

Rutina de pensamiento y la incorporación de las Tic como metodología innovadora en la enseñanza de la matemática

Thinking routine and the incorporation of ICT as an innovative methodology in the teaching of mathematics

María Irene Vásquez Villacis¹

Dimas Geovanny Vera Pisco²

Diego Renato Sornoza Parrales³

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador / Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Correos: maria.vasquezv@uees.edu.ec, mivasquezv@uagraria.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1527-5392>.

²Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador / Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. dimas.vera@unesum.edu.ec dverap@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3524-0907>.

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>.

Contactos: maria.vasquezv@uees.edu.ec / mivasquezv@uagraria.edu.ec

Recibido: 21-05-2024

Aprobado: 28-10-2024

Resumen

Las rutinas del pensamiento son prácticas sencillas para lograr fines específicos de forma eficiente y viable, las cuales evolucionan con el uso, convirtiéndose en constructores de cultura, diseñadas para desarrollar habilidades del pensamiento, en el proceso de enseñanza de las matemáticas existe una prevalencia de procedimientos didácticos tradicionalistas, por lo cual es necesario implementar metodologías que activen habilidades como entender, razonar y resolver, que promuevan el pensamiento crítico y profundo. El objetivo de esta investigación es comprobar el efecto del uso de rutinas de pensamiento y la incorporación de las Tic en el rendimiento de los estudiantes de una Institución de Educación Superior. El estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo cuasiexperimental de corte longitudinal, efectuado sobre una muestra elegida por conveniencia, con un muestreo no aleatorio accidental. Como instrumentos de recolección de datos se aplicó una prueba diagnóstica - Pretest y una prueba final - Postest. Los resultados finales revelaron una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes al comparar los resultados del Pretest y Postest, mostrando un predominio de los rangos positivos sobre los negativos, poniendo en manifiesto que todos los estudiantes experimentaron algún cambio en sus puntuaciones. Se concluye que el uso de rutinas del pensamiento y la incorporación de las Tic en la enseñanza de la función cuadrática es una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Se sugiere para futuras investigaciones se analice la implementación de rutinas del pensamiento en dos temáticas o asignaturas diferentes.

Palabras clave: Rutinas de pensamiento, Tecnologías de la Información y Comunicación, Función Cuadrática, Pretest, Postest

Abstract

Thinking routines are simple practices to achieve specific purposes in an efficient and viable way, which evolve with use, becoming builders of culture, designed to develop thinking skills, in the

mathematics teaching process there is a prevalence of didactic procedures traditionalists, which is why it is necessary to implement methodologies that activate skills such as understanding, reasoning and solving, which promote critical and deep thinking. The objective of this research is to verify the effect of the use of thinking routines and the incorporation of ICT on the performance of students at a Higher Education Institution. The study has a quantitative approach, of a longitudinal quasi-experimental type, carried out on a sample chosen by convenience, with a non-random accidental sampling. As data collection instruments, a diagnostic test - Pretest and a final test - Posttest were applied. The final results revealed a significant improvement in the students' performance when comparing the results of the Pretest and Posttest, showing a predominance of positive ranges over negative ones, showing that all students experienced some change in their scores. It is concluded that the use of thinking routines and the incorporation of ICT in the teaching of the quadratic function is an effective strategy to improve the academic performance of students. It is suggested for future research to analyze the implementation of thinking routines in two different themes or subjects.

Keywords: Thinking routines, Information and Communication Technologies, Quadratic Function, Pretest, Posttest

Introducción

En la actualidad, una de las tendencias más prevalentes en el ámbito educativo es la implementación de procesos que enfatizan la enseñanza de las matemáticas mediante el uso de metodologías basadas en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas metodologías proporcionan una amplia gama de herramientas que fomentan la participación activa del estudiante. Las rutinas de pensamiento son herramientas y estructuras que ayudan a dirigir y estimular el proceso del pensamiento, pueden ser empleadas tanto de manera individual como en entornos grupales y son altamente versátiles, aplicables a una amplia gama de temas y contextos. Al igual que cualquier habilidad, el pensamiento requiere práctica y las rutinas del pensamiento se concibieron para ser utilizadas de manera regular, convirtiéndose en un recurso constante en el proceso de aprendizaje.

Existen varias rutinas para el desarrollo del pensamiento lógico y analítico, siendo una de las principales la rutina de pensamiento Veo-Pienso-Me pregunto, la cual es una táctica que motiva a los alumnos a realizar observaciones detalladas y reflexionar sobre sus interpretaciones contribuyendo a despertar la curiosidad y establecer un pensamiento sólido.

Este enfoque pedagógico resulta especialmente efectivo en situaciones que involucran estímulos visuales complejos, esta metodología ofrece un marco estructurado que fomenta la reflexión y el análisis, habilidades esenciales para abordar desafíos complejos, estimulando la observación detallada y la reflexión hasta la generación de preguntas significativas, la conexión de ideas previas, la resolución estructurada de problemas y la reflexión sobre el proceso de pensamiento en sí mismo (Tapia Arevalo y otros, 2024).

En este contexto y con base en el marco conceptual desarrollado en torno a las rutinas de pensamiento y el constructivismo como filosofía educativa, se puede manifestar que las rutinas de pensamiento representan una innovación necesaria para la enseñanza de la Matemática. Este enfoque metodológico constructivista fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento y procesamiento de información, toma en cuenta los aprendizajes previos y promueve un diálogo desafiante y la participación activa de los estudiantes (Chiliquinga Campos & Balladares Burgos, 2020).

González (2024) manifiesta que las matemáticas tienen un papel fundamental en la creciente demanda de implementar enfoques pedagógicos innovadores para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es importante destacar que, la realización de este estudio es crucial debido a la importancia crítica de las matemáticas en el currículo educativo y a la creciente necesidad de adoptar enfoques pedagógicos innovadores para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Siendo fundamental las matemáticas porque ayudan no sólo en el desarrollo del razonamiento y el pensamiento lógico, sino que también mejoran la comprensión y el análisis de la información en la vida cotidiana.

El Ministerio de Educación del Ecuador propone metodologías de aprendizaje que fomenten la participación de los estudiantes mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), donde profesores y estudiantes, desarrollen capacidades que permita el trabajo individual y cooperativo entre pares, impulsando la participación activa y dinámica para mejorar la calidad educativa (Valencia Velasco & Guevara Viscaino, 2020). Como mencionan los autores las TIC permiten un enfoque innovador que impacta directamente en la enseñanza de las matemáticas mediante un proceso reflexivo.

Aunado a lo anterior, otra problemática está relacionada con la forma cómo se enseña la función cuadrática, debido a que la forma tradicional se enfoca en el aprendizaje memorístico y operativo, y dejando a un lado los contextos. Según Espinoza (2002) los conceptos matemáticos emergen de contextos específicos, y no considerar estos contextos puede causar dificultades de aprendizaje en los estudiantes. De manera similar, Ortiz y otros (2020), sostienen que los procesos de formalización de la matemática deben contextualizarse en la medida de lo posible, como una tarea del docente, para darle un sentido práctico a los conceptos matemáticos y fomentar un aprendizaje significativo.

La enseñanza de las matemáticas ha dependido históricamente de métodos tradicionales que a menudo no logran captar el interés de los estudiantes ni facilitar una comprensión profunda de los conceptos, la percepción de las matemáticas como una materia difícil y aburrida contribuye a un rendimiento deficiente de los estudiantes. En muchos contextos educativos, hay una falta de integración efectiva de las TIC en el proceso de enseñanza, lo que limita las oportunidades para desarrollar habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. La falta de métodos de enseñanza innovadores puede resultar en un bajo rendimiento académico y una comprensión superficial de los conceptos matemáticos y así mismo la falta de acceso a metodologías de enseñanza efectivas y recursos tecnológicos puede agravar las desigualdades educativas, afectando más a estudiantes de contextos desfavorecidos.

Las personas son indiferentes ante situaciones que invitan a pensar, manifiestan que hacer visible el pensamiento es una tarea fundamental de la escuela, puesto que de esa manera se podrá tener en cuenta las comprensiones preliminares y posteriores de los educandos. El uso de la rutina de pensamiento Veo, pienso, me pregunto, permite motivar a los alumnos a realizar observaciones detalladas y reflexionar sobre interpretaciones. Acevedo y otros (2020) el uso de esta rutina del pensamiento fomenta el crecimiento de ideas, la interpretación, la creación de teorías respaldadas por evidencia y el interés. En este contexto, los estudiantes se plantean interrogantes entorno a lo que ven.

Botero (2020) mencionó que Las TIC representan una herramienta que permite desarrollar aprendizajes significativos en los estudiantes, potenciándolos altamente para favorecer el pensamiento en la abstracción, razonamiento y resolución de problemas. El autor indica que el propósito de ese estudio fue proponer un modelo teórico que se centra en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación como medio para promover el aprendizaje de matemáticas

en los estudiantes. El uso de rutinas de pensamiento y las TIC en la enseñanza de las matemáticas es crucial para abordar mejorar el proceso educativo permitiendo promover un aprendizaje más profundo y significativo de las matemáticas, fomentando habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas e incrementando el interés de los estudiantes por las matemáticas mediante métodos de enseñanza más dinámicos y atractivos. Por otra parte, se conoce la existencia de dificultades para comprender el concepto de función cuadrática, que la representación gráfica de esta función se limita a identificar el vértice y el eje de simetría, seguido de seleccionar algunos valores enteros a la izquierda y derecha para construir una tabla de valores, siendo el propósito principal de este enfoque formar parejas ordenadas que se ubican en el plano cartesiano, unir estos puntos y representar así la función. Este método trata el concepto de función cuadrática como una fórmula estática y predeterminada, lo cual exige la memorización y dificulta una comprensión profunda del tema (Villa Ochoa y Ruiz Vahos, 2019). El objetivo de esta investigación es comparar resultados del rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la implementación una unidad didáctica mediante una rutina de pensamiento incorporando las Tic en la enseñanza de la función cuadrática.

Para lograr el objetivo de la investigación, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de una estrategia que comprende rutinas de pensamiento e incorporación de las Tic en el aprendizaje de la función cuadrática?

La estructura propuesta para el artículo se compone de las siguientes secciones: Introducción: presentación del tema, su relevancia y la pregunta de investigación; Metodología: diseño del estudio y métodos empleados para la recopilación y el análisis de los datos. Resultados y Discusión: exposición y análisis de los resultados obtenidos. Conclusiones: Resumen de los hallazgos principales, implicaciones prácticas y posibles direcciones futuras para la investigación.

Materiales y Métodos

Enfoque Metodológico

El presente artículo surge de un proceso de investigación realizado a estudiantes del primer semestre de una Institución de Educación Superior, la investigación es de carácter descriptiva correlacional, longitudinal, caracterizando a los individuos con números que se recogieron mediante instrumentos de recolección de datos. Por su alcance temporal, se trata de una investigación de corte longitudinal, ya que estos diseños recogen datos sobre una determinada categoría, contexto o variable en dos o más momentos, con la finalidad de evaluar el cambio y la progresión de lo evaluado (Hernández Sampieri, 2014).

En el proceso investigativo se aplicó un diseño de tipo cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo donde se logró comparar la relación de la variable dependiente y la variable independiente. Esta investigación parte de la hipótesis que, si se aplican Rutinas de pensamiento con la incorporación de las Tics como metodología innovadora en la enseñanza de la matemática, mejorará el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de la función cuadrática. Este diseño se encuadra dentro de enfoque cuantitativo, derivado del paradigma positivista o analítico según el cual, la realidad puede ser fragmentada y estudiada de una forma objetivo, ejerciendo cierto control sobre las situaciones investigadas (Gómez Nuñez y otros, 2020).

La población está constituida por todos los estudiantes del primer semestre de una carrera de una Institución de Educación Superior, donde existen 125 estudiantes distribuidos en

3 paralelos, quienes tienen algunos conocimientos previos sobre funciones, estos estudiantes al ingresar a un nivel superior se requieren que profundicen en otros tipos de funciones como la función cuadrática y las funciones inversas. Se optó por elegir una muestra por conveniencia en consideración a lo indicado por (Hernández González, 2020) quien manifiesta que en los muestreos por conveniencia, la muestra se elige de acuerdo con la conveniencia del investigador, permitiendo elegir de manera arbitraria cuantos participantes puede haber en el estudio, se seleccionaron como muestra a 34 estudiantes que conforman un paralelo de una carrera, quienes están entre los 16 a 20 años, empleando la misma muestra como grupo de control y grupo experimental, en diferentes instancias de tiempo.

Se estableció una planificación de ocho clases con una duración de 60 minutos cada una, donde se dio inicio con el diagnóstico de los conocimientos previos de los estudiantes mediante un Pre-test que se aplicó a toda la muestra en estudio, previo a ello se elaboró un instrumento contextualizado con el esquema tradicional, para medir sus conocimientos en las funciones cuadráticas, luego se implementaron diferentes actividades que nos permitieron hacer uso de rutinas del pensamiento e identificar ¿Qué entienden los estudiantes sobre el concepto de función? ¿Cómo relacionan los conceptos de función, función cuadrática y sus características? ¿Qué diferencias pueden identificar entre la función lineal y la función cuadrática? ¿Cómo grafican en el plano cartesiano los resultados obtenidos de una función? ¿Cómo aplican sus conocimientos?, para el desarrollo y profundización del mismo conocimiento en la muestra tomada, finalmente se realizó la Evaluación final o también denominada Pos-test para comparar los resultados del antes y del después de la aplicación de la estrategia contextualizada con el uso de rutinas del pensamiento y la incorporación de las Tics.

Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Los materiales empleados en el desarrollo de este trabajo de investigación están compuestos por Dispositivos tecnológicos: computadoras y proyector. Software Educativo GeoGebra para facilitar el aprendizaje interactivo. Recursos Didácticos: se desarrollaron materiales didácticos específicos, diapositivas y material físico incluyendo guías de ejercicios de actividades y ejercicios diseñados para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En esta investigación se utilizó la técnica de evaluación de la comprensión mediante una prueba al inicio y otra prueba al final. Para la recolección de los datos se diseñaron dos pruebas o guías de actividad (Pretest y Postest), estos instrumentos de recopilación de datos estuvieron estructurados por cuatro actividades enfocadas de la siguiente forma:

1. Evaluar el concepto de función.
2. Evaluar el concepto de función cuadrática y su concavidad.
3. Evaluar las características de los términos de una función cuadrática.
4. Evaluar el cálculo y razonamientos de los elementos de una función cuadrática (vértice, concavidad y corte con el Eje Y).

Los instrumentos incluyen preguntas de opción múltiple, problemas de solución abierta y ejercicios prácticos, los mismos que fueron diseñados para evaluar la comprensión de las actividades mencionadas en el párrafo anterior.

Con la guía de trabajo diagnóstica (Pre-test), se espera que, en las distintas actividades, los estudiantes no utilicen un lenguaje matemático apropiado al momento de justificar sus respuestas,

más si se espera que identifiquen conceptos previos o palabras claves como: función lineal, función afín, variable x o variable y , abscisa, ordenada, par ordenado, línea recta, entre otras, incluso algunas de las justificaciones pueden ser nulas en sentido que no puedan expresar lo que piensan debido a que no están acostumbrados a justificar sus respuestas, procedimientos o cálculos en las actividades, se esperan frases como: “no sé cómo decirlo”, “no lo sé”, “no lo entiendo” o dejar en blanco la justificación de la respuesta. Para las actividades donde se requieren habilidades numéricas al resolver correctamente las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), se espera que el estudiante valore la función en los diferentes puntos a determinar.

Mediante la guía de trabajo final (Pos-test), la expectativa es que los estudiantes realicen una justificación usando el lenguaje matemático adquirido durante las clases previas a la realización de la guía de trabajo, donde las justificaciones a sus respuestas, procedimientos o cálculos en las actividades, cambien de las frases como: “no sé cómo decirlo”, “no lo sé”, “no lo entiendo” o dejar en blanco la justificación de la respuesta, a frases como: “porque la parábola es cóncava”, “al valorizar la función nos da”, “el punto de intersección es”, “el vértice de la parábola es”, entre otras. Mientras que en las actividades donde se requieren habilidades numéricas, se espera que el estudiante valore la función en los diferentes puntos estudiados en clase, como: el vértice, intersección con el eje Y , incluso al valorar la función en puntos determinados. Por último, el estudiante debe comenzar a asociar los objetos o situaciones de la cotidianidad con la función cuadrática y a su vez saber relacionarlas en el plano cartesiano usando puntos elementales que ayuden a resolver la situación planteada.

Una vez obtenidos los datos, se realizó un análisis descriptivo con el software SPSS Statistics versión 29.0.10 para obtener las características básicas de los datos recogidos y proporcionar resúmenes sobre las muestras y las medias, se aplicó el cálculo de medias, medianas y desviaciones estándar. Estas técnicas permitieron comprender la distribución inicial de los datos y las tendencias generales antes de aplicar métodos inferenciales. Para comprobar la hipótesis y comparar la media del grupo muestral en diferentes momentos (pre y post intervención) y definir si hay diferencias significativas entre las medias de dos grupos independientes se aplicó la Prueba T de Student.

Resultados y Discusión

En el presente estudio se evaluaron los resultados del rendimiento académico de 34 estudiantes en dos momentos diferentes, es decir: antes y después de la implementación de una estrategia de rutinas de pensamiento incorporando las Tics en la enseñanza de la función cuadrática.

En el análisis cuantitativo, se consideró la siguiente clasificación según la calificación obtenida por los estudiantes tanto para la evaluación diagnóstica como para la evaluación final, donde un estudiante domina los aprendizajes requeridos si las calificaciones están entre 9 y 10, alcanza los aprendizajes requeridos si las calificaciones están entre 7 y 8.99, el estudiante está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos si las calificaciones están entre 4.01 y 6.99 y por último no alcanza los aprendizajes requeridos cuando obtiene calificaciones menores o iguales a 4.

La validación de la información recolectada del proceso investigativo fue obtenida mediante cálculos matemáticos por medio del programa SPSS Statistics versión 29.0.10 para el análisis del pretest y postest. Los resultados obtenidos de la investigación fueron considerados a partir de una muestra de 34 estudiantes quienes realizaron y completaron ambas actividades tanto en el Pre-Test y en el Post-Test.

Estos resultados se describen en dos secciones: la primera parte se caracteriza por ser descriptivo narrativo, destacando aquellos aspectos que resultaron significativos al implementar el

diagnóstico como también la evaluación final aplicada. En cuanto a la segunda sección, se distingue por ser de carácter cuantitativo, que consiste en los resultados de aprendizajes obtenidos y logrados con los instrumentos de evaluación utilizados. Finalmente, se establece una analogía entre ambas secciones, con la finalidad de obtener una perspectiva más amplia y profundizada de dichos resultados en el marco del proceso de aprendizaje del estudiante.

Resultados de la evaluación diagnóstica (Pre-Test)

Análisis descriptivo-narrativo del diagnóstico (Pre-Test):

Los resultados observados de la pregunta 1 donde se establecieron conceptos de Función, denota que varios estudiantes tienen noción básica de la gráfica de una función, sin embargo, no la expresan de manera correcta, al no especificar que la línea recta que se utiliza debe ser una línea recta vertical y por otro lado, la gran mayoría solo selecciona la alternativa correcta y no justifica su respuesta.

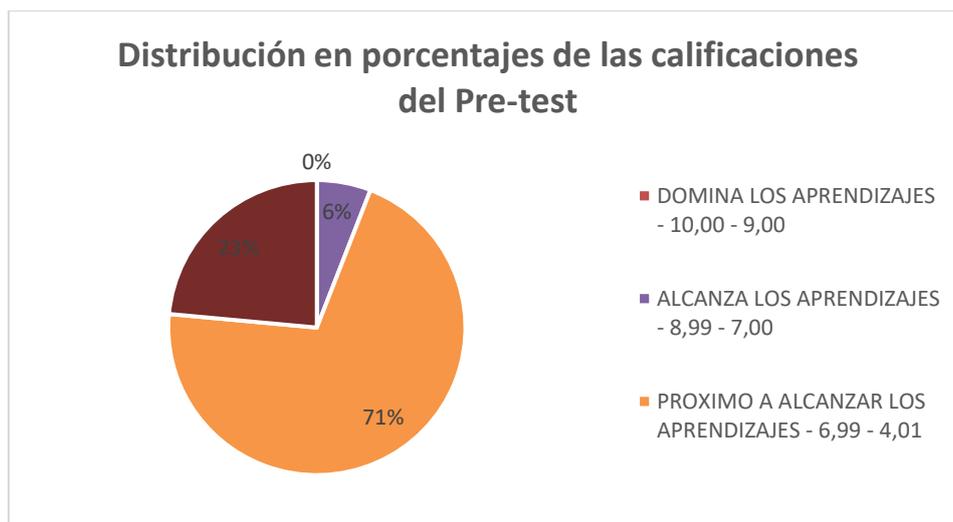
En la pregunta 2 aplicada para determinar conceptos de función cuadrática y Concavidad, algunos descartan las gráficas 2 y 3 por ser líneas rectas (funciones lineales y afín), más se encuentra en la disyuntiva con las gráficas 1 y 4. La pregunta 3 que evalúa las Características de los términos de la función cuadrática, los estudiantes asocian la orientación de la gráfica con si es positiva o negativa la función, al ver el primer término de esta, es decir si es negativa la gráfica tiene que estar en la parte negativa del plano (bajo el eje X) o formar una “u”, mientras que si es positiva la gráfica debe estar en la parte positiva del plano (sobre el eje X) o formando una “u” invertida le llaman “como una montaña”.

En la pregunta 4 donde se evalúa el Cálculo y razonamiento de los elementos de la función cuadrática, los estudiantes presentan muchos inconvenientes en la valorización de la función, no la saben realizar o solo valorizan una sola x , olvidando el cuadrado o la multiplicación en el término lineal. Algunos de los estudiantes realizan correctamente la valorización, pero al momento de escribir los pares ordenados (x, y) no saben colocar correctamente la correspondencia lo que los lleva a no realizar bien la gráfica o simplemente no realizarla. Algunos completan la tabla con resultados que realizan mentalmente dejando en blanco el espacio para escribir sus cálculos, los que los lleva a cometer errores en las operaciones, más saben que la gráfica tiene forma de “u” (parábola) pero no saben en donde comienza o hasta dónde llega, esta deducción la establecen por las actividades anteriores., reemplazan correctamente los valores de X , pero al momento de realizar las operaciones se confunden con los signos.

Análisis cuantitativo del diagnóstico. (Pre-Test):

De los 34 estudiantes que realizaron el diagnóstico solo 2 alcanzan los aprendizajes (6%), obteniendo una nota entre 7 y 8.99, mientras que 24 estudiantes se encuentran próximos a alcanzar los aprendizajes (71%) con una nota entre 4.01 y 6.99 dejando un número muy significativo de estudiantes con baja calificación y 8 estudiantes no alcanzan los aprendizajes (23%) con una nota menor o igual a 4, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Distribución en porcentajes de las calificaciones del Pre-test



En la gráfica se puede observar que la minoría de los estudiantes alcanzó los objetivos de aprendizaje establecidos, mientras la mayoría estuvo cerca de lograrlos, mientras que una parte significativa no alcanzó los aprendizajes esperados, lo que sugiere la necesidad de estrategias de apoyo adicionales.

En cuanto a los promedios según porcentaje de logro, estos son mostrados en la Tabla 1, junto con sus desviaciones:

Tabla 1: Promedios de las calificaciones del Pre-test

	Test	No. Estudiantes	Media	Desv. Estándar	Media de error estándar
Pregunta 1	1	34	1.24	0.62	0.11
Pregunta 2	1	34	1.52	0.67	0.11
Pregunta 3	1	34	1.37	0.80	0.13
Pregunta 4	1	34	1.07	0.75	0.12
Total			5.20	2.84	0.47

Como se puede observar, la media varía entre 1.07 y 1.52, con la Pregunta 2 teniendo la media más alta y la Pregunta 4 la más baja, mientras que las desviaciones estándar varían entre 0.62 y 0.80, indicando diferentes niveles de dispersión en las respuestas. La Pregunta 3 tiene la mayor variabilidad, sin embargo, los errores estándar de la media son relativamente bajos y consistentes, lo que sugiere que las medias calculadas son bastante precisas.

Resultados del aprendizaje evaluación final (Post-Test)

Análisis descriptivo-narrativo de la evaluación final (Post-Test):

En los resultados de la pregunta 1, se observó que las justificaciones son más precisas y utilizan la línea recta vertical para identificar si una relación es o no una función. Aunque muy pocos estudiantes no colocan la palabra "vertical", al dibujar la trayectoria se observa claramente que están utilizando la línea vertical para la verificación.

Mediante la pregunta 2 se identifica que todos logran identificar las cuatro imágenes que representan una función cuadrática, y muy pocos tienen la confusión entre una parábola cóncava y una convexa.

Los resultados de la pregunta 3 pone en evidencia que los estudiantes utilizan herramientas proporcionadas en clase, como GeoGebra, para identificar el término independiente que les

indica el punto de corte con el eje Y y la concavidad de la función mediante el término cuadrático.

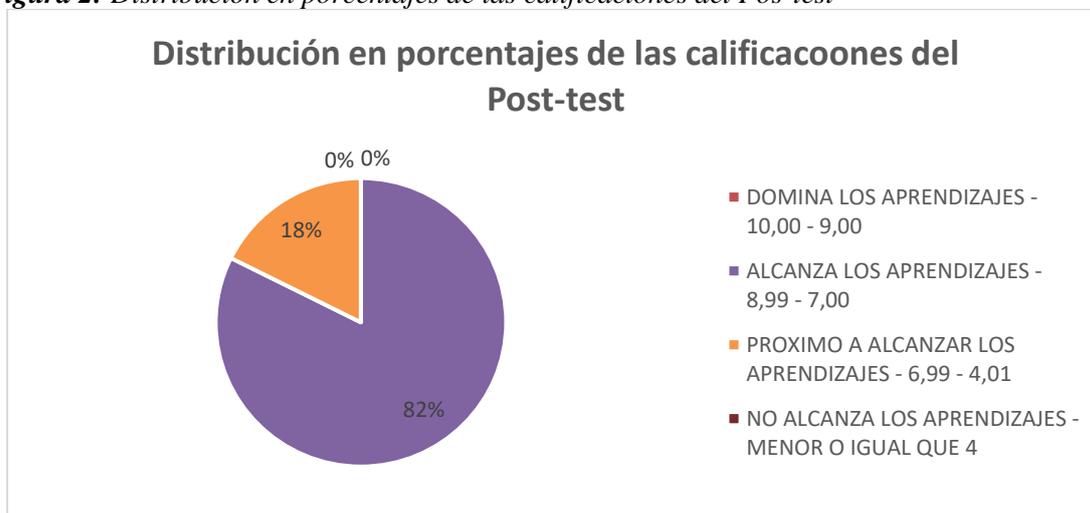
Con la pregunta 4 los estudiantes implementan la herramienta GeoGebra vista en clase para identificar los diferentes puntos solicitados en la tabla de datos. Además, señalaron que el tiempo destinado a la actividad fue insuficiente, lo que impidió que algunos estudiantes completaran la actividad en su totalidad.

En general, los estudiantes muestran mayor confianza al justificar sus respuestas y al analizar las situaciones indicadas en las actividades. Implementan los conocimientos impartidos en clase, como la identificación de la concavidad mediante el signo del término cuadrático, el punto de intersección de la parábola con el eje Y usando el término independiente, y el manejo de la aplicación GeoGebra tanto para verificar sus resultados como para graficar las parábolas e identificar puntos importantes de las mismas.

Análisis cuantitativo del diagnóstico. (Pos-Test):

Para la evaluación final se contemplan los resultados obtenidos por los mismos 34 estudiantes, de los cuales tenemos que 6 se encuentran próximos a alcanzar los aprendizajes (18%) obteniendo una nota entre 4.01 y 6.99, dejando un número muy significativo de estudiantes que alcanzan los aprendizajes (82%) con una nota de entre 7 y 8.99, como se muestra en el Figura 2.

Figura 2: Distribución en porcentajes de las calificaciones del Pos-test



Esto significa que, en la evaluación final, la mayoría de los estudiantes alcanzó los objetivos de aprendizaje con calificaciones satisfactorias, mientras que solo una minoría estuvo cerca de alcanzar estos objetivos. Esto sugiere una mejora significativa en el rendimiento en comparación con la evaluación inicial.

Los promedios y sus desviaciones por porcentaje de logro son mostrados a continuación en la Tabla 2:

Tabla 2: Promedios de las calificaciones del Pos-test

Pregunta	Test	No. Estudiantes	Media	Desv. Estándar	Media de error estándar
Pregunta 1	2	34	1.92	0.34	0.06
Pregunta 2	2	34	1.88	0.32	0.06
Pregunta 3	2	34	1.94	0.28	0.05
Pregunta 4	2	34	1.79	0.75	0.13
Total			7.53	1.69	0.29

Es posible observar que la Pregunta 3, muestra el mejor rendimiento general de los estudiantes con la menor dispersión en las puntuaciones, mientras que la Pregunta 4 presenta un rendimiento inferior y una mayor variabilidad. Las medias de las preguntas 1 y 2 son bastante altas y similares, con una buena precisión en la estimación de las medias. La variabilidad en la Pregunta 4 podría indicar la dificultad del contenido.

Análisis comparativo de los resultados del diagnóstico (Pre-Test) y la evaluación final (Post-Test)

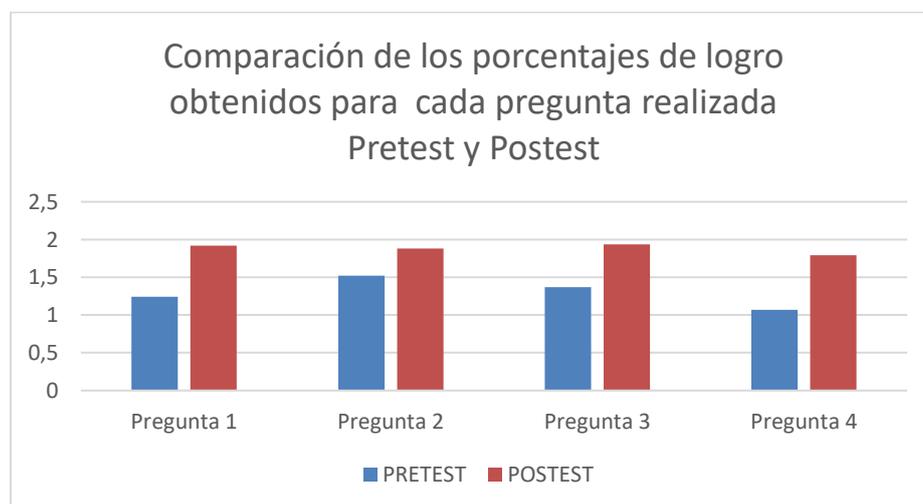
La significancia de los resultados se obtuvo aplicando una prueba T de Student, tomando como hipótesis que las medias obtenidas son significativamente diferentes, esto dado el tamaño de las muestras (31 estudiantes), por lo que la relevancia de los resultados no es simplemente comparar los promedios sino verificar estadísticamente si estos son, como se dijo anteriormente, significativos. Podemos observar la significancia por pregunta y en total para las muestras en la Tabla 3 descrita a continuación:

Tabla 3: Comparación de promedios de las calificaciones Pretest y Postest

Pregunta	Media pretest	Media postest	Media de diferencias	Desv. Estándar de diferencias	Valor de t	Valor de p
Pregunta 1	1.241	1.92	0.679	0.162	7.20	< 0.01
Pregunta 2	1.52	1.88	0.36	0.162	2.23	0.093
Pregunta 3	1.37	1.94	0.57	0.162	3.52	0.034
Pregunta 4	1.07	1.794	0.724	0.162	4.48	0.015

Las Preguntas 1, 3 y 4 muestran mejoras estadísticamente significativas en las medias del pretest al postest, con valores de p menores a 0.05. Esto sugiere que las intervenciones realizadas entre el pretest y el postest fueron efectivas en mejorar el rendimiento de los estudiantes en estos temas. La Pregunta 2, aunque muestra una mejora en la media, no es estadísticamente significativa (p = 0.093). Esto podría indicar que la intervención no fue tan efectiva para este tema específico o que se necesita una muestra mayor para detectar una diferencia significativa. En el siguiente gráfico se muestran las comparaciones de los porcentajes de logro en ambas pruebas:

Figura 3: Comparación de los porcentajes de logro obtenidos para cada pregunta realizada Pretest y Postest



Evidentemente los porcentajes de logro aumentaron en cada una de las actividades de los instrumentos de evaluación utilizados. Esto nos permite evidenciar que el uso de rutinas del pensamiento con la incorporación de las Tic en la enseñanza de las funciones cuadrática contribuye a mejorar el aprendizaje de este contenido.

Respecto al concepto de función que corresponde a la pregunta 1 del Postest, se logró observar una diferencia considerable de los conocimientos de los estudiantes, permitiendo identificar la metodología implementada por los estudiantes siendo está principalmente el método gráfico dejando al método algebraicos de un lado. El concepto de función cuadrática y concavidad pregunta 2, fue la pregunta con mayor porcentaje de diferencia, lo podemos atribuir a los siguientes factores observados durante la realización de la investigación. Un primer factor sería, la identificación rápida de las diferencias gráficas existentes entre la función lineal, función afín y la función cuadrática, un segundo factor sería, la relación establecida con los diferentes objetos observados por los mismos estudiantes pertenecientes al medio ambiente.

Al ver los resultados asociados a la pregunta 3 características de los términos de la función cuadrática, se logra que los estudiantes obtengan una representación gráfica de la parábola con la identificación del término cuadrático y del término independiente, siendo el cálculo del punto vértice el de mayor dificultad, en este último, los estudiantes logran diferentes habilidades para su determinación, en casos donde no se da la gráfica aplican el desarrollo de la fórmula del vértice. Por último, al realizar el cálculo y razonamiento de los elementos de la función cuadrática de la pregunta 4, podemos concluir que fue la actividad que les presentó mayor dificultad a los estudiantes, además se observó que la herramienta GeoGebra les permitió a los estudiantes reducir sus tiempos para la realización de la actividad.

Comprobación de la variable rendimiento

Para evaluar si el rendimiento académico mejoró en aquellos sujetos intervenidos, se presentan los resultados de la estimación de los rangos negativos, positivos y de los empates en de la prueba pretest y postest. Se determinaron los siguientes hallazgos:

Solo 2 estudiantes mostraron una disminución en sus puntuaciones del postest en comparación con el pretest. La suma de rangos para estos estudiantes es 3.0, lo que indica que las disminuciones fueron relativamente pequeñas en comparación con las mejoras observadas en otros estudiantes. La gran mayoría, 32 estudiantes, mostraron una mejora en sus puntuaciones del postest en comparación con el pretest. La suma de rangos para estos estudiantes es 592.0, lo que refleja un aumento significativo en las puntuaciones. No hubo ningún caso en el que las puntuaciones del pretest y el postest fueran iguales para los mismos estudiantes.

Tabla 4: Análisis de rangos para la comprobación de la variable rendimiento

		No.	Rango promedio	Suma de rangos
Rendimiento académico	Rangos negativos	2	1.5	3.0
	Rangos positivos	32	18.5	592.0
Pretest y Postest	Empates	0	0	0
	Total	34		

El análisis de rangos revela una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes al comparar los resultados del pretest con los del postest. Se observa un predominio de los rangos positivos sobre los negativos. No se registraron empates, lo cual indica que todos los estudiantes

experimentaron algún cambio en sus puntuaciones. Este análisis respalda la efectividad de las intervenciones implementadas entre las dos pruebas.

Los resultados obtenidos indican que la incorporación de la metodología de rutinas de pensamiento junto con las TIC en la enseñanza de la Matemática facilita la reconstrucción de procesos en la resolución de problemas de la vida real, la interpretación del lenguaje matemático, el uso de propiedades numéricas y algebraicas, y la argumentación sobre la validez de los resultados. Estos elementos están alineados con los principios constructivistas pragmáticos que sustentan el currículo de Matemática. Las preguntas '¿Qué veo?', '¿Qué pienso?' y '¿Qué me pregunto?' fomentan el pensamiento crítico, promoviendo una actitud flexible y cuestionadora que considera múltiples perspectivas para generar un análisis profundo (Balladares Burgos & Chiliquinga Campos, 2020). Desde esta óptica, el enfoque metodológico propuesto en la asignatura de Matemática tiene el potencial de nutrir la creatividad y la capacidad de generar nuevas ideas, habilidades y aprendizajes. Esto, a su vez, mejorará el rendimiento estudiantil y motivará a los alumnos a desarrollar diversas formas de razonamiento.

La enseñanza de las matemáticas trasciende el mero conocimiento de la materia, requiriendo una gama diversa de habilidades y destrezas para un desempeño efectivo como docentes. Al dominar estas competencias, los educadores pueden fomentar el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes, estableciendo una base sólida y esencial para su formación integral (Vera Pisco y otros, 2023). En concordancia con el autor y ante los resultados obtenidos con la implementación de rutinas del pensamiento en la enseñanza de la función cuadrática, es evidente la necesidad del uso de nuevas metodologías de enseñanza aprendizaje para llegar a los estudiantes y buscar en ellos habilidades que le permitan obtener un aprendizaje profundo y crítico.

Conclusiones

La realización de esta investigación permitió observar como el uso de rutinas del pensamiento con la incorporación de las Tics pueden ser eficaces para mejorar el rendimiento de los estudiantes. Los resultados indican que los estudiantes cuando hacen uso de una rutina del pensamiento y la incorporación de las Tic tienen una imagen o visión gráfica de los conceptos que se están estudiando o analizando y les permite identificar fácilmente el procedimiento algebraico a realizar, además de lograr una verificación inmediata de sus resultados usando la gráfica de la función de la actividad. Se recomienda la realización de estudios adicionales en una temática diferente a la función cuadrática, para determinar la eficiencia de esta metodología en otros tópicos del área matemática.

La integración de rutinas del pensamiento con la incorporación de las Tics en la enseñanza de la función cuadrática ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión conceptual y procedimental de la función cuadrática entre los estudiantes del primer semestre, sugiriendo un cambio necesario en los enfoques pedagógicos tradicionales mediante concepciones alternativas para que el estudiante logre conseguir un aprendizaje significativo sobre el tema.

Finalmente podemos dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de una estrategia que comprende rutinas de pensamiento e incorporación de las Tics en el aprendizaje de la función cuadrática? Podemos concluir que el uso de rutinas de pensamiento e incorporación de las Tics en el aprendizaje de la función cuadrática, le permite a los estudiantes una asimilación de los conocimientos favoreciendo un aprendizaje significativo y el desarrollo de la criticidad.

Reconocimiento

Los autores expresan su agradecimiento a las autoridades, docentes y estudiantes que colaboraron en la investigación.

Referencias

1. Acevedo Andrade, Barreto Tovar, & Romero Rincón. (2020). Planteamiento de hipótesis desde la transformación de la práctica pedagógica. *Revista Historia de la Educación Colombiana*. <https://doi.org/https://doi.org/10.22267/rhec.202424.76>
2. Balladares Burgos, J., & Chilingu Campos, F. (2020). Rutinas de pensamiento: Un proceso innovador en la. *REvista Andina de Educación*, 62. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.9>
3. Botero Escobar, Á. (2020). Uso de las tecnologías de información y comunicación como herramienta potenciadora del aprendizaje significativo de las matemáticas. *Kénosis. Entre lecturas y lógicas*, 8(15), 260-292. <https://doi.org/https://doi.org/10.47286/23461209.372>
4. Chilingu Campos, F., & Balladares Burgos, J. (2020). Rutinas de pensamiento: Un proceso innovador en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Andina de Educación*, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.9>
5. Chilingu Campos, F., & Balladares Burgos, J. (2020). Rutinas de pensamiento: Un proceso innovador en la enseñanza de la Matemática. *Revista Andina De Educación*, 3(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.9>
6. Endara Crespata, E., Proaño Alulema, R., & Peñafiel Gaibor, V. (2022). Las estrategias metodológicas y funciones cuadráticas. *AlfaPublicaciones*, 4(3.1), 516 – 532. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.1.277>
7. Espinoza, H. (2002). *Funciones en contexto*. Pearson Educación de México.
8. Gómez Nuñez, Muñoz, C., & Torregrosa. (2020). *Manual para investigar en educación. Guía para orientadores y docentes indagadores*.
9. González Ascencio, B. J. (2024). Crítica de modelos didácticos basados en proyectos para la enseñanza de matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4902 - 4917. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10906
10. Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
11. Lanuza Saavedra, E. (2020). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) integradas en estrategias didácticas innovadoras que faciliten procesos de enseñanza aprendizaje en la unidad de funciones de Matemática General, FAREM Estelí. *Revista Científica de FAREM-Estelí*(36), 22–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v0i36.10609>
12. Llerena Aguilar, P., Yanchatipán Sangoquiza, A., Pallo Silva, L., Mora Velasco, V., Guato Caña, L., Llerena Aguilar, V., Terán Zavala, E., Mayorga Alulema, M., Lara Robayo, C., & Villacis Torres, M. (2023). Metodologías innovadoras basadas en el aprendizaje basado en retos y problemas: una mirada a la mejora de la competencia lógico matemática. *Dominio De Las Ciencias*, 9(4), 1266-1280. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3650>

13. Ortiz, E., Ortega, M., & Villamizar, F. (2020). Experiencia didáctica para la introducción de la función cuadrática en nivel secundaria a partir de la modelización de un fenómeno físico con las tecnologías digitales. *El Cálculo y su Enseñanza, Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/104704068/489552212-libre.pdf?1690991648=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DExperiencia_didactica_para_la_introducci.pdf&Expires=1722105161&Signature=ZgKhC5NJFa6rhaVwsxkTk6AD12bsFZw2lohco9vxe xn9N6nSmfu
14. Santillán Espinoza, D., Allauca Pancho, F., Inca Falconí, A., & Santillán Lima, J. (2024). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la enseñanza de la matemática: reflexiones teóricas. *Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 25(3), 763-782. <https://doi.org/https://doi.org/10.36390/telos253.13>
15. Tapia Arevalo, Ruiz Rodriguez, Serramo Torres, & Bejarano Naula. (2024). Rutinas del pensamiento en la educación Stem: promoviendo el pensamiento lógico y analítico. *Revista científica dominio de las ciencias*. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3758>
16. Valencia Velasco, F., & Guevara Viscaino, C. (2020). Uso de las TIC en procesos de aprendizaje de matemática, en estudiantes de básica superior. *REvista Científica Dominio de las Ciencias*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1279>
17. Valencia Velasco, F., & Guevara Vizcaíno, C. (2020). Uso de las TIC en procesos de aprendizaje de matemática, en estudiantes de básica superior. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 6(3), 157-176. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1279>
18. Vera Pisco, D. G., Zambrano Choez, A., & Loor Parraga, A. (2023). Desafíos de la educación matemática en estudiantes universitario. *Revisat peruana de investigación e innovación educativa*, 3, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/rpiiedu.v3i1.23643>
19. Villa Ochoa, J., & Ruiz Vahos, H. (2019). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos. <https://doi.org/https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/102/202>
20. Villalva, E., Molina, R., Palacios, F., & Villalva, M. (2020). Las TICs como recurso para optimizar los procesos de enseñanza aprendizaje en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad de Guayaquil (Ecuador). *Revista Espacio*, 41(46), 274-280. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n46p23>