Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Sistema de ayuda informático para la resolución de ejercicios de ecuación cuadrática en estudiantes de secundaria

Computer help system for solving quadratic equation exercises in secondary school students

Salazar-Gómez, J.F., Dolores-Ruíz, E.*, Valdivia-Rivera, M.J., Hernandez-Cardenas, M., Vázquez-Cruz, R.

TECNM/ Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, C.P. 95180, Tierra Blanca, Veracruz, México.
juliof.sg@tierrablanca.tecnm.mx; erika.dr@tierrablanca.tecnm.mx*; maria.vr@tierrablanca.tecnm.mx; manuel.hc@tierrablanca.tecnm.mx; rafael.vc@tierrablanca.tecnm.mx

Innovación tecnológica: Desarrollo de aplicaciones.

Área de aplicación: Sector educativo básico.

Recibido: 13 marzo 2024
Aceptado: 08 enero 2025

Abstract

The learning of mathematics, particularly quadratic equations, represents a significant academic challenge in secondary education, leading to deficiencies in both the resolution of such problems and overall understanding. Therefore, the objective is to develop and evaluate the functionality of a technological tool that seeks to improve student learning at this educational stage. The research is quantitative with a causal approach, the methodology used is divided into two phases: first, the Rational Unified Process is applied to guide the system's development using Android Studio; second, the effectiveness of the variable "computer-assisted system for solving exercises in quadratic equation learning" is evaluated, using a statistical sample of 302 students. Statistically, a Kolmogov-Smirnov test and Wilcoxon tests were used to statistically evaluate the system's effectiveness in supporting student learning. The results indicate that the use of the computer-assisted system improves problem-solving efficiency by 51% compared to when the tool is not used, concluding that the proposed system effectively supports students in solving quadratic equations and stands out as a user-friendly, cost-effective, efficient solution that does not require internet access.

Keywords: ICT, Learning, Mathematical equations, Apps.

Resumen

El aprendizaje de las matemáticas en específico las ecuaciones cuadráticas, representa un problema académico en educación secundaria, provocando deficiencias en la resolución de este tipo de ejercicios y en el aprendizaje. Por ello, se tiene como objetivo desarrollar y evaluar la funcionalidad de una herramienta tecnológica que busca mejorar el aprendizaje de los alumnos en este nivel educativo. La investigación es cuantitativa con enfoque causal, la metodología utilizada se desarrolla en dos fases: en primer lugar, se aplica el proceso unificado racional que muestra el proceso para el desarrollo del sistema usando Android Studio, en segundo lugar, se evalúa la eficiencia de las variables "sistema de ayuda informático para la resolución de ejercicios en el aprendizaje de ecuación cuadrática" ocupando una muestra estadística de 302 estudiantes. Estadísticamente se aplicó una prueba de Kolmogov-Smirnov y prueba de Wilcoxon para determinar la eficiencia del sistema en el aprendizaje en alumnos. Los resultados destacan que el uso del sistema de ayuda informática causa una eficiencia del 51% en la resolución de ejercicios en comparación cuando no se aplica la herramienta, concluyendo que el sistema propuesto, si ayuda a los estudiantes en la resolución de ejercicios de ecuación cuadrática, además de ser una herramienta amigable, económica, eficiente, que no requiere de acceso a Internet.

Palabras clave: TIC, Aprendizaje, Ecuaciones Matemáticas, Apps.

Introducción

La tecnología, es hoy en día una de las herramientas más importantes en el sector educativo. Martínez et al. (2023) consideran que la educación en línea ha pasado de ser una plataforma básica a una herramienta que permite la interacción con los alumnos y docentes propiciando un aprendizaje. En esta dinámica Chen et al. (2024) y Vidal et al. (2023) coinciden en que la adopción de tecnología en los diversos sistemas constituye una herramienta de gran valor para lograr los objetivos y metas planteadas. Karng y Sinn (2024), sugieren que adoptar nuevas tecnologías en la educación mejora la calidad educativa. Clemente y Debs (2024) manifiestan que existen grandes esfuerzos en materia de desarrollo de tecnología enfocado en el aprendizaje de los estudiantes. Sembey et al. (2024) consideran que existe un inventario importante de tecnología emergente para la evaluación y retroalimentación educativa que está generando un conocimiento significativo en el usuario. Es por ello, por lo que Gunnars (2021), refiere que las tecnologías informáticas son hoy en día un medio para eliminar barreras y miedos que obstaculizan el aprendizaje en los niños. En esta línea Xu (2024), afirma que la importancia de volver a la educación ágil crea un mejor desarrollo cognitivo en el estudiante, aumentando sus capacidades de percepción, generando un cambio paradigmático de lo que es la educación tradicional (Handoyo, 2024). Es así, como la aplicación de multimedia ha encontrado una posición privilegiada en México dentro de la tecnología educativa (Zhang y Jiang, 2024).

México, mantiene una tendencia positiva hacia la utilización de tecnología informática dentro de las aulas, lo que ha traído como consecuencia ese cambio paradigmático (Escobar et al., 2021). En esta dinámica, es que hoy por hoy la educación mexicana ya considera relevante las características de los estudiantes. Bajo este escenario (Mello y

Hernández, 2019) coinciden que los estudiantes orientados al dominio, los que evitan el fracaso y los que aceptan el fracaso, tienen como característica de éxito el auto aprendizaje, motivación y confianza, por lo que la tecnología se convierte en una herramienta de gran valía para ellos.

El ser autodidacta toma relevancia en estos tiempos, ya que poder aprender con mayor velocidad en conjunto con el manejo de las tecnologías (Culzoni et al., 2021), coloca al estudiante un paso adelante en comparación con las personas que no se adaptan o manejan estos aparatos. El simple hecho de aprender a aprender, ha tomado un significado diferente desde el punto de vista tecnológico ya que el modelo educativo tradicional estático ha empezado a transformarse en un modelo dinámico (Torres et al., 2022), el cual abarca más colaboración y liderazgo desde diferentes puntos de vista, gracias a las tecnologías de la información y comunicación para la adquisición de aprendizajes dinámicos.

Actualmente, la enseñanza de las matemáticas, se ha caracterizado por la utilización de las tecnologías de información y comunicación, mismas que han servido de mediadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Paladines, 2023), ya que todavía en algunas partes del país los ejercicios matemáticos se siguen enseñando de manera tradicional, es decir, escribirlo en el pizarrón y explicarlo paso por paso. Sin embargo, el avance en la tecnología y la fácil adquisición de móviles por parte de las familias ha facilitado la aplicación de programas informáticos que ayuden en el estudio de ejercicios matemáticos. Está comprobado científicamente que el uso de herramientas tecnológicas (Zamora et al., 2020), en lo concerniente a software y video, mejoran el aprendizaje de estudiantes en aspectos matemáticos, así como la implementación de tecnologías de libre acceso ya que mejoran las actitudes de los alumnos (Castejón et al., 2021).

En relación con el aprendizaje matemático, referente a su valoración, formación, competencias transversales es de gran importancia que, para la aplicación de estas tecnologías mediadoras, los docentes sean muy hábiles para poder identificar (Bueno, 2022), en qué rubros o circunstancias se puede sacar más provecho a esta sinergia entre estudiantes y tecnología, mejorando el aprendizaje y la resolución de ejercicios. Por ello, el uso de realidad aumentada, como proceso mediador tecnológico ha hecho énfasis en muchos ramos, principalmente en el sector educativo ya que incide de manera positiva (Martínez et al. 2021), en las funciones de los apéndices, permitiéndoles tener mayor interés para su estudio y realización de tareas ya que se les facilita comprender su contenido, mejorando el análisis o comparación incrementando la lógica del estudiante. Es un hecho, que la evolución de las tecnologías de información y comunicación, han tomado una buena posición dentro del quehacer docente, ya instalándose como instrumentos esenciales en el ámbito escolar, es por esto, que es importante una capacitación o iniciación a docentes (Nuñez, 2021) y alumnos en la utilización de tecnología para entender y sacar mayor provecho a estas herramientas tecnológicas, desde los puntos de vista presencial, semipresencial y virtual, para aumentar el aprendizaje. Estar conscientes que la tecnología (Gubaro, 2022), es un medio importante para las propuestas significativas como los ambientes de aprendizaje, tanto en el aula y fuera de ella al fin de alcanzar los objetos de aprendizajes en el nuevo modelo educativo, desde innovar en el proceso de aprendizaje, hasta tener insumos grabados de clases o pasos metodológicos, que se pueden consultar en cualquier momento.

La utilización de clase invertida (Alcalá et al., 2019), en armonía con herramientas digitales como Google Classroom, conlleva a experiencias docentes significativas en cuanto a la creación de contenido, la cual requiere una dedicación en su labor docente, así mismo la experiencia de los estudiantes se vio beneficiado en lo referente a la continuación de trabajo favoreciendo el aprendizaje autónomo. La literatura científica presenta una amplia propuesta tecnológica, que se caracteriza por estrategias tecnológicas, así como el desarrollo de software para facilitar la resolución de ecuaciones cuadráticas como lo menciona Franklin (2019), elemento que es el principal problema en alumnos de secundaria. Otros trabajos refieren, que la simulación a través de software contribuye significativamente en el aprendizaje de las ciencias exactas y naturales. Estudios como el de Vélez et al. (2024), probaron que las tecnologías como Java, Flash y HTML5, promueven un aprendizaje autónomo y activo. Díaz y Díaz (2023) demostraron que la aplicación TI, favorece la resolución de problemas matemáticos complejos con rapidez favoreciendo el aprendizaje. Pinargote et al. (2024), proponen que el uso de python en google colab para la enseñanza de ecuaciones de primer y segundo grado, recibe una validación positiva, posicionándola como una herramienta didáctica de alto impacto en el aprendizaje.

En Tierra Blanca la tendencia no es diferente, de acuerdo a los resultados mostrados en las reuniones de cetes de zona en la educación secundaria, se observa una mayor apertura a la usabilidad de las tecnologías de información y comunicación. No obstante, la aplicación de estas en la asignatura de matemáticas sigue siendo un problema aunado a las dificultades que presentan en la resolución de ejercicios de ecuaciones cuadráticas, con base en lo anterior es que se plantea como interrogante ¿En qué medida un sistema de ayuda informática puede mejorar la resolución de ejercicios de ecuaciones cuadráticas?, teniendo como objetivo desarrollar y evaluar la funcionalidad de una herramienta tecnológica que busca mejorar la resolución de ejercicios de ecuación cuadrática de los alumnos de educación secundaria. La finalidad es demostrar, que a través de la aplicación de un sistema de ayuda informática, es posible mejorar la resolución de ejercicios y que actúa como mediador en el estudio en jóvenes de secundaria de la ciudad de Tierra Blanca, Veracruz.

Metodología

La metodología se divide en dos fases, en primer lugar, se plantea la metodología para el desarrollo de la apps rational unifed process (RUP) (Molina, et al., 2021) y en segundo lugar se muestra el método para evaluar la eficiencia de la misma.

Fase de desarrollo de las apps (sistema de ayuda informático para la resolución de problemas).

Como primera fase, se aplica la metodología proceso unificado racional (RUP) en la cual se asimilan en su etapa de inicio los requerimientos para llevar a cabo el sistema de ayuda para que integre texto, imagen y audio, en la etapa de elaboración se llevó a cabo el diseño del diagrama de flujo en la plataforma en línea draw.io donde se visualizan las partes del sistema de ayuda informático (ver figura 1).

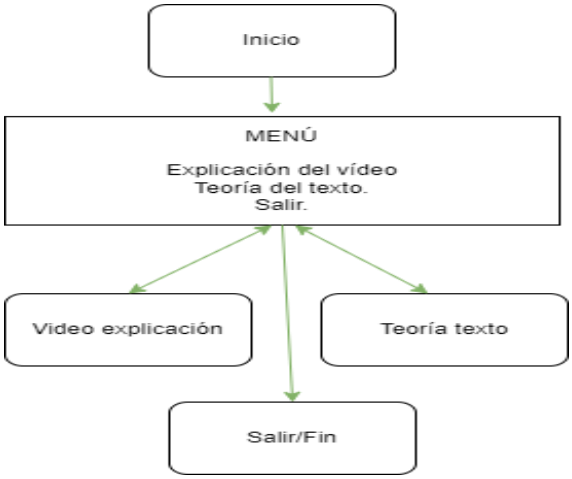


Figura 1. Diagrama de flujo para el diseño del sistema de ayuda informático.

Posteriormente en la etapa de construcción, se muestra el algoritmo realizado en la plataforma draw.io (ver figura 2) para en consecutivo iniciar la programación en Android Studio utilizando Java.

```
Algoritmo.
-Inicio
-Menú de opciones.
      1. Explicación video.
      2.Teoría texto.
      3 Salir.
switch(opc).
{  1.-Se muestra video explicación.
    2.- Se muestra teoría de texto.
    3.- Salir.
}
Fin
```

Figura 2. Diseño de algoritmo y evidencia de la apps.

En la etapa de construcción (figura 3) se visualiza la pantalla principal donde se presenta el menú con opciones de video, teoría en texto.



Figura 3. Pantalla principal del programa.

En la figura 4 se muestra la opción del botón de explicación video, donde a través de un medio visual se explica la resolución del ejercicio de ecuación cuadrática.



Figura 4. Resolución video.

En la figura 5 se muestra la opción en texto para la resolución de la ecuación cuadrática completa paso por paso, con esto se permite que el alumno pueda comparar sus resultados con los que muestra el sistema de ayuda informático y visualizar en qué parte del proceso se equivocó u obtuvo el éxito total en su prueba.

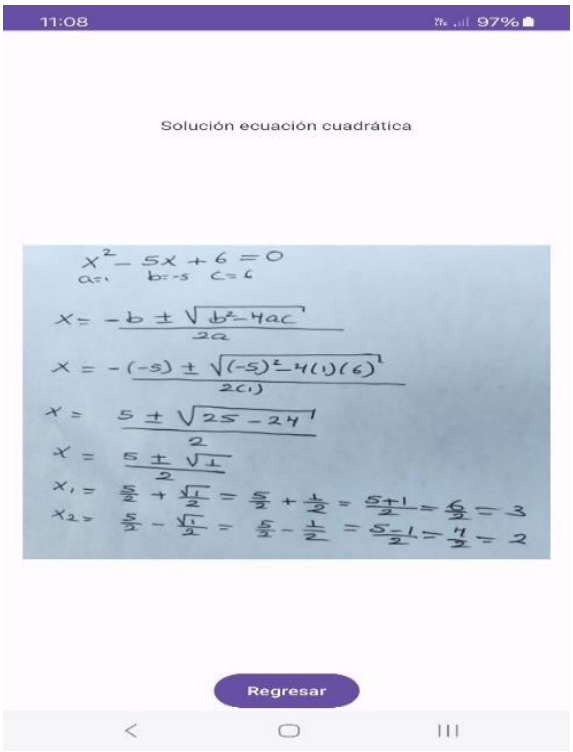


Figura 5. Resolución en texto.

En la etapa final de transición, se realizan las pruebas piloto de ejecución del sistema, donde se visualizan aspectos como: tamaño de las letras, calidad el video, etc., para que el sistema de ayuda informático sea entendible y esté listo para ser proporcionado a los estudiantes para su utilización.

Evaluación de le eficiencia de la apps (sistema de ayuda informático para la resolución de problemas)

Para la segunda fase de la metodología, se inicia la evaluación del sistema de ayuda informático, utilizando una investigación cuantitativa (Hernández y Mendoza, 2018), con un alcance causal. La población se encuentra constituida por 1413 estudiantes de nivel secundaria de 3er grado de secundarias de la Ciudad de Tierra Blanca, Veracruz. La muestra es estadística, aleatoria simple (Boza et al., 2021), con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, obteniendo una muestra de 302 estudiantes. Para la recolección de datos, se llevó a cabo la aplicación de un examen de resolución de problemas matemáticos, compuesto por 4 ejercicios de ecuación cuadrática con un valor de 2.5 cada uno para un total de 10 puntos de calificación, este proceso se realiza en dos tiempos, primero se solicitó a los 302 alumnos estudiaran el tema de manera tradicional por medio de su libreta otorgando un tiempo de una semana para proceder al examen correspondiente. Posteriormente se dejaron pasar 15 días y se les proporcionó a estos mismos estudiantes el sistema de ayuda informático instalado en sus celulares con el objetivo de estudiar la resolución de ejercicios de ecuación cuadrática durante una semana, cumplido el tiempo, se les aplicó el examen para determinar que tan significativo fue el aprendizaje. Para el manejo estadístico y demostrar la eficiencia se realiza una prueba de kolmogorov-Smirnov, la cual es recomendada para muestras mayores a 50 (Flores y Flores, 2023) con la finalidad de determinar si los datos son normales y como están distribuidos para probar la hipótesis nula: “el sistema de ayuda informática para la resolución de ejercicios no aumenta el aprendizaje de ecuación cuadrática”. Posteriormente se aplicó una prueba no paramétrica Wilcoxon para comparar las calificaciones de los exámenes puestos en diferentes momentos (Prueba 1 sin el uso de la app y Prueba 2 con el uso de la app).

Criterios de inclusión y exclusión.

En este trabajo se tomaron como criterios de inclusión alumnos de nivel secundaria, que poseen un móvil o tableta que tenga sistema

Android, como criterios de exclusión se consideraron unicamente las secundarias de la zona urbana, excluyendo a las telesecundarias y secundarias rurales.

Limitaciones

El estudio expone una muestra de 302 estudiantes que fueron evaluados en dos momentos, sin manejar un grupo control y un grupo experimental. Sin embargo, esta evaluación se desarrollará en un tercer momento.

Como hipótesis se plantearon las siguientes:

H1: El sistema de ayuda informática para la resolución de ejercicios no aumenta el aprendizaje de ecuación cuadrática.

H2: El sistema de ayuda informática para la resolución de ejercicios aumenta el aprendizaje de ecuación cuadrática.

Resultados

A continuación, mediante el programa IBM SPSS Statistics 23 se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov como se puede observar en la tabla 1, los datos no siguen una distribución normal, ya que p valor es ≤ que alpha.05.

Tabla 1. Prueba de normalidad de prueba1 y prueba2.

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
prueba1	.365	302	.000
prueba2	.215	302	.000

En la tabla 2 muestra una prueba de Kolmogorov-Smimov, se observa en la tabla que p= .000 que los datos de este conjunto tampoco tienen una distribución normal, por lo tanto se requiere la aplicación de una prueba no paramétrica.

Tabla 2. Prueba de normalidad de conjunto de datos Diferencia.

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
Diferencia	.231	302	.000

Con base en lo anterior se realizó la prueba no paramétrica Wilcoxon usando IBM SPSS Statistics 23. En la tabla 3 se observa que no hubo rangos negativos lo que proporciona una perspectiva positiva ya que ningún alumno bajó su puntaje en la resolución de los ejercicios. En cuanto a los rangos positivos hubo 212 alumnos que mejoraron su puntaje en la resolución de ejercicios de ecuaciones cuadráticas, posteriormente se obtuvieron 90 empates lo que señala que estos estudiantes se mantuvieron en la misma efectividad de resolución de problemas.

Tabla 3. Rangos para la prueba 1 y prueba 2.

		N	**Rango promedio**	**Suma de rangos**
Prueba1 – Prueba2	Rangos negativos	0[a]	.00	.00
	Rangos positivos	212[b]	106.50	22578.00
	Empates	90[c]		
	Total	302		

En la tabla 4 se muestran las tablas de frecuencia de prueba1 y prueba2, se visualizan que 32 alumnos aprobaron la resolución de ejercicios en la prueba1 siendo un 10.6%, mientras que 154 estudiantes aprobaron en la prueba 2 siendo 51% de eficiencia, por lo tanto, el sistema de ayuda informática si muestra una eficiencia en el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas.

Tabla 4. Tabla de frecuencia para prueba 1 y prueba 2.

		Prueba1						Prueba2			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.0	181	59.9	59.9	59.9	Válido	.0	58	19.2	19.2	19.2
	2.5	89	29.5	29.5	89.4		2.5	90	29.8	29.8	49.0
	5.0	28	9.3	9.3	98.7		5.0	54	17.9	17.9	66.9
	7.5	4	1.3	1.3	100.0		7.5	100	33.1	33.1	100.0
	Total	302	100.0	100.0			Total	302	100.0	100.0	

En la tabla 5 se muestra la prueba estadística de wilcoxon en la que observa que la p = 0.000 la cual es menor que 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que indica que el sistema de ayuda informática para la resolución de ejercicios aumenta el aprendizaje de ecuación cuadrática.

Tabla 5. Estadísticos de prueba de Wilcoxon.

	Prueba1 – prueba2
Z	-12.943[b]
Sig. asintótica (bilateral)	.000

Discusión de resultados

Es importante reconocer que actualmente la utilización de tecnología informática en el área educativa ha avanzado considerablemente, proponiendo contenidos de enseñanza y aprendizaje de forma sencilla y amigable (Cabero et al., 2017) para una asimilación mucho más armónica. El estudio de Charlotte et al. (2023) logra demostrar que la interacción niño-computadora genera un aprendizaje automático, creando nuevos diseños y enfoques para la enseñanza, por lo que la realización de metodologías específicas para esos propósitos como el método MEAC-TIC (Salazar y Dolores, 2019) genera una mediación entre la forma de enseñanza tradicional y los nuevos insumos tecnológicos para lograr un aprendizaje al resolver ejercicios (Ausubel, citado por Toapanta, 2017), confirmando que la tecnología si contribuye en el aprendizaje. Aspectos que se corroboran con la presente investigación, debido a que se prueba que la ayuda de la tecnología mejoró el aprendizaje por parte de los estudiantes en la resolución de los ejercicios de ecuación cuadrática, que por muchos años han sido tediosos para la comunidad estudiantil y gracias a la mediación tecnológica se tiene una alternativa de estudio. Aunado a lo anterior, Feliciano y Cuevas (2021) demuestran que la aplicación de TIC´s facilita el aprendizaje de las matemáticas de manera significativa, aunque el estudio de los autores se destaca por la aplicación de estrategias basadas en las TIC´s, los resultados que obtuvieron se contrastan con los obtenidos ya que se argumenta que el sistema de ayuda propuesto sí mejora la resolución de ejercicios. Parra, (2022) propone un modelo matemático que sirve como instrumento tecnológico para la enseñanza significativa, sus resultados refieren que el pensamiento computacional mejora la motivación del aprendizaje, estos

coinciden con los obtenidos ya que los alumnos al usar la app lograron un mejor puntaje en la prueba matemática. Cena et al. (2021) en su experimento demostró que los alumnos que hicieron uso del software Geogebra obtenían un mejor aprendizaje académico que los que no hacían uso de esta, sus resultados se concatenan con los obtenidos en esta investigación ya que la aplicación de la app si mejora la resolución de ejercicios de forma efectiva, aumentando en un 51% la eficiencia reflejando en su aprendizaje. Callejas et al. (2019) plantea una app "ecuatica" en lenguaje JAVA usable en dispositivos móviles que proporciona asistencia matemática las 24 horas del día, sin embargo, sus resultados no muestran la eficiencia de la herramienta, solo se basa específicamente en el diseño y construcción, por lo tanto, no se puede comparar con el propuesto ya que en este estudio sí se aborda la evaluación de la eficiencia en el aprendizaje de los alumnos. Este último es el estudio más reciente que se encuentra dentro de la literatura, es importante mencionar que existe otro tipo de TIC´s que se están usando para la resolución de problemas matemáticos, sin embargo, ninguno de los propuestos a excepción del citado se centra en ejercicios de ecuación cuadrática, siendo este el problema en los alumnos de educación básica (secundaria).

Conclusiones

Queda demostrado a través de la literatura consultada y los resultados obtenidos la eficiencia de implementar tecnología en el sistema educativo. Llegando a la conclusión, que la usabilidad del sistema de ayuda informática facilita el aprendizaje en la resolución de ejercicios de ecuación cuadrática. Su desarrollo es en un sistema de programación Android Studio de software libre el cual permite la minimización de costos, aunado a ello no se requiere de acceso a Internet para usar la herramienta, siendo fácil su instalación en el celular, tableta o computadora. Es importante señalar que, aunque la efectividad del sistema de ayuda informática es del 51% existen áreas de mejora en cuanto a diversificar operaciones de ecuación cuadrática lo cual se espera mejorar en una segunda actualización de dicho sistema para que aumenten los resultados de eficiencia.

Esta investigación contribuye en la resolución de ejercicios de un aspecto matemático que por años ha dificultado el aprendizaje en la comunidad educativa. El solo hecho de ser un aspecto matemático crea en las generaciones actuales un estrés diario, lo que obliga a que la didáctica tradicional cambie a estas nuevas maneras de transmisión de conocimiento basado en la tecnología, perdiendo el temor a los miedos ya infundidos durante muchos años hacia el uso de la misma, ya que esta llegó para quedarse y está evolucionando a pasos agigantados.

Como parte de las investigaciones futuras se requiere realizar una evaluación en las que se consideren un grupo control y un grupo experimental, con la finalidad de poder determinar el comportamiento de las variables y tener una apreciación más exacta del nivel de significancia en el aprendizaje.

Se recomienda que en futuras investigaciones científicas en este ámbito se sigan realizando estudios de tecnologías informáticas que faciliten la transmisión y asimilación de conocimientos propiciando la innovación tecnológica y el aprendizaje.

Agradecimientos

Se agradece al ITSTB y al Tecnológico nacional de México por el apoyo brindado al proyecto.

Referencias

Alcala Nalvaiz, J. T., Boal Sánchez, N., Gómez Ibañez, M.I. y Serrano Pastor, S. (2019). Flipped Learning en prácticas de matemáticas en Ingeniería Electrónica. Una experiencia piloto. *CINAIC, 567-572*. https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0116

Boza Chirino, J., Pérez Rodríguez, J.V. y León Ledesma J.L. (2021). *Introducción a las técnicas de muestreo.* Ediciones Pirámide grupo Anaya, S. A.

Bueno Díaz, M. V. (2022). Las TIC como Mediadoras Didácticas en los Procesos de Aprendizaje del Área de Matemáticas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, *15*(2), 36-45. https://doi.org/10.37843/rted.v15i2.318

Cabero, J., Fernández, B. y Marín, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167-185. http://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245

Callejas Melgoza, O.E., Amado Moreno, M.G., Luna González, K.A., Lara Granillo, R y Robles Hernández, M.E. (2019). Diseño de una aplicación móvil para la solución de ecuaciones cuadráticas en una variable. *Research in Computing Science*. 148(2). 87-93.

Castejón Mochón, J. F., Ríos Carrillo, J., Sánchez Jiménez, E y Maurandi López, A. (2021). Didáctica de las matemáticas, software libre y desarrollo de recursos mediante Learnr y Shiny. *educateconcienciA, 29(31), 101–121.* https://doi.org/10.58299/edu.v29i31.413

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

Charlotte Smith, R., Monique Schaper, M., Aki Tamashiro, M., Van Mechelen, M., Graves Petersen, M y Sejer Iversen, O. (2023). A research agenda for computational empowerment for emerging technology education. *International journal of child-computer interaction*. 38. 100616. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100616

Chen, Y., Sun, Z., Zhou, y., Yang, W y Ma, Y. (2024). The future of sustainable farming: An evolutionary game framework for the promotion of agricultural green production technologies. *Journal of cleaner production*. 460. 142606. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142606

Clemente de Souza, A.S y Debs, L. (2024). Concepts, innovative technologies, learning approaches and trend topics in education 4.0: A scoping literature review. Revista social sciences & humanities open. 9. 100902. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100902

Culzoni, C., Panigatti, C. & Bergesse, C. (2021). El proceso de enseñanza y aprendizaje en asignaturas de matemática para ingeniería durante el aislamiento por Covid 19. *Revista Iberoamericana de Tecnología en*

Educación y Educación en Tecnología, (28), 70-82. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592021000100010&lng=es&tlng=es.

Díaz, B.J y Díaz, P.J. (2023). Uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento Aprendizaje y el Conocimiento como estrategia metodológica como estrategia metodológica complementaria al plan pizarracomplementaria al plan pizarra. *Revista de educación de Nicaragua*. (5). 85-99.

Escobar Reynel, J. L., Baena Navarro, R., Giraldo Tobón, B., Macea Anaya, M. & Castaño Rivera, S. (2021). Modelo de desarrollo para la construcción de aplicaciones móviles educativas. *Tecnológicas, 24(52), 110-135.* https://doi.org/10.22430/22565337.2065

Feliciano Morales, A, Cuevas Valencia, R.E. (2021). Uso de las TIC en el aprendizaje de las matemáticas en el nivel superior. *RIDE. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*. 12(23). 1-15. https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1023

Flores Tapia, C.E y Flores Cevallos, K.L. (2023). Pruebas de bondad de ajuste Kolmogórov-Smirnov y Ji-cuadrada aplicadas a la toma de decisiones empresariales. *Revista científica Yachana.* 12(2). 113-127. https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v12.n2.2023.844

Franklin Rimachi, J. (2019). Uso del geogebra en el aprendizaje de resolución de problemas de ecuaciones cuadráticas en educación secundaria. Revista de ciencias naturales. 1(2). 105-115. https://revistas.unap.edu.pe/journal/index.php/RCCNN/article/view/369/345

Gubaro, M. (2022). Technological mediation in a Mathematics course for the Middle Level in the context of the pandemic. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (33), 54-61*. https://doi.org/10.24215/18509959.33.e6

Gunnars, F. (2021). A large-scale systematic review relating behaviorism to research of digital technology in primary education. *Revista computers and education open*. 2. 100058. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100058

Handoyo, S. (2024). Evolving paradigms in accounting education: A bibliometric study on the impact of information technology. *The international journal of management education.* 22. 100998. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.100998

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C.P. (2018). Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, McGraw Hill.

Karng, G y Sinn, D. (2024). Technology education in academic libraries: An analysis of library workshops. *The journal of academic Librarianship.* 50. 102856. https://doi.org/10.1016/j.acalib.2024.102856

Mártínez Comesaña, M., Rigueira Díaz, X., Larrañaga Janeiro, A., Martínez Torres, J., Ocarranza Prado, I y Kreibel, D. (2023). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and

secondary education: Systematic literature review. *Revista de psicodidáctica*. 28. 93-103. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001

Martínez, O. M., Mejía, E., Ramírez, W. R y Rodríguez, T. D. (2021). Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas. *Información tecnológica, 32(3), 3-14*. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300003

Mello Román, J. D., & Hernández Estrada. (2019). Un estudio sobre el rendimiento académico en Matemáticas. *Revista electrónica de investigación educativa, 21, 1-10*. https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e29.2090

Molina, J. R., Honores, J. A., Pedreira-Souto, N., y Pardo, H. P. (2021). Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. 3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, 10(2), 17-45. https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n2e38.17-45

Núñez Cheng, J. (2021). Tecnologías de la Información y Comunicación en el Desarrollo de las Competencias Matemáticas en la Educación Virtual Universitaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(3), 2908-2930.* https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.497

Paladines Enriquez, N.R. (2023). Implementación efectiva de las TIC en la educación para mejorar el aprendizaje: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 7(1), 5788-5804. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4862

Parra Vallejo, M.J. (2022). Aplicación de las TIC, b-Learning y pensamiento computacional para el fortalecimiento de las competencias matemáticas. *Revista Tecnológica-Educativa* Docentes 2.0, 14(2), 29-41. https://doi.org/10.37843/rted.v14i2.312

Pinargote, J.J., Lino, V.A y Vera, B.J. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. Revista Journal Scientific Investigar. 8(3). 3966-3989. http://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3966-3989

Salazar Gómez, J.F. y Dolores Ruíz, E. (2018). Evaluación del método de enseñanza y aprendizaje contenido con apoyo de las tecnologías de información y comunicación (MEAC-TIC) para mejorar la resolución de problemas algorítmicos. *Reci, 7(13), 1-15.* https://doi.org/10.23913/reci.v7i14.87

Semby, R., Hoda, R y Grundy, J. (2024). Emerging technologies in higher education assessment and feedback practices: A systematic literature review. *Revista Journal of systems and software.* 211. 111988. https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.111988

Toapanta, G. (2017). Los recursos del entorno promueven calidad educativa en el aprendizaje significativo de las ciencias naturales. *Revista Multidisciplinaria de Investigación, 1*(7), 31-46. Recuperado de www.revistaespirales.com/index.php/es/article/download/34/45.

Torres Castro, M.Y., Valera Yataco, P., Vásquez Valdivia, M.I. y G. S., Lescano López G.S. (2022). Desarrollo de las competencias matemáticas en entornos virtuales. Una Revisión Sistemática. *Alpha Centauri, 3(2), 46-9*. https://doi.org/10.47422/ac.v3i2.80

Vélez, C., Rivera, W,R., Chicaiza, J.G., Ruiz, M.F y Gutiérrez, O.P. (2024). PhET Simulations como herramienta de apoyo en la construcción de funciones cuadráticasPhETSimulations as a support tool for the construction of quadratic functions. Revista científica multidisciplinar G-ner@ando. 5(1). 1067-1093. https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/242/223

Vidal Alaball J., Alarcón Brlmonte, I., Panadés Zafra, R., Escalé Besa, A., Acezat oliva, J y Saperas Pérez, A. (2023). Abordaje de la transformaicón digital en salud para reducir la brecha digital. *Revista atención primaria*. 55. 102626. https://doi.org/10.1016/j.aprim.2023.102626

Xu, Y. (2024). Intelligent e-learning system in the development of preschool music education based on digital audio technology. *Entertainment computing*. 50. 100682. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100682

Zhang, B y Jiang, W. (2024). Research on the application value of Multimedia-Based virtual reality technology in drama education activities. *Entertainment computing*. 50. 100667. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100667

Zamora-Araya, J. A., Ramírez Jiménez, J. y Delgado-Navarro, F. (2020). Uso de herramientas tecnológicas y su impacto en el rendimiento en el curso de cálculo II de la universidad nacional. *Eco Matemático, 11(1), 20–30*. https://doi.org/10.22463/17948231.2952