

STEM methodology to improve mathematics learning in Higher Basic Education

Metodología STEM para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Básica Superior

Autores:

Arias-De La Cruz, Iván Alexander
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Posgrado
Maestría en pedagogía de las ciencias experimentales mención en matemática y física
Maestrante
Portoviejo – Ecuador



iaras7517@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0008-5502-8728>

Vergara-Ibarra, José Luis
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Posgrado
Magíster en Matemáticas, Magíster en Educación Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
Tutor Académico
Portoviejo – Ecuador



jose.vergara@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-2735-9246>

Fechas de recepción: 04-NOV-2024 aceptación: 04-DIC-2024 publicación: 15-DIC-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

La irrupción de la tecnología a raíz de la pandemia ha transformado los enfoques educativos, actualizando las estrategias de enseñanza y aprendizaje en las ciencias. Aprovechando esta inmersión tecnológica y el acelerado crecimiento de los nativos digitales, es posible utilizar su versatilidad para explicar conceptos clave de las matemáticas. A este respecto, este artículo tiene como objetivo analizar la efectividad de la metodología STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de números racionales, propiedades y operaciones pertinentes al nivel EGB (Educación Básica Superior). La metodología utiliza un enfoque cuantitativo y técnicas de investigación cuasi-experimental en la cual participaron 28 estudiantes como grupo experimental y 28 como grupo de control. El análisis se basó en métodos inductivos, deductivos y analítico-sintéticos, complementados con estadísticas descriptivas e inferenciales utilizando el software Jamovi. Se implementaron actividades interactivas con Edpuzzle y Kahoot en el grupo experimental, mientras que el grupo de control siguió la metodología tradicional. Los resultados muestran que la metodología STEM mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas, con calificaciones más altas y mayor participación. Las pruebas estadísticas confirmaron la efectividad de STEM, destacando su impacto positivo en la comprensión, motivación y habilidades clave como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Palabras clave: Aprendizaje de las Matemáticas; Edpuzzle; Kahoot; metodologías educativas; STEM

Abstract

The advent of technology in the wake of the pandemic has transformed educational approaches, updating teaching and learning strategies in the sciences. Leveraging this technological immersion and the rapid growth of digital natives, it is possible to harness their versatility to explain key mathematical concepts. In this context, this article aims to analyze the effectiveness of the STEM methodology (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) in the teaching and learning of rational numbers, their properties, and operations, at the upper basic education level. The study adopts a quantitative approach and employs quasi-experimental research techniques, involving 28 students as the experimental group and 28 as the control group. The analysis utilized inductive, deductive, and analytical-synthetic methods, complemented by descriptive and inferential statistics with the Jamovi software. Interactive activities using Edpuzzle and Kahoot were implemented for the experimental group, while the control group followed traditional methodology. The results demonstrate that the STEM methodology significantly improves students' academic performance in mathematics, with higher grades and greater participation. Statistical tests confirmed the effectiveness of STEM, highlighting its positive impact on comprehension, motivation, and key skills such as critical thinking and problem-solving.

Keywords: Mathematics learning; Edpuzzle; Kahoot; educational methodologies; STEM

Introducción

En la educación media, específicamente en Educación Básica Superior, la comprensión y el dominio de las bases matemáticas son fundamentales para el éxito en estudios superiores, tanto en matemáticas como en física, química, estadística, entre otras áreas. Como lo señalan diversos autores, esta comprensión de las bases matemáticas permite a los estudiantes procesar información en niveles superiores de forma razonada y organizada, facilitando su expresión en distintos formatos, ya sea verbal, escrita o tecnológica (Aray et al., 2019; Vergara, 2021; Zerna & Vergara, 2024). Por lo general, los estudiantes de esta etapa educativa suelen experimentar dificultades para comprender conceptos abstractos y aplicar el pensamiento lógico y crítico necesario en la disciplina matemática. Otro estudio, señala que una de las razones de estas dificultades es la falta de metodologías que conecten los conocimientos matemáticos con situaciones reales y prácticas (Pinargote et al., 2024).

Por esta razón, es necesario implementar nuevas estrategias educativas que potencien el interés y el aprendizaje significativo de las matemáticas, y una de las más prometedoras es la metodología STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés). Esta metodología se enfoca en integrar conocimientos de diversas áreas del saber, promoviendo una enseñanza activa y colaborativa.

El concepto de STEM fue introducido en 1990 por la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos, centrando su atención inicialmente en las disciplinas individuales de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. No obstante, fue a partir de la década de 2000 que su implementación en el ámbito educativo se volvió más estructurada. La metodología STEM se basa en la premisa de que estas disciplinas deben enseñarse de manera integrada en lugar de aislada, lo que permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones del mundo real (UNIR, 2024).

A nivel mundial, la educación STEM es parte importante para resolver problemas del siglo XXI. Por su parte, la UNESCO destaca que los jóvenes deben prepararse en ciencia y tecnología para el progreso económico y social. La Red de Educación STEM (RESL) ha promovido la colaboración entre países, adaptando este enfoque a contextos locales y fomentando un aprendizaje interdisciplinario vinculado a los desafíos sociales y ambientales actuales (Cuichán & Carrera, 2024).

En América Latina, la implementación de estrategias STEM atraviesa desafíos significativos, como la escasez de recursos y la necesidad de ajustar los contenidos a los contextos culturales locales. Iniciativas como el Centro de Recursos Educativos Abiertos (CREA) han sido necesarios para ofrecer materiales educativos accesibles y flexibles para los docentes de la



región. Durante la pandemia, se llevaron a cabo numerosos webinars y talleres que capacitaron a miles de educadores en STEM, evidenciando un esfuerzo por mejorar la educación en un entorno híbrido (Lopez et al., 2020).

Ecuador ha comenzado a incorporar estrategias STEM en su sistema educativo mediante el uso de metodologías activas y el desarrollo de habilidades blandas para preparar a los estudiantes frente a un mercado laboral en transformación. Las investigaciones indican que la educación STEM puede incentivar a los jóvenes ecuatorianos a optar por carreras técnicas y científicas. Por otro lado, se han adaptado las estrategias al contexto cultural para promover la colaboración docente y crear prácticas innovadoras. La capacitación docente es clave para el éxito de estas iniciativas (Zuñiga & Marin, 2024).

Los educadores han utilizado el libro de texto, la comunicación oral y la pizarra como herramientas clave en su enseñanza, sin considerar el enfoque didáctico (Lino-Calle et al., 2023). Además, muchas instituciones educativas carecen de la infraestructura adecuada y del personal capacitado necesario para incorporar tecnologías modernas (Collantes & Aroca, 2024). Esta limitación impide que los estudiantes accedan a conceptos científicos relevantes y actualizados (Choez et al., 2024). Estas incongruencias han provocado que tanto docentes como estudiantes presenten deficiencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, dificultando así su capacidad para enfrentar los nuevos retos y desafíos de la era digital educativa actual (Intriago et al., 2023).

En este sentido, es esencial conectar la enseñanza con recursos didácticos que se correspondan con su contexto social y cultural, lo que pone de manifiesto la necesidad de impulsar su formación continua y el uso de tecnologías educativas en el proceso de aprendizaje (Rogel et al., 2024). La incorporación de la metodología STEM en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar los bajos niveles de rendimiento en esta materia. Al integrar ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, se transforma la manera en que los estudiantes aprenden, ofreciéndoles una visión más dinámica, interdisciplinaria y práctica.

De acuerdo con Eugenio et al. (2024), esta metodología facilita la comprensión de conceptos abstractos, haciéndolos más accesibles y aplicables a problemas del mundo real. A su vez, fomenta el desarrollo de habilidades clave como el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas complejos. Según Gonzalez et al. (2021), el enfoque STEM también contribuye a incrementar el interés y la motivación de los estudiantes, preparándolos para adaptarse a un mercado laboral en constante evolución y para desempeñarse en un entorno profesional que demanda competencias tecnológicas y científicas.

Esta metodología se complementa con el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza, destacando dos aplicaciones clave: Kahoot y Edpuzzle. Kahoot se utiliza principalmente para



crear juegos interactivos basados en preguntas, en los que los estudiantes pueden participar de manera simultánea, fomentando la competencia sana y el aprendizaje colaborativo. Su formato dinámico y accesible lo ha convertido en una herramienta ampliamente aceptada en el ámbito educativo (Valles & Mota, 2020). Por otro lado, Edpuzzle permite transformar videos educativos en contenidos interactivos, adaptados a las necesidades de los estudiantes. A través de esta herramienta, los alumnos deben responder preguntas a lo largo del video, lo que incrementa su participación y facilita la evaluación de su comprensión del contenido (Cazar & Guano, 2022) Ambas herramientas se utilizarán para motivar a los estudiantes, reforzar el aprendizaje y garantizar que comprendan los temas tratados de manera más efectiva.

A raíz de lo expuesto, se plantea la siguiente formulación del problema: ¿Cómo puede la implementación de una metodología mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de Educación Básica Superior? Para responder la interrogante se propuso el siguiente objetivo: Evaluar el impacto de la metodología STEM en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de Educación Básica Superior.

Este estudio es relevante porque integra una problemática educativa actual y propone una solución innovadora mediante la implementación de la metodología STEM. Mejorar el aprendizaje de las matemáticas es clave para el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes, preparándolos para enfrentar los retos de una sociedad cada vez más tecnológica.

Aprendizaje de las Matemáticas en Educación Básica Superior

La formación y capacitación docente es importante para el éxito en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Lino et al., 2022). Muchos educadores se encuentran limitados para abordar eficientemente el proceso de enseñanza y aprendizaje debido a la falta de estrategias didácticas adecuadas y de formación continua. La falta de competencias en el manejo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha convertido en un reto en el contexto actual (Vélez et al., 2024).

La integración de tecnologías educativas en la enseñanza de las matemáticas presenta tanto oportunidades como retos. Estas herramientas pueden facilitar un aprendizaje más interactivo y accesible; sin embargo, también evidencian las brechas tecnológicas y sociales que afectan a estudiantes y docentes (Collantes et al., 2024). La falta de recursos tecnológicos adecuados y el conocimiento limitado sobre su uso pueden obstaculizar el proceso educativo. La implementación efectiva de tecnologías requiere equipamiento, también capacitación sólida que permita a los docentes utilizarlas de manera pedagógica (Zambrano et al., 2024).

Las dificultades específicas en el aprendizaje de las matemáticas son un fenómeno común que puede llevar al fracaso escolar y al desánimo entre los estudiantes. Estas dificultades a menudo están relacionadas con aspectos cognitivos y emocionales, además de métodos pedagógicos inadecuados. La falta de motivación y el uso de enfoques rígidos en la enseñanza contribuyen a que muchos estudiantes no logren comprender conceptos fundamentales. Por ello, es necesario que los docentes reconozcan y atiendan estas dificultades (Benítez-Chará & Saldarriaga-Salazar, 2022).

Evolución de las Metodologías Educativas hacia el Enfoque STEM

La educación ha experimentado una notable evolución en sus metodologías a lo largo del tiempo, pasando de perspectivas tradicionales centrados en la memorización y la transmisión unidireccional del conocimiento a prácticas más interactivas y centradas en el estudiante. Para Medina et al. (2024), el modelo pedagógico tradicional se caracterizaba por un enfoque autoritario, donde el docente era la figura central y los estudiantes asumían un rol pasivo. Sin embargo, con el auge de las teorías constructivistas, como las de Piaget y Vygotsky, comenzó a ganar terreno la idea de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno (Saldarriaga et al., 2016).

A medida que estas ideas se consolidaron, se introdujeron metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el aprendizaje colaborativo, que fomentan la participación activa de los estudiantes en el proceso educativo. El ABP, en particular, se centra en la realización de proyectos que permiten a los estudiantes investigar, diseñar y crear soluciones a problemas del mundo real (Botella & Ramos, 2019). Estas metodologías promueven el desarrollo de habilidades críticas, como la resolución de problemas y el pensamiento crítico, que preparan a los estudiantes para el trabajo en equipo.

La transición hacia enfoques más integrados y multidisciplinarios fue un paso natural en la evolución de las metodologías educativas, conduciendo al surgimiento del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Este enfoque busca romper las barreras entre las distintas disciplinas, promoviendo la interconexión de conceptos y habilidades que son indispensables en un mundo cada vez más complejo y tecnológico (Santillán et al., 2020).

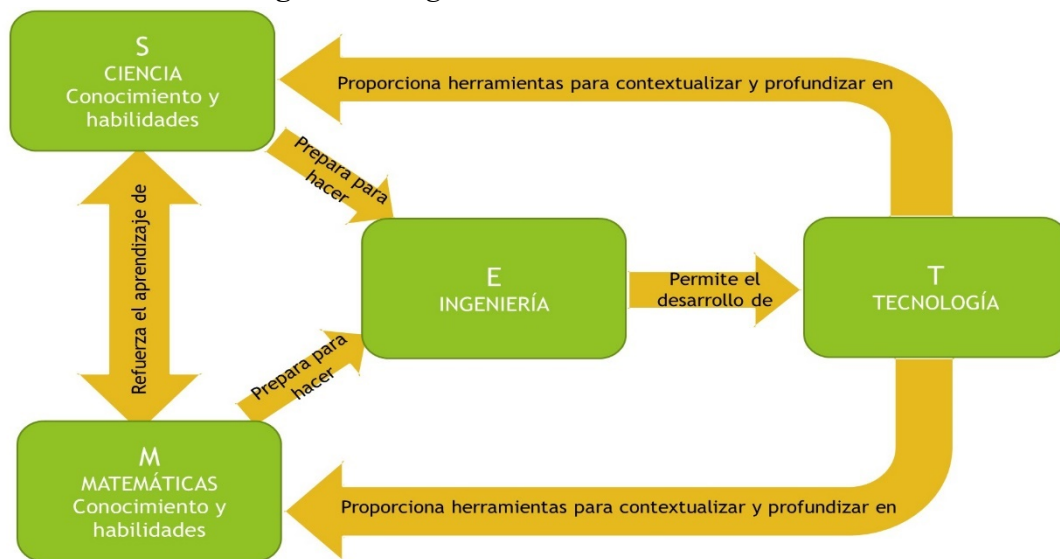
En este respecto, el enfoque STEM se establece como una metodología educativa, como una respuesta a las demandas del siglo XXI. Al promover un aprendizaje activo, la colaboración y la resolución de problemas, prepara a los estudiantes para un futuro donde las habilidades técnicas y analíticas son importantes. De esta manera, es posible formar estudiantes competentes y creativos, capaces de innovar y contribuir positivamente a la sociedad.

Metodología STEM en la Educación Actual

Ante la creciente necesidad de profesionales en áreas vinculadas a la ciencia y la tecnología, la educación STEM capacita a los estudiantes para el futuro laboral. Las competencias que se desarrollan a través de este enfoque son valoradas por los empleadores, ya que fomentan la adaptabilidad y la innovación en entornos laborales en constante cambio. Asimismo, se ha evidenciado que los programas educativos que integran metodologías STEM están relacionados con un aumento en el rendimiento académico (Arbañil et al., 2023).

La metodología STEM combina varias disciplinas, favoreciendo un tipo de aprendizaje que supera las divisiones convencionales entre materias. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de enfrentar problemas reales de forma integral, cultivando habilidades esenciales como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad. Este enfoque interdisciplinario es clave para promover un aprendizaje activo y participativo, en el cual los estudiantes asumen un papel central en la creación de su propio conocimiento (UNIR, 2024).

Figura 1. Diagrama de relaciones STEM



Nota. Adaptado de Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education, por Watson & Watson (2013).

Al integrar la ciencia, la tecnología, la ingeniería, arte y las matemáticas en la enseñanza, el enfoque STEM (ver Figura 1) promueve un aprendizaje significativo y aplicable, capacitando a los estudiantes para enfrentar desafíos contemporáneos de manera efectiva.

Implementación y Contextualización de Estrategias STEM en Ecuador

En los últimos años, Ecuador ha experimentado un impulso significativo en la transformación de su sistema educativo hacia un modelo STEM. A través de iniciativas como la "Coalición STEM Ecuador", impulsada por el Ministerio de Educación y universidades, se promueve el interés en estas disciplinas desde edades tempranas. Además, proyectos como "Educación STEM para el Desarrollo Sostenible", liderado por la Universidad San Francisco de Quito, destacan la integración de conocimientos científicos con la preservación de la biodiversidad y el patrimonio cultural (Fonseca & Simbaña, 2022).

Las metodologías y estrategias implementadas en la educación STEM en Ecuador destacan por su aplicación práctica y colaborativa. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite a los estudiantes trabajar en proyectos reales o simulados, integrando aspectos de ingeniería y tecnología en el aula, lo que aumenta su motivación y comprensión. Además, se promueve el uso de tecnologías innovadoras, como herramientas tecnológicas y laboratorios, para conectar la enseñanza con los avances científicos actuales. La interdisciplinariedad también juega un papel importante, uniendo diversas áreas del conocimiento y fomentando un aprendizaje holístico que prepara a los estudiantes para los desafíos del futuro laboral (López et al., 2020; UNIR, 2024).

A pesar de los avances en la implementación del enfoque STEM, persisten importantes brechas en su aplicación. La capacitación docente es uno de los mayores retos, ya que muchos educadores requieren formación continua para adaptarse a las nuevas metodologías y tecnologías. Sin una preparación adecuada, la efectividad de este enfoque en las aulas puede verse considerablemente limitada. Otro desafío es la integración curricular, ya que la adopción del enfoque STEM no ha sido uniforme en todo el país, lo que evidencia la necesidad de políticas educativas que promuevan su inclusión como una parte esencial del currículo escolar, garantizando una aplicación real y efectiva (Fonseca & Simbaña, 2022; UNIR, 2024).

Material y métodos

La población del estudio estuvo conformada por 56 estudiantes de la Escuela de Educación General Básica "Simón Bolívar," situada en Cady-Colón, Portoviejo. Estos estudiantes se distribuyeron en dos grupos de 28 participantes cada uno: un grupo experimental, al que se aplicó la metodología STEM para la enseñanza de las matemáticas, y un grupo de control, que siguió un enfoque tradicional. Debido al tamaño de la población se aplicó una muestra no probabilística intencional. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental de tipo transversal, dividiendo a los estudiantes en dos grupos de 28 estudiantes: uno experimental, al que se aplicó la metodología STEM en la enseñanza de las matemáticas, y un grupo de control, que siguió la metodología tradicional.

Se utilizaron varios métodos teóricos y estadísticos para analizar los resultados. El método inductivo se empleó para observar patrones y tendencias emergentes en el aprendizaje de los estudiantes, mientras que el método deductivo permitió contrastar estos resultados con teorías y principios ya establecidos en la enseñanza de las matemáticas. El método analítico-sintético facilitó la descomposición y el análisis de los datos recopilados, mientras que el método sintético ayudó a integrar los resultados para llegar a conclusiones globales.

En cuanto al análisis estadístico, se utilizaron métodos descriptivos para resumir las características básicas de los datos, tales como medias, medianas y desviaciones estándar (Intriago et al., 2024), mientras que los métodos inferenciales se aplicaron para realizar comparaciones entre los grupos y determinar la significancia estadística de los resultados obtenidos (Lino et al., 2024a). Para la prueba de hipótesis, se utilizó el software estadístico Jamovi (Lino et al., 2024b), el cual permitió evaluar si la aplicación de la metodología STEM generó diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes, en comparación con el grupo de control.

Durante el desarrollo de este análisis, se llevaron a cabo seis actividades. En el grupo experimental se usó la plataforma Edpuzzle, la cual incorpora videos interactivos y preguntas específicas diseñadas para comprender los conceptos, operaciones y problemas de aplicación relacionados a los números racionales y en conjunto con la plataforma Kahoot para reforzar y evaluar los avances relacionados a la comprensión del tema. En el grupo de control se siguió un enfoque tradicional, utilizando como recurso principal el libro de texto y la pizarra.

Las tareas experimentales fueron identificadas como Actividad Mediante STEM 1 (AMS1), Actividad Mediante STEM 2 (AMS2) y Actividad Mediante STEM 3 (AMS3), mientras que las tareas de control se designaron como Actividad Tradicional 1 (AT1), Actividad Tradicional 2 (AT2) y Actividad Tradicional 3 (AT3). Esta nomenclatura facilitó la organización y comparación de las actividades y permitió un análisis sistemático de los resultados, permitiendo evaluar de manera precisa la eficacia de cada enfoque en la comprensión de los números racionales.

A continuación, se describe el desarrollo de las actividades mencionadas.

Actividad de control AT1: El objetivo de esta actividad fue definir los números racionales y posteriormente explicar sus propiedades. La clase se desarrolló de manera tradicional, con el docente impartiendo una lección magistral sobre la definición y las propiedades de los números racionales, utilizando como apoyo el libro de texto y la pizarra. Durante la sesión, se

presentaron diversos ejemplos numéricos, algunos pertenecientes a otros conjuntos numéricos y otros al de los números racionales.

Mediante estos ejemplos se reforzó el concepto de pertenencia al conjunto de los números racionales y fomentar el análisis y la discusión sobre las razones detrás de cada caso. Después de la explicación, los estudiantes trabajaron de forma individual en actividades enfocadas en determinar si un número es racional. Además, resolvieron identidades de manera inductiva para verificar y demostrar que las propiedades de los números racionales son correctas y se cumplen.

Actividad experimental AMS1: En esta actividad, los estudiantes desarrollaron una comprensión clara de la definición de los números racionales y sus propiedades. Para ello, se inició con una introducción a través de Edpuzzle, específicamente diseñada para cumplir con los objetivos de la sesión. Posteriormente, se compartió un enlace a un video interactivo sobre números racionales y sus propiedades. Durante el avance del video, se presentaron preguntas interactivas relacionadas con el contenido, que los estudiantes debían responder para continuar. En la Figura 2 se ilustra la transición de la clase mediante el video y las preguntas interactivas.

Al finalizar el video, se retroalimentaron los conceptos, se aclararon dudas y los estudiantes realizaron ejercicios de forma individual, lo que fortaleció su comprensión del contenido. La sesión concluyó con una discusión grupal en la que los estudiantes compartieron sus opiniones sobre el uso de Edpuzzle, destacando su interés en esta plataforma por permitirles aprender de manera individualizada y a su propio ritmo.

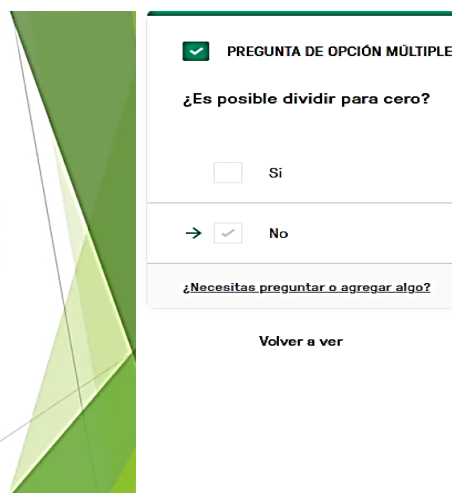
Figura 2. Video con contenido referente a la definición de los números racionales

Introducción

► Un número racional es todo número que puede representarse como el cociente de dos enteros, con denominador distinto de cero. Se representa por \mathbb{Q}

► $\mathbb{Q} = \left\{ \frac{a}{b} \mid a, b \in \mathbb{Z} \text{ y } b \neq 0 \right\}$

(a) Definición de los números racionales



The screenshot shows a video player interface with a green background. On the right side, there is a white box containing a multiple-choice question. The question is '¿Es posible dividir para cero?' (Is it possible to divide by zero?). There are two options: 'Si' (Yes) and 'No' (No). The 'No' option is selected, indicated by a checkmark in a box. Below the options, there is a link that says '¿Necesitas preguntar o agregar algo?' (Do you need to ask or add anything?). At the bottom of the white box, there is a button that says 'Volver a ver' (Watch again).

(b) Desarrollo de cuestionario

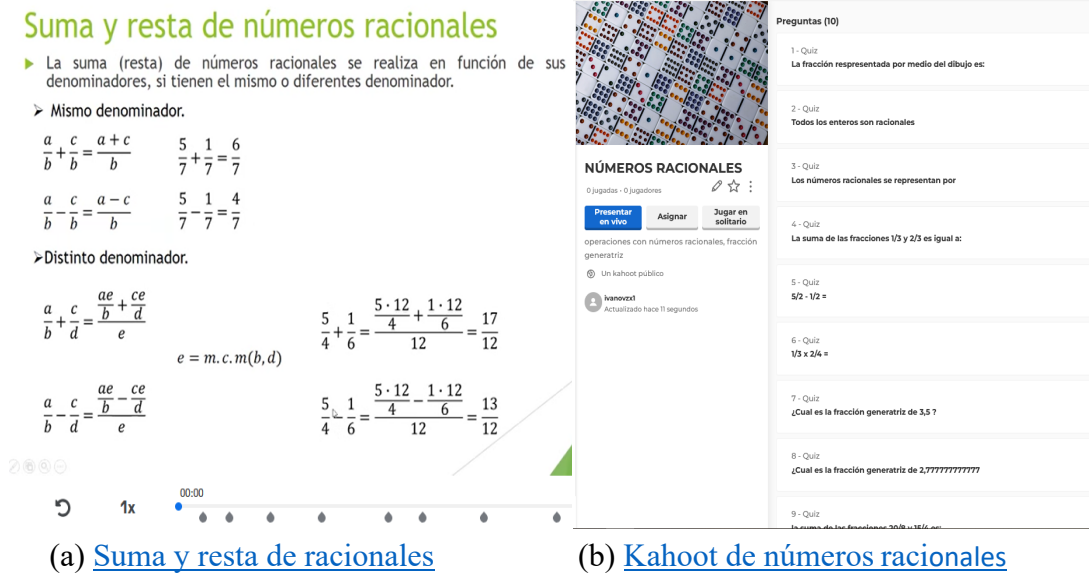
Fuente: <https://edpuzzle.com/assignments/670c5e8bf982f4ab510242e0/watch>

Actividad de control 2 AT2: El desarrollo de esta actividad se centró en realizar operaciones de suma y resta de números racionales, así como en convertir decimales a su equivalente fraccionario y viceversa. La clase se llevó a cabo mediante una lección magistral en la que se utilizó la pizarra y el libro de texto como recursos principales. El docente inició resolviendo ejercicios de ejemplo, acompañados de una explicación detallada para facilitar la comprensión de los conceptos. Posteriormente, los estudiantes se organizaron en grupos para trabajar en ejercicios prácticos, los cuales debían completar dentro del periodo de clase. Al finalizar, se realizó una discusión de los resultados, donde se evidenció la aplicación de las propiedades y se exploraron otras posibles alternativas de solución.

Actividad experimental 2 AMS2: En esta sesión, los estudiantes realizaron operaciones de suma y resta de números racionales, así como la conversión de decimales a su equivalente fraccionario y viceversa. Para ello, se utilizó un video interactivo en Edpuzzle que presentaba ejemplos dinámicos y ejercicios relacionados con estas operaciones, permitiendo a los estudiantes avanzar mientras resolvían problemas directamente en la plataforma durante la clase. Para evaluar y complementar la comprensión del contenido, los estudiantes trabajaron de manera individual en Kahoot, y se les pidió que sustentaran sus respuestas en papel.

En la Figura 3 se muestra el video interactivo en Edpuzzle y el cuestionario desarrollado en Kahoot. Tras esta evaluación, se reforzaron los conceptos con ejemplos adicionales y, finalmente, se trabajó en la resolución de ejercicios prácticos en equipos, promoviendo el aprendizaje colaborativo y el uso aplicando de los números racionales. A lo largo de la actividad, los estudiantes tuvieron la oportunidad de repetir el video para una mejor comprensión. Además, a través de Kahoot, se sintieron motivados por el sistema de recompensas, que fomentó una competencia saludable y el deseo de lograr buenos resultados durante el cuestionario.

Figura 3. Operaciones con números racionales y cuestionario en kahoot



(a) [Suma y resta de racionales](#)

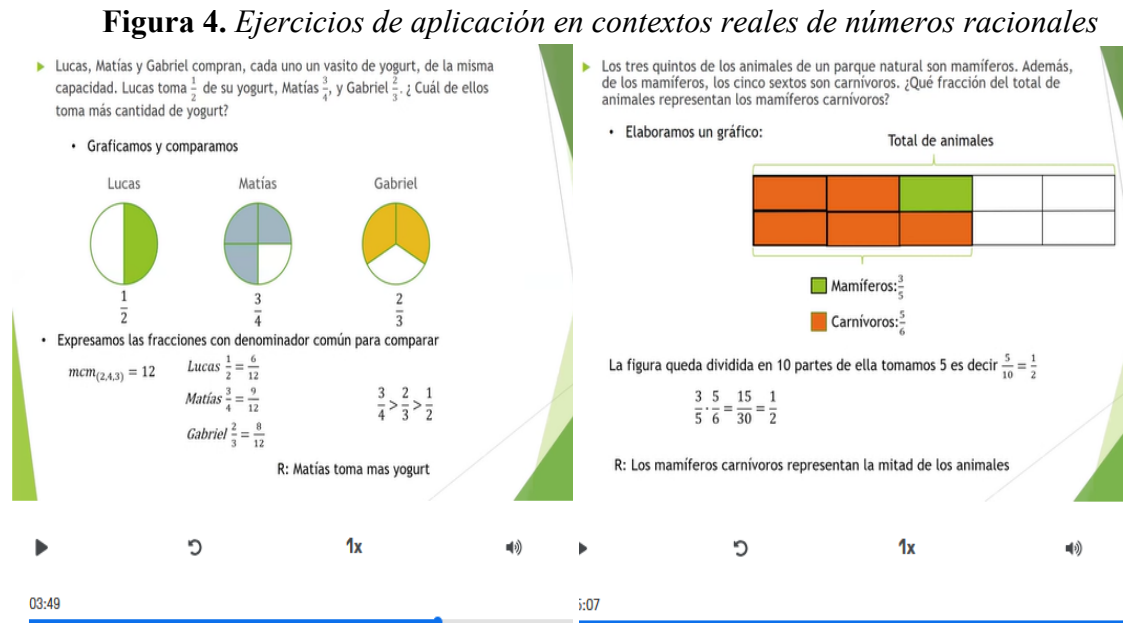
(b) [Kahoot de números racionales](#)

Actividad de control 3 AMS3: El propósito principal de esta actividad fue que los estudiantes desarrollaran habilidades para resolver operaciones con números racionales y pudieran aplicarlas en problemas prácticos, cotidianos o en otras áreas de las ciencias. Para ello, se trabajó con las operaciones de multiplicación y división, utilizando gráficos comparativos elaborados manualmente en la pizarra y textos complementarios en contextos de aplicación. Esto permitió visualizar los resultados de las operaciones, los cuales fueron explicados detalladamente por el docente. Además, se plantearon ejercicios prácticos para que los estudiantes pudieran resolver de manera independiente, reforzando así su comprensión y aplicación de los conceptos.

Actividad experimental 3 AT3: El objetivo principal de esta actividad fue que los estudiantes desarrollaran habilidades para resolver operaciones con números racionales y aplicarlas a problemas prácticos y cotidianos. La clase se alojó en Edpuzzle, donde los estudiantes visualizaron de manera gráfica y dinámica diversas operaciones con números racionales, como la multiplicación y la división. Además, la plataforma incluyó problemas contextualizados en situaciones de la vida cotidiana. En la Figura 3 se muestran dos problemas distintos, explicados en formato video dentro de la plataforma. Los gráficos utilizados fueron claros y bien estructurados, lo que facilitó a los estudiantes la comparación de resultados y la resolución eficiente de los ejercicios.

Los ejercicios propuestos en Edpuzzle estaban diseñados para fomentar la participación activa de los estudiantes, quienes, además de observar las explicaciones, respondieron preguntas

interactivas en tiempo real. Esto les permitió obtener retroalimentación inmediata y reforzar sus aprendizajes de forma efectiva. Para complementar la actividad, el docente solicitó a los estudiantes que diseñaran un problema realista utilizando operaciones con números racionales, acompañado de una representación gráfica. Luego, los estudiantes intercambiaron sus problemas con sus compañeros para resolverlos, promoviendo el aprendizaje colaborativo y la aplicación práctica de los conceptos.



Fuente: <https://edpuzzle.com/assignments/67312eeb95d98dba20436bb6/watch>

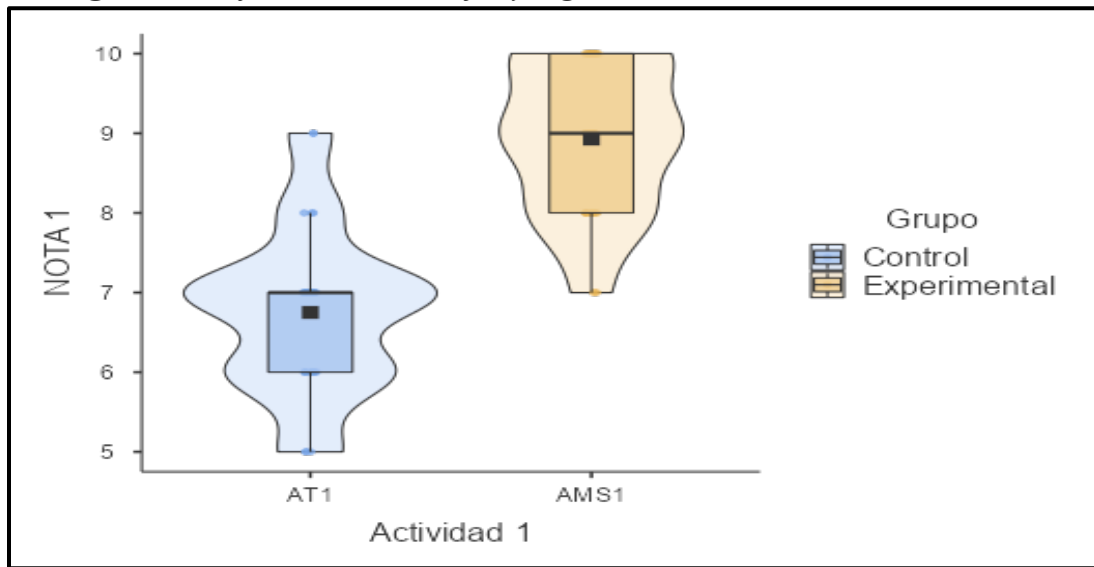
Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la comparación entre dos enfoques metodológicos: la enseñanza tradicional y la implementación de la metodología STEM. Este análisis busca evidenciar las diferencias en el rendimiento académico y la consistencia de los resultados entre ambos grupos, destacando el impacto de estrategias pedagógicas innovadoras en el proceso de aprendizaje postpandemia.:

Tabla 1. Estadística descriptiva de las actividades AT1 vs AMS1

	Actividad 1	N	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 1	AT1	28	6.75	7.00	7.00	1.041	5	9
	AMS1	28	8.93	9.00	9.00	0.940	7	10

Figura 5. Gráficas de violín, cajas y bigotes de las actividades AT1 Vs AMS1



Los resultados muestran una clara diferencia en el rendimiento académico entre los estudiantes que fueron evaluados utilizando la metodología tradicional (AT1) y aquellos que trabajaron bajo la metodología STEM (AMS1). En promedio, los estudiantes del grupo experimental (AMS1) alcanzaron una media de 8.93, significativamente superior a la media del grupo de control (AT1), que obtuvo 6.75. Además, la mediana y la moda del grupo AMS1 fueron de 9.00, lo que indica que la mayoría de los estudiantes lograron notas cercanas al máximo posible.

En contraste, en el grupo AT1, la mediana y moda fueron de 7.00, reflejando un desempeño más modesto. También se observa una menor dispersión en las calificaciones del grupo AMS1, con una desviación estándar de 0.940, en comparación con el grupo AT1, cuya desviación estándar fue de 1.041, lo que sugiere una mayor homogeneidad en los resultados del grupo que empleó la metodología STEAM.

Guanotuña et al. (2024) destaca que la adaptación de las metodologías STEM en el contexto postpandemia ha demostrado eficiente para el aprendizaje. Estas metodologías buscan cerrar las brechas de rendimiento académico generadas por la crisis sanitaria, también tienen un impacto significativo en la promoción de un aprendizaje significativo. Este se logra mediante proyectos colaborativos y actividades prácticas que involucran a los estudiantes de manera activa en su proceso de aprendizaje. Según Cabrera et al. (2024), la incorporación de esta metodología interactiva contribuyó a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, lo cual se reflejó en un incremento en las medias de las evaluaciones, y también favoreció una comprensión más profunda de los conceptos.

Tabla 2. *Prueba T para Muestras Independientes*

		Estadístico	gl	p
NOTA 1	T de Student	-8.22	54.0	< .001

Nota. $H_a \mu_{AT1} \neq \mu_{AMS1}$

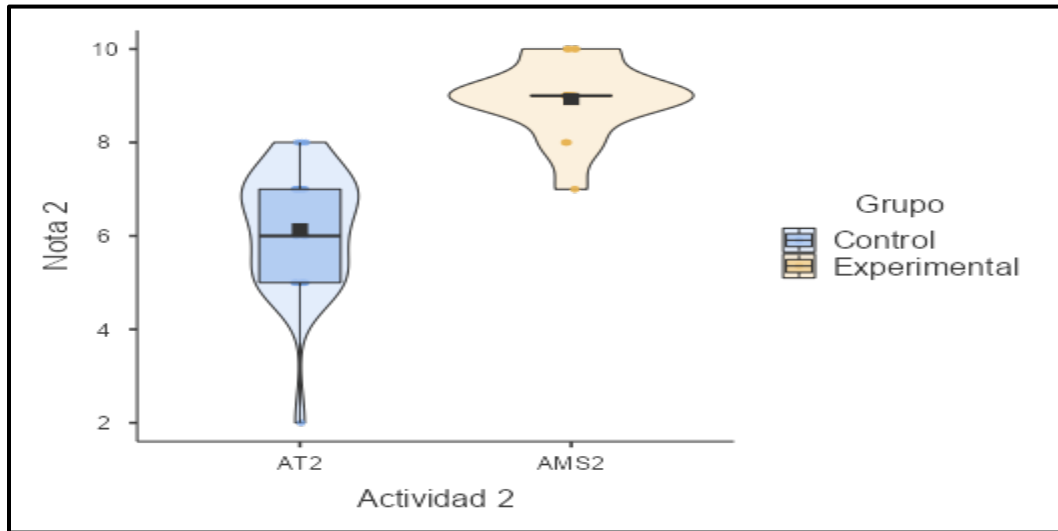
La Tabla 2 presenta los resultados de la prueba T de Student para muestras independientes, la cual fue aplicada para comparar los grupos evaluados con la metodología tradicional (AT1) y la metodología STEM (AMS1). El estadístico T obtenido es de -8.22 con 54 grados de libertad (gl), y un valor de $p < 0.001$, lo que indica una diferencia significativa entre los dos grupos. Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que confirma que existe una diferencia significativa en las medias de las calificaciones entre los estudiantes que recibieron enseñanza con la metodología tradicional (AT1) y aquellos que trabajaron con la metodología STEM (AMS1).

Además, los datos reportados enfatizan que la implementación de esta metodología ha sido necesaria para mejorar el rendimiento académico, desarrollar habilidades críticas que son indispensables en el siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración (Vélez et al., 2024). Esto sugiere que, las metodologías STEM son una herramienta de recuperación, una estrategia pedagógica para transformar la educación hacia un modelo más dinámico y orientado al futuro.

Tabla 3. *Estadística descriptiva de las actividades AT2 vs AMS2*

	Actividad 2	N	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 2	AT2	28	6.14	6.00	7.00	1.297	2	8
	AMS2	28	8.93	9.00	9.00	0.813	7	10

Figura 6. Gráficas de violín, cajas y bigotes de las actividades AT2 Vs AMS2



Los datos muestran que el grupo que utilizó la metodología STEM obtuvo una media significativamente mayor (8.93) en comparación con el grupo de metodología tradicional (6.14). La mediana y la moda en AMS2 fueron 9, reflejando un rendimiento consistente en niveles altos, mientras que en AT2 fueron 6 y 7 respectivamente, indicando una mayor dispersión en el rendimiento. Además, la desviación estándar fue menor en AMS2 (0.813) frente a AT2 (1.297), lo que sugiere que los resultados de los estudiantes con metodología STEM fueron más uniformes. Finalmente, los valores mínimo y máximo también evidencian un mejor desempeño en el grupo AMS2, con calificaciones entre 7 y 10, en contraste con el rango de 2 a 8 observado en AT2.

En un estudio similar se destaca la necesidad de una formación continua y colaborativa entre los docentes para la implementación efectiva de metodologías activas en la enseñanza de STEM. Esto implica un cambio en las prácticas pedagógicas, una reflexión sobre las habilidades previas de los estudiantes, particularmente en la investigación. Además, se subraya la importancia de aprovechar herramientas gratuitas como complemento a los recursos tecnológicos limitados, asegurando así una enseñanza de calidad y accesible (Arteaga et al., 2022).

Tabla 4. Prueba T para Muestras Independientes

		Estadístico	gl	p
NOTA 2	T de Student	-9.63	54.0	< .001

Nota. $H_a \mu_{AT2} \neq \mu_{AMS2}$

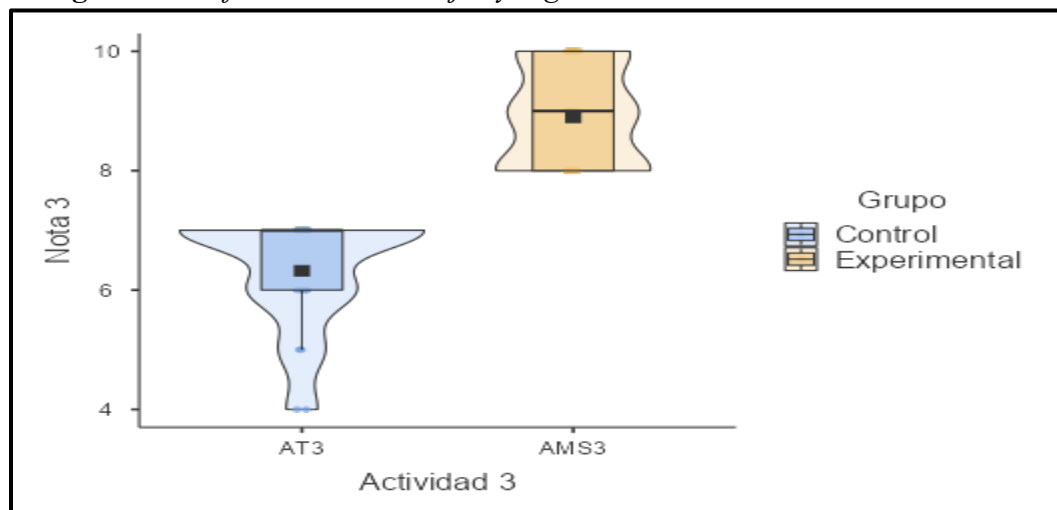
La Tabla 4 presenta los resultados de la prueba T para muestras independientes, utilizada para comparar los promedios de las calificaciones en la Actividad 2 entre los grupos que emplearon la metodología tradicional (AT2) y la metodología STEM (AMS2). El estadístico T de Student obtenido fue -9.63, con 54 grados de libertad, y un valor p menor a 0.001. Estos resultados son estadísticamente significativos, lo que indica que existe una diferencia notable entre los promedios de ambos grupos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ($H_a: \mu_{AT2} \neq \mu_{AMS2}$), confirmando que la metodología STEM tuvo un impacto positivo y significativo en el aprendizaje de las matemáticas.

Estos resultados se alinean con el creciente interés por la metodología STEM en Sudamérica, especialmente en países como Argentina, Chile, Ecuador y Colombia, donde, a pesar de los desafíos regionales, la influencia académica internacional ha comenzado a permear la educación. Sin embargo, para su integración efectiva, es necesario que los enfoques pedagógicos sean adaptados a las particularidades socioculturales y recursos locales, como lo muestran los estudios en estos países (Tovar, 2019).

Tabla 5. Estadística descriptiva de las actividades AT3 vs AMS3

	Actividad 3	N	Media	Mediana	Moda	DE	Mínimo	Máximo
NOTA 3	AT3	28	6.32	7.00	7.00	0.945	4	7
	AMS3	28	8.89	9.00	8.00	0.832	8	10

Figura 7. Gráficas de violín, cajas y bigotes de las actividades AT3 Vs AMS3



Los datos revelan que el grupo AMS3 alcanzó una media significativamente mayor (8.89) en comparación con AT3 (6.32). La mediana en AMS3 fue 9, mientras que en AT3 fue 7, y las modas respectivas fueron 8 y 7, mostrando un mejor desempeño general en el grupo STEM. Además, la desviación estándar fue ligeramente menor en AMS3 (0.832) frente a AT3 (0.945), lo que sugiere mayor homogeneidad en los resultados del grupo STEM. Los valores mínimo y máximo refuerzan esta tendencia, con calificaciones de 8 a 10 en AMS3, mientras que en AT3 se situaron entre 4 y 7. Estos resultados confirman nuevamente la superioridad de la metodología STEM en la mejora del aprendizaje de las matemáticas.

Por su parte, Ferrada et al. (2020) en su investigación destacan que la metodología STEM fomenta el desarrollo de habilidades técnicas en los estudiantes e impulsa competencias transversales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. A través de la implementación de enfoques innovadores, se potencia la motivación y el interés de los estudiantes por las áreas científicas, tecnológicas, de ingeniería y matemáticas. No obstante, subrayan la importancia de adoptar un enfoque inclusivo que considere la diversidad cultural, social y de género, con el fin de garantizar que todos los estudiantes se beneficien de manera equitativa de las oportunidades educativas que esta metodología ofrece.

Tabla 6. *Prueba T para Muestras Independientes*

		Estadístico	gl	p
NOTA 3	T de Student	-10.80	54.0	< .001

Nota. $H_a: \mu_{AT3} \neq \mu_{AMS3}$

El estadístico T de Student obtenido fue -10.80, con 54 grados de libertad, y un valor p menor a 0.001. Estos resultados estadísticamente significativos evidencian una diferencia notable entre los promedios de ambos grupos. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula ($H_a: \mu_{AT3} \neq \mu_{AMS3}$), lo que respalda que la metodología STEM impactó de manera positiva y significativa en el rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes.

En un estudio similar, Medina et al (2024) destaca que la implementación de la metodología STEM en la educación temprana, con la implicación activa de los padres, tiene un impacto positivo en el desarrollo académico y socioemocional de los estudiantes. La colaboración entre la escuela y la familia, a través de estrategias innovadoras como el uso de aplicaciones digitales para promover actividades de aprendizaje en casa, facilita el acceso a los recursos educativos y fomenta el interés de los niños por las áreas científicas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes que adoptaron la metodología STEM, con calificaciones más altas y una mayor consistencia en su desempeño, lo que indica una mayor comprensión y retención de los conocimientos. Asimismo, las pruebas estadísticas, como la T de Student, confirmaron que las diferencias observadas son estadísticamente significativas, con valores p menores a 0.001, lo que refuerza la efectividad de esta metodología.

La metodología STEM promueve la colaboración y el trabajo en equipo durante el estudio de los conceptos matemáticos, lo que potencia la comprensión del tema, facilita la aplicación de estos conceptos en contextos reales y destaca su interconexión con otras disciplinas científicas.

La implementación de STEM en la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de Educación Básica Superior mejora el rendimiento académico y también promueve el desarrollo de habilidades esenciales del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la capacidad de innovación.

Se recomienda crear espacios de formación docente en el uso de la metodología STEM, asegurando que los educadores comprendan las herramientas y estrategias necesarias para implementarla; y sean capaces de adaptarla a las necesidades específicas de los estudiantes.

Por último, se sugiere integrar esta metodología de manera progresiva en los currículos educativos, evaluando su impacto a largo plazo en el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y tecnológicas.

Referencias bibliográficas

- Aray, C. A., Párraga, O. F., & Chun, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 4(1), 20–31. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i1.1622>
- Arbañil, R., Manrique, Z., Ecos, A., Quispe, A., Ore, F., & Amaya, K. (2023). Tecnología para desarrollar la tecnología STEM. In *Mar Caribe*. http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1873
- Arteaga, M., Sánchez, A., Olivares, P., & Maurandi, A. (2022). Revisión sistemática y propuesta para la implementación de metodologías activas en la educación STEM. *Educateconciencia*, 30(36), 35–76. <https://doi.org/10.58299/edu.v30i36.533>
- Benítez-Chará, W., & Saldarriaga-Salazar, M. E. (2022). Desafíos De Los Docentes Del Área



- De Matemáticas En Tiempo De Covid-19. *Panorama*, 16(31), 1–25.
<https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i31.3310>
- Botella, A., & Ramos, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos: Una revisión bibliográfica. *Perfiles Educativos*, 40(163), 109–122.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000100127&script=sci_arttext
- Cabrera, B., Ulloa, M., Calahorrano, R., Lino, V., & Toala, F. (2024). Uso de la simulación phet para el aprendizaje de vectores en estudiantes de bachillerato: un enfoque interactivo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1971–1994.
<https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.346>
- Cazar, S., & Guano, D. (2022). Edpuzzle una herramienta tecnológica interactiva y cooperativa para mejorar las habilidades auditivas de los estudiantes de inglés como Lengua Extranjera. *Polo Del Conocimiento*, 7(2), 1525–1538.
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i2.3662>
- Choez, L., Menéndez, J., & Lino, V. (2024). Estrategia pedagógica para contribuir las habilidades docentes en la asignatura de Lengua y Literatura. *MQRInvestigar*, 8(2), 4305–4319. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.4305-4319>
- Collantes-Lucas, M. A., & Aroca-Fárez, A. E. (2024). Aprendizaje lúdico en la era digital apoyado por las TIC en niños de 4 a 5 años. *MQRInvestigar*, 8(2), 596–620.
<https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.2.2024.596-620>
- Collantes, M., Rogel, C., & Cobeña, M. (2024). Estrategia Didáctica para la Enseñanza de Matemáticas en Educación Inicial II : Integración de Wordwall. *MQRInvestigar*, 8(3), 5340–5362. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5340-5362>
- Cuichán, L., & Carrera, O. (2024). Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino. *Revista Mamakuna*, 23, 48–62. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/download/946/961>
- Eugenio, C., Medina, V., Zurita, M., Eugenio, J., & Lino, V. (2024). La enseñanza de las matemáticas en la Educación Superior: el caso de la Universidad Técnica de Cotopaxi. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1510–1525.
<https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/246/318>
- Ferrada, C., Carrillo, J., Díaz, D., & Silva, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23, 1–21. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>
- Fonseca, A., & Simbaña, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Novasineria Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 5(2), 90–105. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
- Gonzalez, M., González, Y., & Muñoz, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(2), 1–19.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Guanotuña, G., Pujos, A., Oñate, M., Ponce, M., Carillo, E., Delgado, N., Vásconez, E., & Calvopiña, M. (2024). Adaptación de la Metodología STEM-STEAM en la educación pospandemia : un enfoque integral para la recuperación académica. *Revista INVECOM*, 4(2), 1–12. <https://revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3144/391>
- Intriago, J., Carvajal, D., Carvajal, A., Cordero, M., Zevallos, I., Lino, V., Torres, J., & Muñoz, J. (2024). *Avalúos de la propiedad horizontal: Estadística aplicada a los*

avalúos (Primera Ed). Editorial Runaiki.
<https://runaiki.es/index.php/runaiki/article/view/104>

- Intriago, Y., Vergara, J., & López, R. (2023). Uso de los recursos didácticos , desde la analítica de aprendizaje en las transformaciones de la enseñanza de las matemáticas en la geometría. *Juornal Scientific MQR Investigar*, 7(3), 2278–2296. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2278-2296>
- Lino-Calle, V., Barberán-Delgado, J., Lopez-Fernández, R., & Gómez-Rodríguez, V. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 7(3), 2297–2322. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.2297-2322>
- Lino, V., Carvajal, D., Muñoz, J., & Intriago, Y. (2024). Jamovi como herramienta para el análisis de datos en la asignatura de estadística y diseño de experimentos. *Revista Alcance*, 7(1), 73–83. <https://doi.org/10.47230/ra.v7i1.62>
- Lino, V., Carvajal, D., Sornoza, D., Vergara, J., & Intriago, Y. (2024). Herramienta tecnológica Jamovi en el análisis e interpretación de datos en proyectos de Ingeniería Civil. *Innovaciones Educativas*, 26(41), 151–165. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i41.5145>
- Lino, V., Gallo, R., & Manzanilla, R. (2022). Detección De Discontinuidades En Funciones De Una Variable Utilizando Espacios De Tipo Elementos Finitos. *Revista Bases de La Ciencia*, 7, 135–152. <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v7iespecial.4148>
- Lopez, M., Córdoba, C., & Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Sciencia Education*, 7(1), 1–16. <https://www.aacademica.org/marco.lopez/7>
- López, M., Córdoba, C., & Soto, J. (2020). Latin American Journal of Science Education Educación STEM / STEAM : Modelos de implementación , estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7, 1–16. <https://www.aacademica.org/marco.lopez/7.pdf>
- Medina, M., Pin, J., Chinga, R., & Lino, V. (2024). Wordwall como herramienta de apoyo en el refuerzo pedagógico de Ciencias Naturales. *Polo Del Conocimiento*, 9(3), 1118–1136. <https://bit.ly/4bv9fR4>
- Medina, P., Pilatasig, M., Ibáñez, J., Tumbez, L., Masapanta, B., Gusqui, N., & Silva, A. (2024). Análisis comparativo de la metodología STEM y otras metodologías activas en la Educación General Básica. *Ciencia Latina Internacional*, 8(4), 10094–10113. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13153
- Pinargote, J., Lino, V., & Vera, B. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. *MQRInvestigar*, 8(3), 3966–3989. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3966-3989>
- Rogel, C., De La O Pozo, R., Alejandro, M., Orta, I., & Collantes, M. (2024). Uso de juegos tecnológicos para fomentar el pensamiento lógico-matemático en niños de 4 a 5 años. *Revista Científica Multidisciplinar G-Ner@ndo*, 5(2), 1526–1550. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/247/319>
- Saldarriaga, P., Bravo, G., & Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de Las Ciencias*, 2, 127–137. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/298/355>



- Santillán, P., Jaramillo, E., Santos, R., & Cadena, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo Del Conocimiento*, 5(8), 467–492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Tovar, D. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553951&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553951&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553951>
- UNIR. (2024). *Educación STEM: qué es y qué enfoque tiene*. <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/educacion-stem/>
- UTPL. (2022). *Tecnología, aliada para la enseñanza de la matemática*. <https://noticias.utpl.edu.ec/tecnologia-aliada-para-la-ensenanza-de-la-matematica>
- Valles, R. E., & Mota, D. J. (2020). Kahoot aplicada en la evaluación sumativa en un curso de matemática discreta. *Revista Científica*, 1(37), 67–77. <https://doi.org/10.14483/23448350.15236>
- Vélez, C., Rivera, W., Chicaiza, J., Ruiz, M., & Gutiérrez, O. (2024). PhET Simulations como herramienta de apoyo en la construcción de funciones cuadráticas. *Revista G-Ner@ndo*, 5(1), 1067–1093. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.242>
- Vergara, L. (2021). Dinamizando funciones trigonométricas con GeoGebra. *NÚMEROS Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 109, 151–160. <http://www.sinewton.org/numeros>
- Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM Reformation. *The Journal for Quality & Participation*, 1–4. https://www.academia.edu/download/35120086/TransitioningSTEMToSTEAM_Watson_-_JQP_-_October_2013-libre.pdf
- Zambrano, A., Intriago, Y., & Carrión, H. (2024). Recursos digitales para el refuerzo pedagógico en contenidos de la asignatura de física. *MQRInvestigar*, 8(4), 87–106. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.87-106>
- Zerna, A., & Vergara, J. (2024). Una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la. *MQRInvestigarInvestigar*, 8(1), 6028–6047. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.6028-6047>
- Zuñiga, F., & Marin, V. (2024). Estrategias Educativas STEM-STEAM en Nivel Superior: Revisión Sistemática de Literatura. *Espacios*, 45(4), 16–30. <https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

