cálculo y la representación gráfica de funciones. Así, los problemas son resueltos con medios tecnológicos sin ninguna dificultad, en especial, en el modelado de situaciones pertinentes a un área de formación técnica específica.

2.3. Aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado

Este marco conceptual incluye, en primer lugar, el contenido o t3pico matem3tico que los estudiantes aprenden, la ecuaci3n de segundo grado, en tres aspectos: el concepto, la operacionalizaci3n y por 3ltimo la transformaci3n para su contextualizaci3n. En segundo lugar, cu3les son las l3neas o ideas que se siguen de c3mo aprenden los estudiantes este objeto algebraico. Seg3n Wilkie (2022), una idea esencial para comprender las ecuaciones de segundo grado es entenderlas como funciones cuadr3ticas que pueden ser usadas en un modelo o fen3meno particular. Todas las funciones cuadr3ticas comparten caracter3sticas comunes con la funci3n principal $f(x) = x^2$, como la simetr3a con respecto a una l3nea vertical que pasa por el v3rtice de la par3bola correspondiente (Wilkie, 2022).

Los siguientes m3todos de manipulaci3n algebraica de las expresiones corresponden a m3todos para resolver las ecuaciones de segundo grado relacionadas: (a) la transformaci3n de forma est3ndar a factorizada implica la factorizaci3n; (b) transformar de forma est3ndar a forma de v3rtice implica completar el cuadrado; (c) la transformaci3n desde un v3rtice o forma factorizada requiere usar el orden de las operaciones para multiplicar monomios y constantes y sumar cualquier constante para obtener la forma est3ndar. Enfoques constructivistas, como, por ejemplo, el propuesto por Levin y Walkoe (2022), afirman que la perspectiva seg3n la cual los recursos cognitivos previos del estudiante (es decir, sus experiencias preinstruccionales) constituyen “semillas” para construir el pensamiento algebraico en el aula. Este enfoque se condice con la idea de que los aprendices traen experiencias que sirven como una base para modelar y construir expresiones algebraicas. El objeto matem3tico en la investigaci3n aqu3 desarrollada son las ecuaciones de segundo grado, cuyo contenido est3 definido por propiedades algebraicas, algor3tmicas y de modelaci3n. Para alcanzar la construcci3n de ese conocimiento debe generarse un escenario donde el estudiante o el colectivo de estudiantes se encuentre problematizado o en conflicto cognitivo.

2.4. Uso de la herramienta *MalMath*

Una combinaci3n de medio digital o dispositivo con una aplicaci3n multiplataforma constituye una herramienta que ofrece oportunidades dentro del aula, ya que la interactividad y la interconexi3n son caracter3sticas que facilitan un aprendizaje eficaz de la matem3tica (Rodr3guez et al., 2021). El uso de la herramienta *MalMath* se considera una estrategia pedag3gica para el proceso de ense1anza-aprendizaje mediado por tecnolog3a digital en un ambiente de

aprendizaje móvil (Bolante et al., 2025). La herramienta digital *MalMath* es una aplicación multiplataforma, cuyo objetivo principal es resolver problemas de matemática en el nivel de ingeniería y ciencias (Formariz Pombo, 2015). Esta herramienta permite resolver problemas paso a paso y, además, ofrece los gráficos correspondientes con sus análisis. Asimismo, la herramienta *MalMath* ofrece estar al alcance de todos, sin costos y sin conexión. Cruz (2017) considera que la accesibilidad al *software*, así como el hecho de que se instala físicamente en el dispositivo móvil, son beneficios para quienes desean una experiencia didáctica en el aprendizaje móvil.

3. METODOLOGÍA

3.1. Método

El presente estudio es una investigación cuasiexperimental; este diseño es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos o los procesos de cambio en situaciones donde los sujetos o unidades de observación no han sido asignados de acuerdo con un criterio aleatorio (Fernández García et al., 2014). La selección de los participantes se llevó a cabo bajo dicho diseño con un grupo control y un grupo experimental, lo que supuso trabajar con secciones previamente establecidas en la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del programa Preparatec Tecsup, en Lima. No se realizó una asignación completamente aleatoria, sino que esta se hizo siguiendo criterios de igualdad académica, identificando el marco muestral formado por los estudiantes matriculados en el curso de Matemáticas aplicadas del ciclo académico 2023-I. A partir de este universo, se seleccionaron dos secciones académicas equivalentes en número de estudiantes y características generales (antecedentes educativos en matemáticas) con pretest y postest para cada sección. Una de estas secciones fue designada como grupo experimental (GE), donde se introdujo el tratamiento de uso de la herramienta *MalMath* en las sesiones de clase. Así, en un entorno de clase invertida, se buscó medir el cambio producido por dicho tratamiento en el aprendizaje del contenido (definición, características y análisis de raíces), procedimientos (métodos de solución y algoritmos) y problemas en contexto (modelado) de una ecuación de segundo grado. La otra sección fue establecida como grupo control (GC), donde se aplicaron clases en el entorno de clase invertida, pero sin el uso de la herramienta *MalMath*.

Por otra parte, la tradición epistemológica enmarca esta investigación en un enfoque cuantitativo, según Flynn y Ingerson (2022), ya que se usa el método

de replicabilidad y predicción para investigar los problemas. En este sentido, se definió una variable independiente: uso de la herramienta *MalMath* como apoyo pedagógico, así como una variable dependiente: aprendizaje de la ecuación de segundo grado, con el fin de coleccionar evidencia estadística medible en un cuasiexperimento, donde las hipótesis son contrastables.

La investigación es de tipo predictiva, porque utiliza datos que pueden ser medidos y analizados estadísticamente y consiste en predecir las variables dependientes con respecto a una variable independiente. En otras palabras, se predice el comportamiento de la variable dependiente controlando las intervenciones o el tratamiento bajo ciertas condiciones (Cabezas & Danny, 2022).

3.2. Población y muestra

La población de estudio estuvo compuesta por los estudiantes inscritos en la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas en el programa Preparatec Tecsup de Lima durante el ciclo académico 2023-I. La población a la que se hace referencia es muy heterogénea en términos de procedencia socioeconómica: muchos individuos suelen ser procedentes de sectores urbanos y periurbanos de familias con ingresos medios y bajos, lo cual limita su acceso a entornos de apoyo académico, así como a recursos educativos previos.

En relación con las características académicas, se pudo corroborar que los estudiantes evidencian antecedentes educativos heterogéneos en matemáticas, con problemas constantes en álgebra, factorización y en la resolución de ecuaciones. Esto demuestra la existencia de brechas formativas heredadas de la educación secundaria. Igualmente se identificó que, respecto de sus habilidades tecnológicas, muchos de ellos solo poseían dominio práctico en dispositivos móviles y aplicaciones de uso común, aunque no precisamente en el uso de herramientas digitales con fines académicos.

Por último, se estableció una población de ciento cincuenta ($N = 150$) alumnos que constituyen la totalidad de los que se matricularon en el curso de Cálculo y estadística en la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinaria pesada en Preparatec - Tecsup, durante el primer semestre del 2023.

La muestra igual al 33,3% de la población, de dos grupos asignados por calendario académico en el curso de Cálculo y estadística en la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinaria pesada en Preparatec Tecsup, durante el primer semestre del 2023, consta de 25 estudiantes para cada uno de los grupos y estuvo compuesta por $n = 50$ estudiantes universitarios de la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinaria pesada en Preparatec Tecsup, que fuesen no repitentes matriculados y que cumplieron con el requisito de

asistencia (> 90%). La muestra es no aleatoria o “de grupos intactos”; debido a la forma de asignación, solo fueron considerados los criterios de exclusión, en tanto los participantes fueron seleccionados debido a su pertenencia al curso.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. *Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Subvariable / Dimensiones	Definición operacional	Tipo de variable	Instrumento de recolección
Aprendizaje de ecuaciones de segundo grado	Habilidad matemática cognitiva de índole racional	Análisis de raíces de las ecuaciones de segundo grado	Definición y propiedades de las ecuaciones de segundo grado Identifica según características la ecuación de segundo grado, aplica propiedades algebraicas	Cualitativa	Prueba posttest Evaluación del logro de aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado
		Métodos de solución de ecuaciones de segundo grado	Identifica las reglas y estrategias y desarrolla algoritmos hasta encontrar el método de solución	Cualitativa	
		Problemas contextualizados utilizando ecuaciones de segundo grado	Resolver problemas contextualizados utilizando ecuaciones de segundo grado dadas situaciones reales, hacer la representación con una ecuación de segundo grado y resolverla.	Cualitativa	

Variables	Definición conceptual	Subvariable / Dimensiones	Definición operacional	Tipo de variable	Instrumento de recolección
Herramienta MalMath	Estrategia pedagógica que se refiere al uso y aplicación de una herramienta tecnológica en apoyo al proceso de aprendizaje de las matemáticas universitarias	Exposición por parte del profesor acerca de MalMath	Presentación de la herramienta.	Cualitativa	Valoración de la herramienta (Encuesta) Uso de <i>tablets</i>
		Interacción de los estudiantes con la herramienta MalMath	Resolución de ejercicios mediante el uso y aplicación de la herramienta.	Cualitativa	

3.4. Instrumentos de toma de datos

Se realizó un instrumento de consentimiento informado, donde todos los alumnos participantes firmaron previamente a la aplicación del cuestionario. De igual manera, se creó un pretest el cual consistió en una prueba escrita de evaluación del conocimiento previo sobre ecuaciones de segundo grado. Dicha prueba se compone de cinco (5) ítems mayores, los cuales se agrupan en tres dimensiones, distribuyendo 15 ítems menores. Cada una de estas tres subescalas es evaluada de manera separada y, por ende, la prueba posee tres diferentes tipos de preguntas. Esta incluye una evaluación mixta que contiene diferentes reactivos que evalúan el aprendizaje de prerrequisitos de ecuaciones; preguntas de completar; relaciones y desarrollo de ejercicios; y problemas provenientes de contextos y situaciones cotidianas.

También se creó un postest, que consistió en una evaluación escrita la cual contiene diferentes reactivos, y cuyo propósito es evaluar el aprendizaje en las distintas dimensiones definidas para la variable dependiente en el contenido de las ecuaciones de segundo grado. Se encuentra compuesta por cuatro (4) ítems mayores, distribuidos en tres dimensiones o subescalas, con distintos puntajes según los 13 ítems menores. Cada subescala se evaluó por separado para formar las dimensiones o variables independientes o covariables que contribuyen a comprobar las hipótesis específicas del problema en estudio.

3.4.1. Validación y confiabilidad de los instrumentos

Según Sánchez y Reyes (2015), todo instrumento de medida debe cumplir con dos propiedades básicas: validez y confiabilidad. Para la confiabilidad del pretest y postest se aplicó la prueba pretest con 14 ítems con puntuación en

escala nominal de respuesta correcta o incorrecta a 20 estudiantes de Gestión de maquinarias pesadas del Preparatec -Tecsup, según lo indicado por Aldana y Morales (2020). Se obtuvo, con ayuda de las pruebas de fiabilidad del SPSS (2020), un alfa de Cronbach de 0.80, es decir, dentro de la escala, el pretest es muy confiable.

De la misma manera, con un grupo piloto de 20 estudiantes, el postest, medido en 12 ítems en escala nominal de correctas e incorrectas, arroja un alfa de Cronbach de 0.74 que sigue siendo confiable, moderadamente. Los cálculos de fiabilidad realizados en este estudio muestran que la confiabilidad del test mejora al aplicarse a estudiantes de ingeniería. En cuanto a la validez del instrumento, se recurrió a la evaluación de cinco (5) docentes expertos en la materia y de reconocida trayectoria, con un resultado de un 100% de acuerdo entre los expertos participantes.

3.4.2. Procedimiento

La presente investigación se llevó a cabo en las aulas destinadas para la enseñanza del curso de Cálculo y estadística de la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinaria pesada de Preparatec Tecsup. Previamente a la administración del tratamiento, se aplicó el pretest en una sesión de clases, tanto al GC como al GE.

Luego, se aplicó la herramienta *MalMath* en la ecuación de segundo grado a través de un plan de clases que recibió el GC, el cual se caracterizó por la utilización de un desarrollo en un entorno de clase invertida, en dos fases: (a) fase asíncrona: con ayuda del entorno virtual Canvas y (b) fase síncrona, donde se aplicó la prueba pretest.

En el siguiente bloque de clases se presentaron las diapositivas subidas al entorno Canvas, y se realizó una explicación expositiva de las ecuaciones de segundo grado en sus tres dimensiones: análisis de raíces, métodos de solución y problemas en contexto. En el último bloque de clases, se presentó la prueba postest, lo que concluye la investigación con el GC. La herramienta *MalMath* fue utilizada en el GE, en el plan de la sesión de clases diseñado especialmente para aplicar la herramienta. En un segundo bloque, se aplicó el tratamiento, uso de la herramienta *MalMath*. Posteriormente, en el siguiente bloque de clases se aplicó la prueba postest de una duración de 50 minutos.

3.4.3. Intervención de enseñanza

La enseñanza del contenido conceptual y procedimental utilizando la herramienta *MalMath* se llevó a cabo en la fase síncrona del plan de clases. El hecho

de que la herramienta no se conozca no presentó un obstáculo, ya que dentro de la planificación se explicaba el uso de la misma, así, los estudiantes tienen la posibilidad de interactuar con la *tablet* de manera que cada participante usa un dispositivo en forma guiada por el profesor, quien facilita el recurso. Cada estudiante controló la resolución de ejercicios individualmente, así como también compartieron ideas con el profesor y el resto de los estudiantes. En el momento que alcanzaron a revisar sus resultados del paso a paso que genera el *software*, los estudiantes compararon las soluciones manuales con las generadas por el *software*.

3.4.4. Instrumentos para el análisis de datos

Tras finalizar la etapa de recolección de datos en el pretest y postest del GC y GE, se dio lugar a la etapa de procesamiento de datos de los grupos, en la cual las encuestas pasaron por una etapa de codificación, donde se procedió a generar el libro de puntajes por cada uno de los registros—dimensión/pregunta/respuesta—que intervinieron en ambos grupos. Continuando con el proceso de generación de resultados, se procedió a capturar la información (ingreso de datos) en una base de datos realizada con el programa *Microsoft Excel*, en donde, mediante el uso de tablas dinámicas en hojas de cálculo, se realizaron las tabulaciones por cada dimensión /pregunta/respuesta a evaluar.

Se aplicó el estudio estadístico con covariables, un procedimiento estadístico que permite realizar ajustes en el análisis estadístico brindando la posibilidad de un mayor control de las variables, conocido como ANCOVA (Li et al., 2023). El pretest no generó ninguna interacción significativa con los resultados del postest; por tanto, se procedió a analizar la data con el estadístico *t* de Student para muestras independientes en GC, y GE respectivamente en el postest. ANCOVA es un grupo de estudios que incluye variables cuantitativas y cualitativas en su componente sistemático, y considera tres tipos de variables:

- (I) Variables independientes que representan los grupos que se quieren comparar, para nuestro caso de interés, el grupo con el tratamiento de aplicación de la herramienta *MalMath* (también llamado experimental) y el GC bajo clase sin tratamiento.
- (II) Las variables concomitantes o covariables las cuales se quieren controlar. El pretest representa una variable concomitante en nuestro estudio, pero sin interactuar significativamente, es decir, el pretest muestra el nivel de aprendizaje inicial que trae el estudiante, pero esto

no modifica los resultados del postest. Este resultado se interpretó como que, tanto GC como GE, en el momento inicial del experimento son homogéneos.

- (III) La variable dependiente se evalúa con la prueba postest sobre el contenido de las ecuaciones de segundo grado. Es aquella sobre la cual actuó la variable independiente.

La primera posible hipótesis estadística es: $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y, complementariamente $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$, donde μ_1, μ_2 representan las medias del pretest, siendo H_0 la hipótesis nula y H_a la hipótesis alterna. Se exploró la interacción del pretest con estas hipótesis, así como también, se estableció la equivalencia de estos, es decir, se verificó la comparabilidad inicial de ambos grupos. Para comparar las medias del pretest de ambos grupos se aplicó una *t* de Student para muestras independientes, y se utilizó el paquete SPSS Statistics IBM (2020) para realizar los cálculos que amerita el estadístico.

4. RESULTADOS

La presente investigación pretendió dar respuesta a la pregunta ¿cuál es la influencia en el uso de la herramienta tecnológica *MalMath* en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en estudiantes de cálculo y estadística de la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del Preparatec Tecsup, Lima? Para responder esta pregunta, se elaboraron la hipótesis general y las hipótesis específicas. La prueba pretest y postest se aplicaron tanto al GC y al GE. Los datos fueron procesados en el SPSS y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de pretest, según grupo

Prueba	Grupo		Estadístico	Error estándar	
Pretest	Experimental	Media		10,0800	,40382
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,2466	
			Límite superior	10,9134	
		Mediana		10,0000	
		Varianza		4,077	
		Desviación estándar		2,01908	
		Rango		9,00	
	Control	Asimetría		-,184	,464
		Curtosis		,401	,902
		Media		10,8000	,46547
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,8393	
			Límite superior	11,7607	
		Mediana		10,0000	
		Varianza		5,417	
Desviación estándar		2,32737			
Rango		9,00			
Postest	Experimental	Media		16,0400	,50820
		95% de intervalo de confianza para la media			
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,9911	
			Límite superior	17,0889	
		Mediana		16,1778	
		Varianza		16,0000	
		Desviación estándar		6,457	
	Control	Mínimo		2,54100	
		Máximo		9,00	
		Rango		20,00	
		Media		9,8800	,43328
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,9857	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	10,7743	
		Media recortada al 5%			
Mediana		10,0000			
Varianza		4,693			
Desviación estándar	2,16641				
Rango	9,00				

En los estadísticos descriptivos se apuntó con agudeza sobre las medias obtenidas en el pretest en el GC y en el GE. En el pretest, grupo experimental la media es 10,0800, siguiendo la media del grupo control en el pretest de 10,8000. Esto condujo a sospechar que las varianzas y las medias poblacionales son iguales. En consecuencia, se calcula la normalidad por grupos del pretest y postest, con los datos colectados. Así se obtiene la Tabla 3, que muestra las dos pruebas distintas de normalidad (en esta investigación se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk por ser la muestra < 50 en cada grupo).

Tabla 3. Pruebas de normalidad del pretest y postest

	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Pretest	Experimental	,957	25	,360
	Control	,956	25	,343
Postest	Experimental	,945	25	,190
	Control	,973	25	,709

Para comprobar la diferencia de medias o igualdad de medias, según sea el caso de las hipótesis, se necesitaron los resultados de las pruebas de normalidad, que presenta al GC y al GE en el pretest con un nivel de significancia $> \alpha = 0,05$, según la prueba, para muestra < 50 individuos. Es decir, ambos grupos son normales, el GC con una significancia de 0,343, y el GE con una significancia de 0,360. En el mismo sentido, se procedió a realizarla prueba de hipótesis, para ello se establece:

H0: $\mu_1 = \mu_2$, es decir; las medias poblacionales son iguales con $\alpha > 0,05$ (hipótesis nula)

H1: $\mu_1 \neq \mu_2$, es decir; las medias poblacionales son distintas con $\alpha < 0,05$ (hipótesis alterna)

Al aplicar el estadístico t de Student para muestras independientes en SPSS se obtuvo un nivel de significancia 0,248 y 0,249, en ambos casos $> 0,05$, por tanto, se acepta la H0: $\mu_1 = \mu_2$, es decir; las medias poblacionales son iguales con $\alpha > 0,05$ (hipótesis nula). Para un mayor énfasis sobre las muestras escogidas, se puede afirmar que son equivalentes en el nivel de conocimiento previo al contenido sobre ecuaciones de segundo grado; es decir ambos grupos poseen un conocimiento previo similar y su logro en puntuaciones se encuentra sobre una media global de 10,44 puntos. En la gráfica de

frecuencia se observó sus medias alrededor de los 10 puntos, y se consideró la mediana que es una medida más robusta que la media con respecto a datos extremos. Esto permite afirmar que el 50% de los estudiantes alcanza estas medidas de tendencia central alrededor de los diez puntos, cuyo valor representa un valor deficiente en el rendimiento sobre conocimientos previos de matemáticas preuniversitarias de los estudiantes universitarios de la carrera de Gestión de maquinaria pesada en el Preparatec Tecsup. Asimismo, se realizó un diagrama de caja de la similitud de los grupos en el pretest con respecto al rendimiento previo al tratamiento, es decir, previo a la aplicación de la herramienta *MalMath*, y se observó en las puntuaciones del pretest, a la mediana en la misma posición para ambos grupos.

Se pudo verificar si hubo interacción del pretest, o si existió una correlación entre pretest y posttest, utilizando una correlación de Pearson para grupos normales, la cual arroja en sus resultados una significancia de $.343 > .05$; por lo tanto, la correlación de Pearson no es significativa, al ser el coeficiente de correlación negativo. Por otro lado, en la prueba de distribución matricial de puntos entre pretest y posttest, se observó que no existe un patrón de linealidad; esto significa que hacer un estudio de covarianza donde la variable pretest se encuentre en interacción modificando el comportamiento de la variable posttest no es posible, ya que no existe dependencia lineal entre las variables, y tampoco se pueden correlacionar significativamente.

Si bien es cierto, que el pretest es un inicializador del experimento, en esta investigación muestra validez interna, pues la equivalencia de los grupos con respecto al conocimiento matemático previo pudo convertirse en una variable extraña: no es el caso en este experimento. Según lo expuesto anteriormente, se pudo continuar con los resultados y análisis del posttest, tomando en cuenta que el pretest no es una covariable significativa del experimento, es decir, que no interactúa en los resultados del posttest significativamente. El supuesto de normalidad del posttest en los GC y GE para aplicar una *t* de Student de muestras independientes está garantizado. Para el GE un nivel de significancia de $0.190 > 0.05$ y para el GC un nivel de significancia de $0.790 > 0.05$, por tanto, ambos grupos cumplen el supuesto de normalidad usando la prueba de Shapiro-Wilk para muestras < 50 , y permite establecer las siguientes hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2$, es decir; las medias poblacionales son iguales con $\alpha > 0,05$ (hipótesis nula). $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, es decir; las medias poblacionales son distintas con $\alpha < 0,05$ (hipótesis alterna).

Cuando se asumen varianzas iguales, en la *t* de Student, la significancia bilateral calculada es $< 0,001$ que es menor al nivel de significación $\alpha = 0,050$, por lo que se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1 ,

para un 95% de nivel de confianza. Es decir, se acepta que el puntaje promedio obtenido en el logro de aprendizaje de ecuaciones de segundo grado en estudiantes del GE, donde se aplicó la herramienta *MalMath*, es mayor que el puntaje promedio obtenido en el GC, por tanto, la aplicación de la herramienta *MalMath* influye significativamente en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en los estudiantes de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del Preparatec Tecsup. Por otra parte, según los estadísticos descriptivos presentados, (donde la media del GE alcanza un puntaje 16,04 y la media del GC alcanza un puntaje de 9,88) puede afirmarse que las medias poblacionales son distintas, como se demuestra con el contraste de hipótesis. Además, arrojan como resultado que la media del GE = 16,08 es $>$ media del GC = 9,88, lo cual conduce a afirmar que los estudiantes del GE mejoraron, en promedio, efectivamente en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en un 30% más que el GC. En concordancia con lo planteado en las hipótesis específicas del problema, cuyas variables coadyuvan a la hipótesis general, se obtuvieron los resultados de las subvariables o dimensiones en función de los puntajes acordados en la estructura del postest. Las dimensiones análisis de raíces, métodos de solución y problemas en contexto se analizaron por separado al estudiar la respuesta en el postest de cada una de las subvariables en el GE y en el GC.

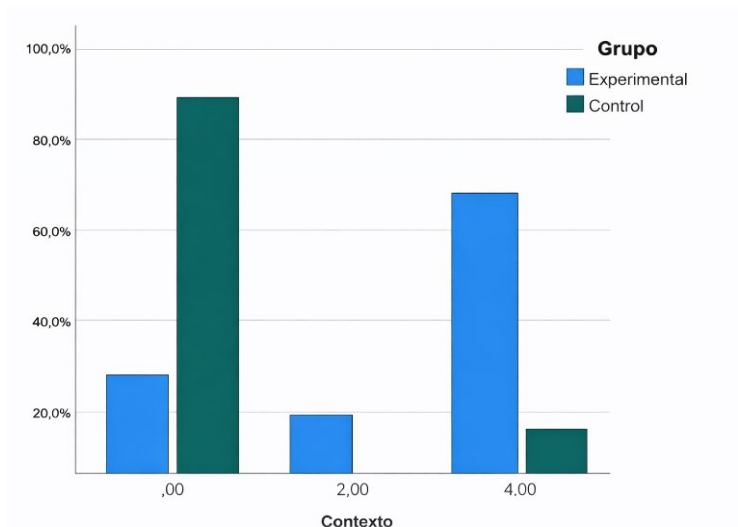
En la estructura del postest, la dimensión análisis de raíces está formada por siete (7) ítems de un punto cada uno; así, si la respuesta es correcta, cada estudiante acumula un máximo de siete puntos. Se observó que en el GE existen 15 estudiantes con una nota de siete puntos por encima del GC, donde se encontraron 11 estudiantes con nota de siete puntos. Esto significa que un 60% del GE alcanza la máxima nota en esta dimensión, mientras que un 44% del GC alcanza la máxima nota. En el GE no existen estudiantes con menos de cuatro puntos, mientras que en el GC si hay al menos uno. En el mismo sentido, si se correlaciona la muestra de GE y GC con todo el postest de ambos grupos, puede observarse que la variable análisis de raíces no se distribuye normalmente en ambos grupos. Esto significa que, en la prueba de Shapiro-Wilk, el resultado es de $0,000 < 0,05$ en el GE y $0,01 < 0,05$ en el GC, entonces, deben realizarse pruebas no paramétricas con el objeto de contrastar la hipótesis establecida para la subvariable análisis de raíces.

Al someter las puntuaciones de la subvariable análisis de raíces a la prueba de U de Mann-Whitney mediante el programa SPSS, prueba no paramétrica de muestras independientes, se observa que existen diferencias significativas en esta dimensión, y los valores de los estadísticos descriptivos son favorables para establecer la mejora en el GE en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo

grado en esta sesión parcial de la prueba posttest. Para continuar validando las hipótesis secundarias, se estudió el comportamiento de la variable solución ecuaciones de segundo grado y métodos. En esta dimensión se encuentra la mayor cantidad de puntos de todo el test, con un peso de 45% sobre el 100% de la prueba. Para ello, se demuestra que ambos resultados de los grupos son normales, con un nivel de significancia 0,072 en el GE y 0,212 en el GC; esto es, que para ambos grupos existe normalidad según el test Shapiro-Wilk. Por lo tanto, se pasa a aplicar la t de Student de muestras independientes obteniéndose una sig. $0,000 < 0,05$, cuando se asumen varianzas iguales. Es decir, debe rechazarse la hipótesis nula de igualdad de medias y asumir la hipótesis alterna de diferencia de medias, lo cual significa, según los estadísticos descriptivos, que se establece una diferencia de medias, ya que en el GE la media es de 6,68 y en el GC es de 3,84, mientras que, porcentualmente GE alcanza un 74,22% sobre la nota total de nueve puntos, y el GC, un 43%. También es importante resaltar que, del 45% del peso porcentual de la subvariable métodos de solución, el GE alcanza un 33,40%, mientras que el GC alcanza un 11,6% del 45%. Esto implica aceptar el hecho que en el GE se logra una mejoría significativa en la subvariable métodos de solución de ecuaciones de segundo grado. Y, por último, para los resultados de la subvariable problemas en contexto, se acudió a una prueba no paramétrica, ya que al ejecutar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se observan que las muestras para esta subvariable no son normales.

Para la prueba no paramétrica en muestras independientes se puede afirmar que se rechazó la hipótesis nula, ya que la distribución de la subvariable problemas en contexto es diferente entre categorías de grupo, es decir la significancia de la prueba U de Mann Whitney para muestras independientes ($< 0,001 < 0,05$) valida el logro del aprendizaje en la sesión de problemas en contexto del GE como mayor que el logro del aprendizaje en la misma sesión del GC. Se observa las proporciones en la Figura 1 porcentaje contra logro en puntuaciones:

Figura 1. Puntuaciones vs. Porcentaje de estudiantes GE y GC



El 90% de los casos del GC obtuvieron una nota de cero puntos en problemas en contexto, mientras que el 65% del GE obtuvo una nota de cuatro puntos. En el GC el 10% obtuvo una nota de dos puntos, mientras que un 25% tuvo una nota de dos puntos en el GE, lo cual hace notorio el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en la sesión parcial de problemas en el contexto del GE.

5. DISCUSIÓN

Mediante la metodología diseñada para esta investigación se logró determinar una influencia significativa del uso de la herramienta *MalMath* en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado en cursos iniciales de Cálculo y estadística para carreras de ingeniería. Más específicamente, en la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del Preparatec Tecsup, durante el 2023. Se obtuvo un primer resultado, con la aplicación del pretest, con una *t* de Student para muestras independientes. El GC y GE, poseen la misma media poblacional sobre la media de diez puntos. En consecuencia, el GE y el GC son equivalentes en cuanto a conocimientos algebraicos previos.

En el mismo orden de ideas, en el resultado acerca de la dependencia lineal entre la variable del pretest que corresponde a conocimientos algebraicos previos y del postest que corresponde al aprendizaje de las ecuaciones de

segundo grado, respecto de la dispersión lineal de puntos se muestra que el pretest no interactúa como covariable en la influencia significativa del uso de la herramienta *MalMath* en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado. En otras palabras, el pretest no actúa como una variable extraña modificando el resultado del postest en ambos grupos; este resultado permitió proseguir con el análisis del postest en GE y en el GC, utilizando exclusivamente el análisis de *t* de Student para muestras independientes siempre que exista normalidad en ambos grupos.

Un segundo resultado relevante es la influencia significativa del uso de la herramienta *MalMath* en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado. En forma general, cuando se evalúa la prueba postest en el GE y evalúa el postest en el GC, se obtuvo un 30% en el logro del postest del GE sobre el GC, por lo que se aceptó y fortaleció la hipótesis general del cuasiexperimento (al comprobarse con un nivel de significancia, usando el estadístico *t* de Student) una mejora en el aprendizaje posterior a la intervención del uso de la herramienta *MalMath*. Los procedimientos algebraicos alcanzados con éxito por los estudiantes del GE con una media de 16.04, evidencian una comprensión conceptual, fluidez procedimental y resolución de problemas en contexto (Li et al., 2023)

Según el diseño del postest, cabe destacar que se declararon los ítems según las subvariables o dimensiones estipuladas (análisis de raíces, métodos de solución y problemas en contexto), siguiendo las formas que definen los contenidos de la ecuación de segundo grado para la enseñanza, según los autores Hernández-Yañez et al. (2022) y Reid O'Connor (2022). El primer grupo de elementos similares caracterizan a la subvariable análisis de raíces, la cual no se distribuye normalmente; por tal razón, se aplica la prueba no paramétrica de *U* de Mann-Whitney, cuyo resultado fue rechazar la hipótesis nula. Para efectos de las hipótesis específicas se cumple la hipótesis que el uso de la herramienta *MalMath* influye significativamente en el aprendizaje del análisis de raíces de las ecuaciones de segundo grado en estudiantes de Cálculo y estadística de la carrera de Gestión y mantenimiento de maquinarias pesadas del Preparatec Tecsup. Posteriormente, se encontró en el postest a la subvariable métodos de solución, la cual refiere a evaluar procesos, operaciones y algoritmos para resolver la ecuación de segundo grado (Hernández-Yañez et al., 2022), se elabora el pensamiento algebraico con ideas esenciales interconectadas. Esta es la sección de la prueba donde se halló un mayor contraste o diferencia de puntajes entre grupos. Es una subvariable que se distribuyó normalmente, entonces, se aplicó un método paramétrico con *t* de Student para muestras independientes, donde se muestra la diferencia significativa entre el

GC y el GE, que favorece al GE. Con estos resultados se aceptó la hipótesis que establece que la aplicación de la herramienta *MalMath* influye significativamente en el aprendizaje de los métodos de solución de ecuaciones de segundo grado, de manera análoga.

El estudiante tuvo que adquirir el algoritmo de solución con operaciones algebraicas, en concordancia con lo propuesto por Mathaba et al. (2024), por la naturaleza del conocimiento matemático organizado en bloques demostrativos que constituyen habilidades cognitivas de un alto nivel. Dicho proceso indica el conocimiento y la adquisición de competencias relacionadas a la organización operacional, desde la experiencia individual. Es por ello que el estudiante, al interactuar con la *tablet*, en busca del algoritmo de solución de la ecuación de segundo grado con apoyo del *software MalMath*, y de manera independiente del profesor, logra contrastar sus soluciones con las soluciones que provee la herramienta *MalMath*. En otras palabras, el estudiante que aplica la herramienta digital adquiere competencias y conocimiento que alcanza en base a su experiencia, al utilizar un sistema algorítmico que le permite un mejor rendimiento, en comparación con el estudiante que observa una clase tradicional. En términos descriptivos, se observa que el 32% de los estudiantes del GE alcanza una nota superior a los estudiantes del GC, en la subvariable métodos de solución.

Aunque, el profesor es el administrador del proceso en la sesión de clase donde se aplica el tratamiento, este no es el centro del aprendizaje: el lenguaje usado por el profesor para expresar y comunicar el lenguaje matemático no impide la comunicación porque existe una organización espacial de símbolos que también se encuentra mediada por la herramienta *MalMath*. La subvariable correspondiente a problemas contextualizados obtuvo un menor rendimiento que la subvariable de métodos de solución de ecuaciones de segundo grado, sin embargo, se usó un método no paramétrico para contrastar la hipótesis y se alcanzó así un mayor valor en la media de GE por encima del GC. Es importante destacar que el tratamiento en el experimento posee una herramienta digital básicamente de cálculo, sin embargo, el estudiante logró acomodar la experiencia individual al conocimiento de las ecuaciones de segundo grado. En términos descriptivos, puede afirmarse que la diferencia por encima del GE con respecto al GC en la subvariable problemas en contexto es de 55%. En concordancia con lo anterior, el análisis descriptivo y estadístico de las tres subvariables en estudio, y, en general, en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado evaluado en el postest permiten establecer la influencia significativa de la aplicación de la herramienta *MalMath* en un entorno de aprendizaje móvil, como lo establecen Bolante et al. (2025).

6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados y la discusión, el uso de la herramienta *MalMath* influye significativamente en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado. Se observó que el uso de la herramienta *MalMath* como estrategia pedagógica mejora positivamente el análisis de raíces de las ecuaciones de segundo grado. El estudiante que se ha expuesto a bajo tratamiento logra identificar y comprender las características de una ecuación de segundo grado, y, mediante la tecnología portable de la herramienta, alcanza un mejor rendimiento en el aprendizaje de las ecuaciones de segundo grado.

El uso de la herramienta *MalMath* impacta significativamente en la solución y métodos de las ecuaciones de segundo grado, lo cual permite elaborar algoritmos de solución y organizar las soluciones algebraicamente. El uso de la herramienta *MalMath*, además, influye significativamente en alcanzar la habilidad de resolver los problemas en contexto de las ecuaciones de segundo grado.

Finalmente, se puede afirmar la importancia que posee el aplicar herramientas tecnológicas en el proceso educativo, y se invita a futuras investigaciones a examinar cómo se puede adaptar la herramienta *MalMath* para diferentes niveles de enseñanza, como, por ejemplo, la educación secundaria, la universidad y los programas de formación continua. Esto permitiría evaluar su efectividad en diversos contextos educativos y en otras ramas de las matemáticas, como las funciones exponenciales, los logaritmos, la geometría analítica o la estadística, lo que facilitaría el ampliar su utilización y lograr un impacto más significativo en la educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, F., & Morales, B. (2020). *Influencia de la estrategia de trabajo colaborativo 1 - 2 - 4 en el logro de aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en estudiantes del primer semestre de la Universidad Continental 2018-20*. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Educación con Mención en Docencia en Educación Superior. Repositorio Institucional: Escuela de Posgrado, Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/item/d4522453-19b4-4036-8ead-5f5509c889a5>
- Almenara, J. C., & Cejudo, C. L. (2020). Covid-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8005978>

- Bolante, L. R., Rosales Jr., E., & Labid, S. A. (2025). Interactive Learning in Algebra: A Quasi-Experimental Study of MalMath and FX Algebra Solver. *Journal of Academic Research*, 9(1), 23-31. <http://ojs.ssu.edu.ph/index.php/JAR/article/view/320>
- Cabezas, N. H., & Danny, V. E. (2022). Modelos predictivos de rendimiento y deserción académica en estudiantes de primer año de una universidad pública chilena. *Scielo. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(45), 299-316. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-51622022000100299
- Castro, D. S. (2023). *Situaciones Didácticas para el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas, desde la resolución de problemas en contextos*. Tesis de Pregrado. Universidad del Quindío. Biblioteca Digital. <https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1313771/Solis2023Situaciones.pdf>
- Cruz, A. (2017). *Uso de recursos TIC para la enseñanza de las matemáticas a nivel superior en la Escuela Académico Profesional de Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal - 2016*. Tesis de Maestro. Universidad Nacional Hermilio Valdizan Escuela de Posgrado. <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/fba17b3c-37ba-4c14-83d9-d2e068dd0cb7/content>
- Cueto, S. (2021). *Treinta años de escuela en abstracto: El Perú desde la escuela*. Universidad del Pacífico.
- Decreto Supremo N°. 012-2020-MINEDU [Ministerio de Educación].31 de agosto de 2020. Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Educación Superior y Técnico-productiva. Diario El Peruano. https://www.minedu.gob.pe/transparencia/2021/pdf/DS_012-2020-MINEDU.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Erazo Moreno, M. M. (2024). *Plataformas digitales en el aprendizaje colaborativo en estudiantes de educación superior en Callao, 2023*. Tesis Doctoral. Universidad Cesar Vallejo: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/134515>
- Fernández, P., Vallejo, G., Livacic-Rojas, P., & Tuero, E. (2014). Validez Estructurada para una investigación cuasi-experimental de calidad. Se cumplen 50 años de la presentación en sociedad de los diseños cuasi-experimentales. *Anales de Psicología*, 30(2), 756-771. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.166911>
- Flynn, S., & Ingerson, T. (2022). *Understanding Research and Ethics*. En S. Flynn, *Research design for behavioral sciences*. Springer.

- Formariz Pombo, A. (28 de mayo de 2015). MalMath, la calculadora para Android que además te enseña. *Utilidades. GATE: Gabinete de teleeducación*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://blogs.upm.es/observatoriogate/2015/05/28/malmath-la-calculadora-para-android-que-ademas-te-ensena/>
- Hernández-Yañez, M. E., García-García, J., & Campo-Meneses, K. G. (2022). Mathematical connections skills associated with the concept of quadratic equation established by prospective Mexican mathematics teachers. *Uniciencia*, 37(1), 1-26. <https://doi.org/10.15359/ru.37-1.13>
- Joshi, B. M. (2022). Integration of Information and Communication Technology in Pedagogy: A Systematic Review of Literature. *Mangal Research Journal*, 3(1), 21-32. <https://doi.org/10.3126/mrj.v3i1.51636>
- Levin, M., & Walkoe, J. (2022). Semillas del pensamiento algebraico: una perspectiva de Conocimiento en Fragmentos sobre el desarrollo del pensamiento algebraico. *ZDM Mathematics Education*, 54, 1303-1314. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01374-2>
- Li, X., Li, S., & Luedtke, A. (2023). Estimating the efficiency gain of covariate-adjusted analyses in future clinical trials using external data. *Revista de la Royal Statistical Society, Serie B: Metodología estadística*, 85(2), 356-377.
- Manandhar, N., Pant, B., & Dawadi, S. (2022). Conocimiento conceptual y procedimental de estudiantes de Nepal en álgebra: un estudio de métodos mixtos. *Educación Dontemporánea en Matemáticas y Ciencias*, 3(1), 22005. <https://doi.org/10.30935/conmaths/11723>
- Mathaba, P. N., Bayaga, A., Tirnovan, D., & Bossé, M. J. (2024). Error analysis in algebra learning: Exploring misconceptions and cognitive levels. *Journal on Mathematics Education*, 15(2), 575-592. <https://doi.org/10.22342/jme.v15i2.pp.575-592>
- Medina, J., Arteaga, E., Sarria, A., & Del Sol, J. (2022). Integración de las TICs al proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en las carreras de ingeniería. *Revista Conrado*, 18(3), 317-326. <https://doi.org/conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/citationstylelanguage/get/harvard-cite-them-right?submissionId=2668>
- Pedraja-Rejas, L., Muñoz-Fritis, C., Emilio, R.-P., & Laroze, D. (2024). Mobile Learning and Its Effect on Learning Outcomes and Critical Thinking: A Systematic Review. *MDPI*, (14). <https://doi.org/10.3390/app14199105>
- Reid O'Connor, B. N. (2022). Exploring the challenges of learning quadratic equations and reflecting upon curriculum structure and implementation. *Mathematics Education Research Journal*, 36, 151-176. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00434-w>

- Rodríguez, M., Del Castillo, H., & Arteaga, B. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *ENSAYOS. Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 36(1), 17-34. <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>
- Salazar Álvarez, E. G., & Yungán Cazar, J. C. (2022). Utilización de aplicaciones software como herramienta de una metodología activa en la enseñanza de la matemática. *Polo del Conocimiento*, 7(7), 329-348. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042814>
- Sanchez , C. H., & Reyes , M. C. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Business Support Aneth SRL.
- Useche, A., Galvis, Á., & Díaz-Barriga Arceo, F. e. (2022). La pedagogía reflexiva en el centro de la transformación digital educativa en las instituciones de educación superior de América Latina. *Revista Internacional de Tecnología Educativa en la Educación Superior*, 19(62). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00365-3>
- Velarezo, S. (2021). Algoritmo y problemas de aprendizaje en la enseñanza del cálculo, un enfoque sociológico aplicado a la educación superior. *Revista Electrónica: Entrevista Académica (REEA)*, III(9), 78-91. https://econpapers.repec.org/article/ervrearea/y_3a2021_3ai_3a9_3a07.htm
- Wilkie, K. (2022). Coordinar el razonamiento visual y algebraico con funciones cuadráticas. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 36, 33-69. <https://doi.org/10.1007/s13394-022-00426-w>

Cómo citar este artículo: Retamozo, L. A. (2026). La influencia de la herramienta tecnológica *MalMath* en el aprendizaje de ecuaciones de segundo grado en los estudiantes de Preparatec Tecsup en Lima. *Educación*, XXXV(68), 224-249. <https://doi.org/10.18800/educacion.202601.A010>

Primera publicación: 04 de febrero de 2026.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.