

La tecnología en el aprendizaje activo de la matemática en la educación general básica en Ecuador

Technology in active learning of mathematics in basic general education in Ecuador

- 1 Enrique Marcelo Bustamante Saldaña  <https://orcid.org/0009-0009-7275-4825>
Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV), La Habana, Cuba, Maestría en docencia Matemática
marcelo.bustamantes@docentes.educacion.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2026

Revisado: 10/06/2026

Aceptado: 02/07/2026

Publicado: 22/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i3.3753>

Cítese:

Bustamante Saldaña, E. M. (2026). La tecnología en el aprendizaje activo de la matemática en la educación general básica en Ecuador. Ciencia Digital, 10(3), 260-279. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i3.3753>



Ciencia Digital
Editorial



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec.

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International*. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.



Palabras claves: Aprendizaje activo, Herramientas digitales, Polypad, Tecnología educativa.

Resúmen: Introducción. La enseñanza de matemáticas en la educación general básica en el Ecuador enfrenta diferentes dificultades ligadas a la comprensión de símbolos, a los conceptos no concretos, la baja motivación estudiantil y el predominio de metodologías centradas en la memorización. Las herramientas digitales, como Polypad (desarrollada originalmente en Mathigon y actualmente siendo parte de Amplify), han ido emergiendo como herramientas para incentivar y promover en la observación, exploración y aprendizaje activo. **Objetivo.** Evaluar el impacto didáctico del uso de Polypad en el aprendizaje de operaciones matemáticas con expresiones algebraicas en los estudiantes de octavo año de una unidad educativa de Cuenca, Ecuador. **Metodología.** Se aplicó un diseño cuasi-experimental con un enfoque mixto (pre-test/intervención/pos-test), que a su vez fue complementado con el desarrollo de una encuesta, observación estructurada y entrevistas a los docentes. En el procedimiento participaron 68 estudiantes de dos paralelos (Paralelo A = 35 estudiantes; Paralelo B = 33 estudiantes). La intervención consistió en el desarrollo de cinco sesiones con actividades de herramientas digitales (Uso de Polypad para la enseñanza de expresiones algebraicas). **Resultados.** Las mejoras en el rendimiento fueron significativamente positivas, un ejemplo de esto se lo da en el paralelo A, que pasó de tener un promedio de 5.83/10 a 8.45/10, que representa un aumento de 2.62 puntos, mientras que el paralelo B pasó de tener un promedio de 5.10/10 a 6.24/10, demostrando un aumento de 1.14 puntos. Para ambos paralelos se observaron incrementos en la comprensión de los ejercicios con expresiones algebraicas. Además, los estudiantes expresaron una alta motivación y preferencia por estas actividades colaborativas con tecnología, también los docentes señalaron ventajas en la utilización de estas herramientas digitales. **Conclusión.** El uso de Polypad favoreció el aprendizaje activo, mejora el rendimiento y fortalece la comprensión en el estudiante. Pero su integración requiere capacitación docente, infraestructura adecuada y políticas educativas que faciliten su accesibilidad. **Área de estudio general:** Educación. **Área de estudio específica:** Didáctica de la Matemática. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Keywords: Active learning, Digital

Abstract: Introduction. Mathematics teaching in basic general education in Ecuador faces various challenges related to understanding

tools, Polypad, Educational technology.

symbols, abstract concepts, low student motivation, and the predominance of memorization-based methodologies. Digital tools, such as Polypad (originally developed by Mathigon and currently part of Amplify), have emerged as tools to encourage and promote observation, exploration, and active learning. Objective. To evaluate the educational impact of using Polypad in learning mathematical operations with algebraic expressions in eighth-grade students at a school in Cuenca, Ecuador. Methodology. A quasi-experimental design with a mixed approach (pre-test/intervention/post-test) was applied, which was complemented by a survey, structured observation, and interviews with teachers. Sixty-eight students from two parallel classes participated in the procedure (Parallel A = 35 students; Parallel B = 33 students). The intervention consisted of five sessions with digital tool activities (use of Polypad for teaching algebraic expressions). Results. The improvements in performance were significantly positive. An example of this is given in parallel A, which went from an average of 5.83/10 to 8.45/10, representing an increase of 2.62 points, while parallel B went from an average of 5.10/10 to 6.24/10, demonstrating an increase of 1.14 points. For both parallels, increases in the understanding of exercises with algebraic expressions were observed. In addition, students expressed high motivation and preference for these collaborative activities with technology, and teachers also pointed out advantages in the use of these digital tools. Conclusion. The use of Polypad promoted active learning, improved performance, and strengthened student comprehension. However, its integration requires teacher training, adequate infrastructure, and educational policies that facilitate its accessibility. General area of study: Education. Specific area of study: Mathematics teaching. Type of study: Original articles.

1. Introducción

La enseñanza de las matemáticas en la Educación General Básica (EGB) enfrenta retos constantes, los cuales están asociados con la comprensión de símbolos y conceptos no concretos, la comprensión insuficien-

te de conceptos algebraicos y el predominio en las metodologías tradicionales centradas en la repetición de procedimientos o de memorización (Álvarez, M., Almeida, B., & Villegas, E., 2014) Álvarez et al., 2014; Rodríguez & Reye, 2022). Lo que señala recientemente que los estudiantes de EGB pre-

sentan dificultades para conectar las representaciones visuales, concretas y simbólicas, causando una repercusión en aprendizajes fragmentados y en errores sistemáticos al realizar operaciones con expresiones algebraicas (Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez, 2023).

En Ecuador, el sistema educativo presenta varios desafíos, que están vinculados con la brecha digital, la disponibilidad limitada de recursos tecnológicos y la insuficiente formación docente en tecnología educativa (Albuja et al., 2023; Ministerio de Educación del Ecuador, 2021). Este panorama requiere de un diseño e implementación de estrategias pedagógicas que integren recursos digitales accesibles, pertinentes y que sean capaces de transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Basdogan & Bonk, 2023). Bajo este sentido, las herramientas digitales se han convertido en un soporte didáctico muy importante para incentivar experiencias dinámicas que fomenten el aprendizaje activo (Gusho et al., 2023; Jimpikit et al., 2024).

Bajo este contexto, se utilizará el programa de Polypad, que es una plataforma creada originalmente en Mathigon y que actualmente está disponible en Amplify, la cual ofrece un entorno digital que incluye bloques algebraicos, balanzas virtuales, rectángulos geométricos, líneas numéricas y múltiples herramientas interactivas para representar conceptos matemáticos de forma visual y manipulable (Imron et al., 2025). Su diseño permite que los estudiantes interactúen entre lo concreto y lo abstracto, el

cual es un aspecto fundamental para el desarrollo y dominio de los temas (Delpont, 2021).

En los últimos años, la evidencia científica reciente reporta que las herramientas digitales incrementan la motivación estudiantil, mejoran la visualización de estructuras matemáticas, fortalecen el razonamiento y permiten la construcción colaborativa del conocimiento. Estudios como los de (Escueta et al. 2017; Sánchez & Rodríguez 2022; Gusho et al. 2023) muestran mejoras significativas en el rendimiento cuando estas herramientas se integran dentro de una secuencia didáctica estructurada y con un rol docente centrado en la mediación cognitiva (Enríquez Chasin, 2021).

Pero para el sistema educativo ecuatoriano, las limitaciones en infraestructura y conectividad requieren estrategias adaptativas que favorezcan el acceso equitativo a la tecnología, especialmente en instituciones rurales (Albuja et al., 2023; Anderson & Rivera, 2020). Con la siguiente investigación, que está fundamentada con datos provenientes del estudio aplicado en un aula de una escuela rural, se propone evaluar el impacto del uso de Polypad en el aprendizaje de matemáticas en estudiantes de octavo año, analizando tanto los resultados cuantitativos, cualitativos, así como las percepciones de estudiantes y docentes.

Además de los desafíos estructurales asociados a la enseñanza de matemáticas, existen factores psicológicos que afectan el desempeño estudiantil. Estudios recientes iden-

tifican que más del 60 % de estudiantes de EGB experimentan ansiedad matemática, fenómeno que reduce la participación oral, deteriora la memoria de trabajo y dificulta la resolución de problemas (Naranjo Sagñay et al., 2024). Las herramientas digitales, al ofrecer entornos exploratorios donde el error no es penalizado, disminuyen este estrés y favorecen una actitud emocional más positiva hacia la asignatura (Delpont, 2021). Asimismo, el currículo ecuatoriano de matemáticas establece que los estudiantes deben desarrollar habilidades de razonamiento, representación y modelización; bajo esta modalidad, plataformas como Polypad facilitan actividades de descubrimiento y experimentación, integrando imágenes visuales con símbolos matemáticos y fomentando el pensamiento algebraico (Guaypatín et al., 2024).

En este estudio se analiza cómo la intervención con Polypad impacta en el aprendizaje activo de las operaciones algebraicas básicas, tomando consideración tanto del desempeño académico como las percepciones estudiantiles y docentes. Este acercamiento permite valorar no solo los resultados inmediatos, sino también los procesos cognitivos y emocionales que emergen durante la interacción con las herramientas digitales (Wijnia et al., 2024).

En este sentido, comprender el impacto de una herramienta digital como Polypad dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas requiere analizar los fundamentos pedagógicos y tecnológicos que sustentan su aplicación. La integración de

recursos digitales no depende únicamente de la disponibilidad de dispositivos o plataformas educativas, sino de la manera en que estos son incorporados dentro de estrategias didácticas orientadas al desarrollo del pensamiento matemático, la participación activa y la construcción significativa del conocimiento. Por ello, resulta necesario abordar los principios relacionados con las herramientas digitales educativas, las metodologías activas, las representaciones múltiples y los procesos de transición entre los conceptos concretos, visuales y simbólicos, elementos que permiten comprender cómo estas tecnologías pueden contribuir al aprendizaje del álgebra en estudiantes de Educación General Básica.

1.1 Fundamentos de las herramientas digitales

Las herramientas digitales son representaciones virtuales e interactivas de objetos matemáticos clásicos como bloques algebraicos, regletas, balanzas, fichas geométricas y líneas numéricas (Delpont, 2021). En estos entornos digitales, los objetos se manipulan mediante gestos o controles en pantalla, lo que permite visualizar transformaciones de manera dinámica, recibir una retroalimentación inmediata, descubrir diferentes formas de resolver un ejercicio en un tiempo más corto, además de integrar audio, color y movimiento para reforzar sus significados (García et al., 2023). Se destaca que este tipo de herramientas generan representaciones simultáneas, las cuales facilitan la conexión entre lo gráfico, lo numérico y lo simbólico, aspecto esencial para el desarro-

llo del pensamiento matemático profundo (Bozkurt, 2020).

La efectividad de las herramientas digitales está ligada a tres componentes: la interactividad significativa, la cual señala que no basta con mover elementos, sino que las acciones deben tener sentido pedagógico; la guía docente estratégica, relacionada con la orientación pedagógica durante el uso de las herramientas; y las tareas bien diseñadas, que promueven el razonamiento, la argumentación y las conexiones entre representaciones (López et al., 2022; Mumtaz, 2000).

1.2 Comparación entre herramientas digitales y convencionales

Los estudios recientes han investigado las diferencias entre herramientas convencionales y digitales en el aprendizaje de las matemáticas, concluyendo que ambos tipos favorecen el rendimiento y la comprensión conceptual; sin embargo, las herramientas digitales presentan ventajas logísticas como la accesibilidad y la posibilidad de trabajo remoto, mientras que las convencionales resultan útiles en etapas iniciales donde se requiere manipulación física directa (Pinto & Laite, 2020; Oliver & An, 2020). Asimismo, existen combinaciones híbridas (digital + convencional) que generan efectos superiores a su uso aislado (Wijnia et al., 2024).

Señaló Delport (2021) en un estudio sobre fracciones que las herramientas digitales favorecen especialmente la visualización de proporciones, la comparación de áreas y la descomposición de figuras, gracias a los mo-

vimientos dinámicos y la manipulación rápida de elementos. En matemáticas, las investigaciones publicadas han encontrado que las herramientas digitales aportan ventajas como la comprensión de la propiedad distributiva, la identificación de términos semejantes, la resolución de ecuaciones mediante balanza algebraica y el descubrimiento de patrones en productos notables (Stein et al., 1996; Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez, 2023).

1.3 Polypad: plataforma y estudios recientes

Polypad, perteneciente a Mathigon y desde 2022 integrada en Amplify, se ha convertido en una de las herramientas digitales más utilizadas para la enseñanza de matemáticas escolares (Imron et al., 2025). Sus principales recursos incluyen bloques algebraicos de color, rectángulos dinámicos para visualizar multiplicaciones y productos notables, balanza virtual para ecuaciones, líneas numéricas interactivas, mosaicos y herramientas de geometría.

Estudios recientes destacan su potencial pedagógico, así como lo menciona Delport (2021) quien evidenció mejoras en el razonamiento y habilidades matemáticas mediante módulos basados en Polypad. Por otro lado, Gusho et al. (2023) utilizaron Polypad junto con plataformas digitales colaborativas, evidenciando beneficios en comprensión, motivación y participación. Investigaciones desarrolladas en Europa documentan avances en habilidades espaciales, razonamiento proporcional y uso de representa-

ciones múltiples, demostrando que Polypad facilita el desarrollo del pensamiento estructural, elemento clave para la comprensión de expresiones algebraicas, ecuaciones y factorización (Casi & Sabena, 2024).

1.4 Evidencia del uso de herramientas digitales en los países latinoamericanos

La experiencia en Ecuador sobre herramientas digitales todavía es incipiente; sin embargo, trabajos recientes en América Latina y regiones con brechas digitales similares señalan un incremento en la motivación hacia las matemáticas, reducción de la ansiedad matemática, mejoras significativas en estudiantes con bajo rendimiento inicial y mayor participación colaborativa (Guaypatín et al., 2024; Naranjo Sagñay et al., 2024).

El uso de tecnología educativa se muestra especialmente valioso en zonas rurales donde los recursos físicos son limitados. La disponibilidad de recursos virtuales abre las puertas al acceso de herramientas pedagógicas avanzadas que tradicionalmente solo estaban disponibles en instituciones con mayor infraestructura (Anderson & Rivera, 2020).

1.5 Pensamiento matemático temprano

Entre 2020 y 2025, investigaciones destacan que el pensamiento matemático debe iniciarse desde grados anteriores para evitar la transición abrupta entre la aritmética y el álgebra (Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez, 2023; Jimpikit et al., 2024). La comprensión profunda del álgebra depende de la

coordinación de formas concretas, visuales y simbólicas.

Polypad permite el tránsito fluido entre estas formas, fortaleciendo la comprensión de estructuras algebraicas como la propiedad distributiva, la combinación de términos semejantes, los productos notables y la relación entre área y multiplicación (Delpont, 2021).

1.6 Importancia de los productos notables en el aprendizaje del álgebra

Los productos notables representan una de las estructuras fundamentales para el desarrollo matemático avanzado (Stein et al., 1996). Sin embargo, investigaciones recientes muestran que los estudiantes suelen memorizar fórmulas como las de la Ecuación 1, sin comprender su significado geométrico o estructura interna (Delpont, 2021).

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2 \quad (1)$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$$

Polypad posibilita la visualización de estas identidades mediante áreas compuestas, donde el cuadrado grande se descompone en subregiones; las áreas representan los términos algebraicos y los rectángulos muestran la duplicidad del término $2ab$. Esta visualización favorece el razonamiento estructural y reduce errores comunes en el uso de fórmulas (Casi & Sabena, 2024).

1.7 Brecha digital y equidad educativa en Ecuador

La brecha digital se manifiesta en dos niveles: la brecha de acceso, relacionada con la disponibilidad de dispositivos y conectividad, y la brecha de uso, relacionada con la competencia digital docente y estudiantil (Albuja et al., 2023).

Datos recientes muestran que, aunque el acceso a dispositivos móviles es relativamente alto, su uso pedagógico sigue siendo limitado. La falta de formación docente continúa siendo uno de los mayores obstáculos para la integración tecnológica significativa (Cantos et al., 2025). En este contexto, Polypad presenta ventajas por su accesibilidad, su interfaz intuitiva y su capacidad para funcionar incluso con conectividad limitada, siempre que las actividades sean planificadas pedagógicamente (Anderson & Rivera, 2020).

1.8 Fundamentos del aprendizaje activo

La presente investigación se fundamenta en los aportes del socio-constructivismo, las teorías del aprendizaje activo, el enfoque de representaciones múltiples en matemáticas y el pensamiento matemático temprano (Enríquez Chasin, 2021).

1.9 Socio-constructivismo y mediación tecnológica

De acuerdo con Vygotsky, el aprendizaje ocurre en interacción con herramientas culturales y con la mediación del docente. Las tecnologías digitales, dentro de este enfoque, actúan como herramientas culturales modernas que potencian la construc-

ción del conocimiento mediante la interacción dinámica, las representaciones visuales accesibles y la retroalimentación inmediata (Roschelle et al., 2001).

Las herramientas digitales como Polypad permiten que el estudiante manipule objetos matemáticos en entornos exploratorios donde el error es parte natural del aprendizaje, favoreciendo la Zona de Desarrollo Próximo mediante la combinación de guía docente y autonomía estudiantil (Gusho et al., 2023).

1.10 Aprendizaje activo

El aprendizaje activo se caracteriza por la participación cognitiva, social y motora del estudiante durante la construcción del conocimiento. En matemáticas, implica la argumentación, representación, manipulación y comparación de procedimientos (Jimpikit et al., 2024). Polypad facilita estas prácticas al permitir la interacción directa con representaciones visuales de expresiones algebraicas, balanzas y mosaicos geométricos, convirtiéndose en un entorno donde el estudiante experimenta, formula hipótesis y valida resultados (Delpont, 2021).

1.11 Representaciones múltiples en matemáticas

Las representaciones múltiples son fundamentales para la comprensión matemática; el dominio conceptual se fortalece cuando los estudiantes coordinan representaciones concretas, visuales y simbólicas (Stein et al., 1996). Polypad permite transitar entre estas representaciones de forma fluida; por

ejemplo, una expresión como $(x + 3)^2$ puede visualizarse simultáneamente como área, descomposición rectangular, suma algebraica y patrón repetitivo, fortaleciendo el razonamiento matemático estructural.

1.12 Pensamiento algebraico temprano

El pensamiento algebraico debe iniciarse desde los primeros niveles de la Educación General Básica para evitar un aprendizaje fragmentado en etapas posteriores. Las herramientas digitales permiten comenzar desde asociaciones visuales simples, como la relación entre áreas y multiplicación, la identificación de patrones y la comprensión de términos semejantes, facilitando una transición gradual hacia el lenguaje algebraico formal (Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez, 2023; Delpont, 2021).

2. Metodología

La enseñanza de álgebra en Educación General Básica (EGB) constituye uno de los mayores desafíos pedagógicos en matemáticas. En Ecuador, diversos estudios evidenciaron dificultades recurrentes relacionadas con la comprensión superficial de los conceptos abstractos, memorización mecánica de procedimientos y escaso uso de recursos visuales interactivos. Estas limitaciones impactan en el rendimiento académico y la motivación hacia la asignatura, por parte del estudiante.

En los últimos años, la incorporación de herramientas tecnológicas demostró un gran potencial para transformar la educación, especialmente mediante las herramientas di-

gitales, que permiten representar conceptos matemáticos de forma visual, manipulable e interactiva. Así, con Polypad se puede incorporar bloques algebraicos, rectángulos geométricos, líneas numéricas y múltiples componentes que facilitan el tránsito entre lo convencional y lo abstracto, elemento clave para el aprendizaje del álgebra. Además, que su uso, cuando se lo utiliza con una guía docente estructurada, se incrementa la comprensión conceptual, promoviendo así el razonamiento algebraico, lo que potencia la participación activa en el aula.

En Ecuador, las brechas de infraestructura, conectividad y formación docente presentan desafíos significativos para la integración tecnológica. Pero, aún en instituciones con el equipamiento limitado, se demuestra efectos positivos, esto gracias a una mediación pedagógica adecuada.

En esta investigación se va a evaluar la eficacia de Polypad en una intervención real desarrollada en una institución rural de Cuenca, aportando datos cuantitativos y cualitativos para comprender sus beneficios y desafíos para la educación matemática ecuatoriana.

2.1 Diseño de la investigación

A este estudio se empleó un diseño cuasi-experimental, el cual tendrá un enfoque mixto (cuantitativo + cualitativo), en donde se aplicó la siguiente secuencia:

Pre-test → Intervención didáctica con Polypad → Pos-test

Y será complementada con la realización de

encuestas de percepción estudiantil, una observación/análisis hacia los participantes, y con entrevistas semiestructuradas hacia los docentes.

Esta estructura permite comprender el impacto no solo en términos de rendimiento académico de los participantes, sino también en términos motivacionales, cognitivos y pedagógicos. Con este diseño mixto existirá la posibilidad de una triangulación metodológica, validación cruzada de hallazgos y de una interpretación contextualizada de los resultados.

Los participantes en esta investigación será una población total de estudiantes de octavo año de la Unidad Educativa Guillermo Menzies, ubicada en El Valle, Cuenca, Azuay (zona rural). La cual estará clasificada en dos grupos, los estudiantes del paralelo A con un total de 35 estudiantes, y los estudiantes del paralelo B con un total de 33 estudiantes, juntando ambos paralelos se obtiene la población total de la investigación que será de 68 participantes.

Además, participaron todos los docentes de matemáticas de la institución mediante entrevistas semiestructuradas orientadas a captar percepciones, barreras y sugerencias sobre la integración de Polypad.

Por lo que, se cumple varios escenarios que son muy importantes para poder determinar los resultados de esta investigación, los cuales son una escuela rural con acceso limitado a infraestructura tecnológica, laboratorio de informática con conectividad media, estudiantes con experiencia mínima en manipu-

lativos virtuales y docentes con formación parcial en tecnologías educativas.

2.2 Instrumentos y materiales

Para la recolección de información y evaluación del impacto de la intervención con Polypad se utilizaron diferentes instrumentos de medición y recursos didácticos, diseñados de acuerdo con los objetivos planteados en la investigación. Estos permitieron analizar los cambios en el desempeño académico de los estudiantes, así como sus experiencias durante el proceso de aprendizaje activo de las expresiones algebraicas. Los instrumentos aplicados estuvieron orientados a obtener información cuantitativa y cualitativa antes, durante y después de la implementación de la estrategia didáctica.

2.2.1 Pre-test y Post-test

Para poder identificar como era el conocimiento de matemáticas, de los estudiantes antes y después del uso de Polypad se realizaron pruebas estructuradas con 5 preguntas de opción múltiple, evaluando la identificación de términos semejantes, suma y resta de expresiones, multiplicación algebraica mediante la propiedad distributiva, y división algebraica básica.

2.2.2 Actividades con Polypad

El diseño didáctico desarrollado con Polypad se estructuró en una secuencia de cinco sesiones de 45 minutos durante toda una semana de clases, las sesiones fueron orientadas para favorecer la transición desde la manipulación concreta hacia la comprensión

simbólica en el álgebra inicial. Cada sesión se fundamentó en principios del aprendizaje activo, el constructivismo y el uso de representaciones múltiples, aprovechando las características interactivas del entorno digital.

La sesión 1 fue “Introducción al entorno Polypad”, la cual estuvo netamente dedicada al reconocimiento de la interfaz de Polypad, en donde se pueden explorar las principales categorías como bloques manipulativos, rectángulos algebraicos, líneas numéricas y controles de edición. Se comenzó con una fase inicial de exploración libre, seguida de una exploración guiada para identificar funciones clave como arrastrar, soltar piezas, duplicar y eliminar elementos. Esta sesión fue primordial para disminuir la ansiedad tecnológica, desarrollar autonomía en el estudiante y fomentar la disposición para las siguientes sesiones.

La sesión 2 fue “Suma y resta con bloques algebraicos”, en la cual los estudiantes trabajaron con bloques algebraicos de colores para modelar expresiones como las de la Ecuación 2:

$$\begin{array}{l} (3x + 2x) \\ (x - 4x) \\ (2x + 3 - x + 5) \end{array} \quad (2)$$

Las piezas rectangulares relacionadas a cada término permitieron distinguir los elementos según su tamaño y color. De esta manera, los estudiantes pudieron agrupar piezas equivalentes, identificar términos semejantes, representar sumas y restas de manera

horizontal y vertical, transformar representaciones icónicas en expresiones simbólicas. Este proceso fortaleció la comprensión estructural del álgebra al proporcionar una base visual sólida.

La sesión 3 fue “Multiplicación algebraica mediante rectángulos”, se introdujo el uso de rectángulos de área para representar multiplicaciones del tipo como en la Ecuación 3:

$$\begin{array}{l} x(3) \\ (x + 2)(x + 3) \\ 2(x + 5) \end{array} \quad (3)$$

La plataforma permitió construir diagramas rectangulares donde los lados representan los factores y las áreas internas los productos parciales. Los estudiantes visualizaron cómo la multiplicación se descompone en partes, cada parte corresponde a un término del desarrollo algebraico, la propiedad distributiva emerge naturalmente del modelo. Con estas actividades se reforzaron la relación entre área y producto algebraico.

La sesión 4 fue “División algebraica mediante agrupaciones y particiones visuales”, en donde los estudiantes trabajaron problemas de partición, utilizando rectángulos y bloques para representar divisiones como los que se observan en la Ecuación 4:

$$\begin{array}{r} 6x \\ 3 \\ \hline x^2 + 3x \\ x \end{array} \quad (4)$$

Con esta manipulación digital se favoreció la comprensión intuitiva de la división como distribución equitativa, cálculo de cuántas veces cabe un bloque dentro de otro, e identificación de factores ocultos.

La sesión 5 fue “Sesión integradora”, en esta última sesión se desarrollaron actividades que exigían mezclar operaciones. Los estudiantes debían reforzar sus estrategias, explicar los pasos realizados y contrastar sus modelos con los de sus compañeros. Esta fase consolidó la autonomía en la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la capacidad de relacionar lo concreto, lo representativo y lo simbólico.

3. Resultados

Los resultados obtenidos durante la investigación permiten analizar los efectos de la implementación de Polypad como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje activo de las operaciones algebraicas en estudiantes de octavo año de educación general básica. La información recopilada mediante los instrumentos aplicados fue organizada considerando los componentes cuantitativos y cualitativos del estudio, permitiendo establecer una comparación entre el desempeño académico antes y después de la intervención, así como conocer las percepciones de los estudiantes respecto al uso de herramientas digitales en el proceso de aprendizaje. De esta manera, los resultados presentados permiten valorar tanto la incidencia de la estrategia tecnológica en la comprensión de contenidos matemáticos como los aspectos motivacionales y pedagógicos asociados a

su aplicación en el aula.

3.1 Resultados del pre-test y post-test

El análisis comparativo entre los resultados del pre-test y post-test permitió corroborar el impacto significativo que tuvo el uso de la herramienta digital Polypad en el aprendizaje de las operaciones algebraicas en estudiantes de octavo año de Educación General Básica.

Antes de la intervención, los estudiantes presentaban dificultades notorias en la identificación de términos semejantes, la aplicación de la propiedad distributiva y la resolución de expresiones algebraicas simples, lo que coincidía con las observaciones previas realizadas durante las clases tradicionales.

En el paralelo A, el promedio inicial fue de 5,83/10, mientras que tras la intervención se alcanzó un promedio de 8,45/10, lo que representa un incremento de 2,62 puntos. Este crecimiento evidencia una mejora sustancial no solo en los resultados cuantitativos, sino también en la comprensión conceptual, ya que los estudiantes demostraron mayor seguridad al explicar procedimientos, justificar resultados y representar gráficamente las operaciones.

Por su parte, el paralelo B mostró un aumento de 1,14 puntos, pasando de 5,10/10 a 6,24/10. Aunque el incremento fue menor en comparación con el paralelo A, los datos indican una mejora positiva en la comprensión de conceptos algebraicos, especialmente en estudiantes que al inicio presentaban mayores dificultades.

Esta diferencia entre grupos puede atribuirse a diferentes factores como el nivel de participación, la familiaridad previa con herramientas digitales y el ritmo de trabajo grupal.

Por lo que, los resultados evidencian que el uso sistemático de Polypad favorece la consolidación del aprendizaje significativo, permitiendo que los estudiantes transiten progresivamente desde representaciones concretas hacia niveles más abstractos del pensamiento matemático.

3.2 Resultados de la encuesta sobre aprendizaje activo

El análisis de los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los estudiantes permite comprender de manera más profunda el impacto del uso de herramientas digitales (específicamente Polypad) en el aprendizaje activo de las matemáticas. Esta información cualitativa complementa los datos cuantitativos del pretest y postest, permitiendo una visión más integra del proceso educativo desarrollado durante la intervención.

Los resultados evidencian que el 91 % de los estudiantes manifestó estar muy de acuerdo o de acuerdo con sentirse más motivado al aprender matemáticas mediante herramientas tecnológicas. Este hallazgo confirma que la incorporación de recursos digitales incrementa el interés y la disposición hacia el aprendizaje, especialmente en contenidos que tradicionalmente generan rechazo o ansiedad, como el álgebra.

Tabla 1: Interés en aprender matemáticas mediante herramientas tecnológicas

Nivel de acuerdo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	39	58 %
De acuerdo	22	33 %
En desacuerdo	4	6 %
Muy en desacuerdo	3	3 %
Total	68	100 %

Nota: pregunta sobre el interés y motivación hacia el aprendizaje matemático

Este aumento en la motivación puede explicarse por el carácter interactivo, visual y dinámico de Polypad, el cual transforma el aprendizaje en una experiencia activa y participativa. Al permitir que los estudiantes manipulen objetos, observen cambios en tiempo real y experimenten sin temor al error, generando un entorno que favorece la curiosidad y el compromiso cognitivo. Este resultado coincide con estudios previos que sostienen que las tecnologías educativas bien integradas promueven mayor involucramiento emocional y cognitivo.

En relación con la comprensión de los contenidos matemáticos, el 93 % de los estudiantes indicó que las actividades interactivas facilitaron la comprensión de los conceptos abordados. Este dato evidencia que el uso de representaciones visuales y manipulativas permitió superar barreras asociadas al aprendizaje abstracto, especialmente en temas como la suma y resta de expresiones algebraicas, productos notables y factoriza-

Tabla 2: Comprensión de los contenidos mediante actividades interactivas

Nivel de acuerdo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	42	61 %
De acuerdo	22	32 %
En desacuerdo	3	5 %
Muy en desacuerdo	1	2 %
Total	68	100 %

ción.

El uso de Polypad permitió a los estudiantes observar relaciones matemáticas de manera simultánea desde diferentes perspectivas: simbólica, gráfica y espacial. Este enfoque favorece a la construcción de significados y fortalece la comprensión profunda, afirmando que el aprendizaje matemático se consolida cuando los estudiantes pueden transitar entre diferentes formas de representación.

Además, los estudiantes demostraron mayor capacidad para explicar sus procedimientos, justificar resultados y corregir errores de forma autónoma, lo que evidencia un avance hacia niveles superiores de pensamiento matemático.

El 92 % de los estudiantes manifestó a favor con que la tecnología debería emplearse con mayor frecuencia en las clases de matemáticas. Este resultado refleja una aceptación generalizada de los entornos digitales como aliados del aprendizaje, y sugiere que los estudiantes perciben estas herramientas como recursos legítimos y efectivos para

Tabla 3: Uso frecuente de tecnología en las clases de matemáticas

Nivel de acuerdo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	37	55 %
De acuerdo	25	37 %
En desacuerdo	4	6 %
Muy en desacuerdo	2	2 %
Total	68	100 %

comprender contenidos complejos.

La aceptación positiva de la tecnología se asocia con la posibilidad de aprender a un ritmo propio, recibir retroalimentación inmediata y experimentar diferentes formas de resolución sin la presión del error. Estas características fortalecen la autonomía del estudiante y favorecen la autorregulación del aprendizaje.

Tabla 4: Trabajo colaborativo mediante herramientas tecnológicas

Nivel de acuerdo	Frecuencia	Porcentaje (%)
Muy de acuerdo	39	57 %
De acuerdo	23	34 %
En desacuerdo	5	7 %
Muy en desacuerdo	1	2 %
Total	68	100 %

En cuanto al trabajo colaborativo, el 91 % de los estudiantes afirmó que el uso de herramientas digitales favorece el trabajo en equipo y el intercambio de ideas. Durante las sesiones, se observó que los estudian-

tes discutían estrategias, comparaban resultados y justificaban procedimientos, lo que promovió un aprendizaje socialmente construido.

El entorno digital facilitó la comunicación entre pares y permitió que los estudiantes aprendieran unos de otros, fortaleciendo habilidades sociales, argumentativas y comunicativas. Este resultado se alinea con los principios del aprendizaje socio-constructivista, donde el conocimiento se construye mediante la interacción y el diálogo guiado.

Tabla 5: Acceso a dispositivos tecnológicos en el hogar

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	47	69 %
No	21	31 %
Total	68	100 %

Finalmente, el 69 % de los estudiantes reportó contar con acceso a dispositivos tecnológicos en el hogar, mientras que el 31 % indicó no disponer de ellos. Este resultado evidencia que, aunque el acceso ha mejorado, aún persisten brechas digitales que influyen en las oportunidades de aprendizaje.

No obstante, la implementación de Polypad demostró que, incluso en situaciones con limitaciones tecnológicas, es posible generar experiencias educativas significativas si se cuenta con planificación pedagógica adecuada y uso estratégico del tiempo y los recursos disponibles. Esto refuerza la necesidad de políticas educativas orientadas a garantizar condiciones de equidad tecnológica, especialmente en espacios rurales.

3.3 *Análisis integral de los resultados*

Los resultados obtenidos confirman que la implementación de Polypad favorece significativamente el aprendizaje activo, la comprensión conceptual y la motivación estudiantil. La mejora en el rendimiento académico no se limita a la memorización de procedimientos, sino que se refleja en la capacidad de los estudiantes para razonar, explicar y transferir conocimientos a nuevas situaciones.

El uso de representaciones visuales permitió que los estudiantes comprendieran relaciones algebraicas complejas mediante procesos intuitivos, reduciendo la ansiedad matemática y fortaleciendo la autoconfianza. Asimismo, la interacción constante con los recursos digitales promovió un ambiente de aprendizaje colaborativo, donde el error fue asumido como parte del proceso formativo.

Estos resultados confirman que la tecnología, cuando es utilizada de manera planificada y con intencionalidad pedagógica, se convierte en un recurso poderoso para mejorar la calidad educativa, especialmente en situaciones donde se cuenta con limitaciones estructurales.

4. **Discusión**

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la integración de herramientas digitales, específicamente Polypad, constituye una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer el aprendizaje activo en matemáticas dentro de la Educación General Básica. La mejora observada en el rendi-

miento académico, la motivación estudiantil y la comprensión conceptual coincide con los hallazgos reportados por diversas investigaciones recientes.

Uno de los principales aportes de este estudio radica en evidenciar cómo el uso de representaciones visuales y manipulativas facilita la transición desde un pensamiento aritmético hacia un pensamiento algebraico más estructurado. A diferencia de los enfoques tradicionales, que se centran en la memorización de procedimientos, la intervención realizada permitió que los estudiantes comprendieran el significado subyacente de las operaciones algebraicas, favoreciendo la construcción de aprendizajes duraderos.

Asimismo, los resultados confirman que el aprendizaje activo no solo mejora el desempeño académico, sino que también impacta positivamente en factores emocionales como la motivación, la confianza y la reducción de la ansiedad matemática. Los entornos digitales interactivos reducen el miedo al error y promueven una actitud positiva hacia el aprendizaje, lo cual se evidenció claramente durante las sesiones desarrolladas.

Otro aspecto relevante es el papel del docente como mediador del aprendizaje. Los resultados indican que la tecnología no reemplaza la labor pedagógica, sino que la potencia cuando se utiliza con intencionalidad didáctica. La planificación de actividades, la formulación de preguntas orientadoras y la retroalimentación constante fueron factores clave para que los estudiantes aprovecharan

al máximo el entorno digital.

Esta investigación aporta evidencia relevante para el sistema educativo ecuatoriano, especialmente en zonas rurales donde existen limitaciones de infraestructura. Los resultados demuestran que, aun en escenarios con recursos limitados, es posible generar experiencias de aprendizaje significativas mediante el uso estratégico de herramientas digitales accesibles, como Polypad. Esto coincide con lo planteado por (Albuja et al. 2023) respecto a la necesidad de reducir las brechas educativas mediante propuestas pedagógicas innovadoras.

Asimismo, los hallazgos refuerzan la importancia de promover el pensamiento matemático temprano, tal como lo plantean Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez (2023) y Jimpikit et al. (2024) quienes destacan que el desarrollo temprano de habilidades algebraicas facilita la transición hacia contenidos más complejos en niveles superiores.

Finalmente, los resultados de esta investigación confirman que la integración de tecnologías educativas no debe entenderse como una moda pedagógica, sino como una estrategia fundamentada en evidencia científica que contribuye al fortalecimiento de competencias matemáticas, cognitivas y socioemocionales. La implementación de Polypad no solo mejora el rendimiento académico, sino que transforma la experiencia de aprendizaje, haciéndola más significativa, inclusiva y sostenible en el tiempo.

5. Conclusiones

- El uso de Polypad como herramienta didáctica contribuye de manera significativa al fortalecimiento del aprendizaje activo en matemáticas, especialmente en la comprensión de operaciones algebraicas.
- La implementación de estrategias basadas en herramientas digitales permitió mejorar el rendimiento académico, la motivación y la participación estudiantil, evidenciando un impacto positivo tanto cognitivo como emocional.
- El uso de representaciones visuales favoreció la comprensión de conceptos abstractos como productos notables, términos semejantes y propiedades algebraicas, reduciendo errores frecuentes y fortaleciendo el razonamiento matemático.
- La mediación docente desempeñó un rol fundamental en el éxito de la intervención, confirmando que la tecnología debe ser utilizada como un medio pedagógico y no como un fin en sí mismo.
- A pesar de las limitaciones de infraestructura, el uso estratégico de herramientas digitales demostró ser viable y eficaz en zonas educativas rurales.

6. Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyright)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (copyright).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la Taxonomía CRediT para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo. Enrique Marcelo Bustamante Saldaña realizó la conceptualización de la investigación, organización y ejecución del ensayo, recopilación y curación de los datos, revisión del análisis estadístico, interpretación de los resultados, elaboración del borrador original, preparación de tablas y figuras, revisión crítica del contenido y aprobación de la versión final del manuscrito.

8.1 Divulgación de la delegación a la IA generativa

Los autores declaran que no se emplearon herramientas de apoyo para la elaboración de la presente investigación. Declaración presentada por: Enrique Marcelo Bustamante Saldaña.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores

10. Referencias

- Albuja Loachamin, L. F., Alvear Llor, J. G., & Sarango Romero, V. J. (2023). Desigualdades tecnológicas en la educación en Ecuador: Abordando la brecha educativa. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 238–251. <https://revistacodigocientifico.itsl osandes.net/index.php/1/artic le/view/239>
- Álvarez Pérez, M., Almeida Carazo, B., & Villegas Jiménez, E. V. (2014). El proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática. *Pueblo y Educación*. <https://es.scribd.com/document/610938156/El-proceso-de-ensenanza-a-prendizaje-de-la-asignatura-Matemática>
- Anderson, T., & Rivera Vargas, P. . (2020). A critical look at educational technology from a distance education perspective. *Digital education review*, (37), 208–229. https://www.researchgate.net/publication/342761641_A_Critical_look_at_Educational_Technology_from_a_Distance_Education_Perspective
- Basdogan, M., & Bonk, C. (2023). Navegando el aprendizaje en línea a través de “marcos tecnológicos”. *Online Learning*, 27(4). <https://doi.org/10.24059/olj.v27i4.4030>
- Bozkurt, A. . (2020). Educational technology research patterns in the realm of the digital knowledge age. *Journal of Interactive Media in Education*, 2020(1), 18. <https://doi.org/10.5334/jime.570>
- Candela-Muñoz, J. L., & Rodríguez-Gámez, M. (2023). Active methodologies in mathematics learning. *International Journal of Education*, 6(1), 45–52. <https://www.neliti.com/publications/571595/active-methodologies-in-mathematics-learning>
- Cantos Fernández, M. A., Saltos Rivas, W. R., & Zambrano Acosta, J. M. (2025). Integración de recursos digitales en el proceso enseñanza-aprendizaje de las operaciones básicas matemáticas. *Maestro y Sociedad*, 22(1), 8–21. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6729>
- Casi, R., & Sabena, C. (2024). Mathematics in art and history museums: An informal mathematics education case for teachers’ in-service training. *Education Sciences*, 14(5), 489. <https://doi.org/10.3390/educsci14050489>
- Delpont, D. . (2021). The impact of math manipulatives as a multi-sensory teaching technique in statistics. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 6(2), 186–206. https://www.researchgate.net/publication/358498967_The_Impact_of_Math_Manipulatives_as_a_Multi-Sensory_Teaching_Technique_in_Statistics

- Enríquez Chasin, R. I. . (2021). La efectividad del aprendizaje activo en la práctica docente. *EduSol*, 21(74), 102–110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9537986>
- Escueta, M., Nickow, A. J., Oreopoulos, P., & Quan, V. (2020). Education technology: An evidence-based review. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897–996. <https://www.aeaweb.org/article?s?id=10.1257/jel.20191507>
- García Paredes, N. E., Chiliquinga García, A. I., Román Cañizares, G. N., Zurita Guachamín, E. M., & Haro Sarango, A. F. . (2023). Tecnologías de la información y las comunicaciones en el aprendizaje universitario en el área de matemáticas. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 4342–4353. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.570>
- Guaypatín Pico, O. A., Mantilla Parra, C. W., Cayo Lema, L. E., & Sigcha Ante, E. M. . (2024). Avance de las TIC en la matemática: Impacto en la sociedad y la educación inicial. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual “ALCON”*, 4(2), 90–102. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i2.106>
- Gusho, L., Muçaj, A., Petro, M. ., & Vampa, M. (2023). The use of educational technology to improve the quality of learning and teaching: a systematic research review and new perspectives. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(15), 109–119. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i15.39641>
- Imron, I., Pramono, S. E., Rusilowati, A., Sulhadi, S., & Samsudin, A. (2025). Analysis of the use of Polypad-based educational media on mathematics teacher competencies in Indonesia: A structural equation modelling (SEM) approach. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 53(1), 16–31. <https://doi.org/10.37934/araset.53.1.1631>
- Jimpikit Unkuch, E. M., Cerpa Flores, J. A., Padilla Gavilanez, K. I., & Pino Jiménez, J. E. (2024). Estrategias de aprendizaje activo en matemáticas: promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), e42237. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)237](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)237)
- López Altamirano, D. A., López Altamirano, D. A., Ojeda Sánchez, E. P., Tunja Castro, D. T., Paredes Maroto, M. D., Sanchez Aguaguña, N. L., Barroso Barrera, M.G., & Gómez Morales, M. d. (2022). Metodologías activas de enseñanza: Una mirada futurista al desarrollo pedagógico docente. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1419–1430. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8354965>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Informe preliminar - Rendición de cuentas 2021. Gobierno del Ecuador. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03>

/informe_narrativo_rendicion_cuentas_2021.pdf

- Mumtaz, S. . (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 319–342. <https://doi.org/10.1080/14759390000200096>
- Naranjo Sagñay, W. C., Contreras Sánchez, E. P., Sornoza Parrales, D., & Vera Pisco, D. G. (2024). El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de límite de función. *Revista Científica Sinapsis*, 25(2). https://www.researchgate.net/publication/387593408_El_aprendizaje_basado_en_problemas_como_estrategia_didactica_para_la_ensenanza_de_limite_de_funcion
- Oliver, M., & Tao, A. (2020). What is educational technology? Rethinking the field from a philosophical perspective of technology. *Learning, Media and Technology*, 46(1), 6–19. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1810066>
- Pinto, M., & Laite, C. (2020). T Digital technologies in support of students learning in Higher Education: literature review. *Digital Education Review*, (37), 343–360. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.343-360>
- Rodríguez-García, V. L. G., & Reye-Meza, O. B. (2022). Development of mathematical skills at the cognitive level of basic general education students. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 9(4), 514–523. <https://sloap.org/journals/index.php/irjmis/article/view/2112>
- Roschelle, J. M., Pea, R. D., Hoadley, C. M., Gordin, D. N., & Means, B. M. (2001). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76–101. <https://doi.org/10.2307/1602690>
- Sánchez Bravo, R. E., & Rodríguez Gámez, M. (2022). Incidence of digital adaptive learning programs on academic results in mathematics. *International Research Journal of Management, IT and Social Sciences*, 9(3), 386–397. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v9n3.2092>
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. . (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, 33(2), 455–488. <https://doi.org/10.3102/00028312033002455>
- Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 29. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-024-09864-3>