Ciencia y Educación
(L-ISSN: 2790-8402 E-ISSN: 2707-3378)
Vol. 7 No. 9.1
Edición Especial IX 2026

POLYPAD EN EL APRENDIZAJE DE ÁREA Y PERÍMETRO EN ESTUDIANTES DE OCTAVO GRADO DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA

POLYPAD IN TEACHING AREA AND PERIMETER TO EIGHTH-GRADE STUDENTS IN BASIC GENERAL EDUCATION

Autores: [1]Dayana Karina Ordóñez Berrones, [2]Gissela Maribel García Mendieta, [3]Bárbara Ariane Pérez Fernández, y [4]Wellington Isaac Maliza Cruz.

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5127-0809
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-6200-0237
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9380-665X
[4]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-1426-583X
[1]E-mail de contacto: dkordonezb@ube.edu.ec
[2]E-mail de contacto: gmgarciam_a@ube.edu.ec
[3]E-mail de contacto: baperezf@ube.edu.ec
[4]E-mail de contacto: wimalizac@ube.edu.ec
Afiliación: [1*2*3*4*]Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
Artículo recibido: 5 de Septiembre del 2026.
Artículo revisado: 7 de Septiembre del 2026.
Artículo aprobado: 7 de Septiembre del 2026.
[1]Ingeniera Electrónica en Telecomunicaciones y Redes, graduada de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Maestrante de la maestría en Educación con mención en Matemática de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
[2]Ingeniera en Alimentos, graduada de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, (Ecuador). Maestrante de la maestría en Educación con mención en Matemática de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
[3]Licenciada en Física, graduada de la Universidad de La Habana, (Cuba), con 7 años de experiencia laboral. Doctora en Ciencias Físicas, graduada de la Universidad de La Habana, (Cuba).
[4]Licenciado en Física Matemáticas, graduado de la Universidad Técnica Particular de Loja, (Ecuador). Ingeniero en Electricidad, graduado de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Ecuador). Magíster en Sistemas de Información Gerencial, graduado de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador). Magíster en Dirección de Empresas, graduado en la Universidad Regional Autónoma de los Andes, (Ecuador). Magíster en Electricidad, graduado en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, (Ecuador). Magíster en Matemáticas, graduado de la Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Magíster en Ingeniería Biomédica, graduado en la Universidad Internacional de Valencia, (España). Magíster en Telecomunicaciones, graduado de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, (Ecuador). Doctor en Ciencias Administrativas, graduado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú).

Resumen

El aprendizaje de conceptos de área y perímetro se abordan mediante la memorización, aplicación de fórmulas y el uso limitado de recursos tecnológicos. El objetivo del trabajo presentado fue determinar la incidencia de una secuencia didáctica de cinco actividades mediadas por Polypad en la comprensión del área y perímetro en estudiantes de octavo grado de Educación General Básica de la Unidad Educativa "Carlos Cisneros", en Riobamba, Ecuador. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental a un único grupo de 32 estudiantes, a quienes se aplicó un pretest y un postest de conocimientos. Los instrumentos de evaluación y la intervención de cinco actividades interactivas diseñadas en Polypad fueron validados por 4 especialistas con el coeficiente V de Aiken. Se aplicaron instrumentos de recolección de datos pretest, postest y encuesta de satisfacción a estudiantes. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y, dado que no se cumplió el supuesto de normalidad, la prueba no paramétrica de Wilcoxon; d de Cohen para datos pareados, ganancia normalizada de Hake. Adicionalmente se aplicó una encuesta de satisfacción tipo Likert, cuya fiabilidad se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Los resultados mostraron un incremento significativo del puntaje promedio del grupo pasando de 5,43 a 7,64 sobre 10 puntos. La encuesta de satisfacción evidenció una valoración alta de la experiencia revelando una fiabilidad excelente. Se concluye que la secuencia didáctica mediada por Polypad mejora la comprensión del área y el perímetro y genera una percepción favorable en los estudiantes.

Palabras clave: Polypad, Área, Perímetro, Secuencia didáctica, Manipulativos virtuales, Aprendizaje geométrico.

Abstract

The learning of concepts related to area and perimeter is usually approached through memorization, the application of formulas, and the limited use of technological resources. The objective of the present study was to determine the impact of a didactic sequence of five activities mediated by Polypad on the understanding of area and perimeter among eighth-grade students of General Basic Education at the "Carlos Cisneros" High School in Riobamba, Ecuador. A quantitative-method approach was employed with a pre-experimental design applied to a single group of 32 students, who completed a pretest and posttest of knowledge. The evaluation instruments and the intervention consisting of five interactive activities designed in Polypad were validated by four specialists using Aiken's V coefficient. Data collection included pretest, posttest, and a student satisfaction survey. The data were analyzed through descriptive statistics, the Shapiro-Wilk normality test, and, since the assumption of normality was not met, the non-parametric Wilcoxon test; Cohen's d for paired data, and Hake's normalized gain. Additionally, a Likert-type satisfaction survey was applied, whose reliability was assessed using Cronbach's alpha coefficient. The results showed a significant increase in the group's average score, rising from 5.43 to 7.64 out of 10 points. The satisfaction survey revealed a high evaluation of the experience, demonstrating excellent reliability. It is concluded that the didactic sequence mediated by Polypad enhances the understanding of area and perimeter and generates a favorable perception among students.

Keywords: Polypad, Area, Perimeter, Teaching sequence, Virtual manipulatives, Geometric learning.

Sumário

A aprendizagem dos conceitos de área e perímetro costuma ser abordada por meio da memorização, da aplicação de fórmulas e do uso limitado de recursos tecnológicos. O objetivo deste trabalho foi determinar a incidência de uma sequência didática de cinco atividades mediadas pelo Polypad na compreensão da área e do perímetro em estudantes do oitavo ano do Ensino Geral Básico da Unidade Educativa "Carlos Cisneros", em Riobamba, Equador. Empregou-se uma abordagem quantitativa, com desenho pré-experimental em um único grupo de 32 estudantes, aos quais foram aplicados um pré-teste e um pós-teste de conhecimentos. Os instrumentos de avaliação e a intervenção de cinco atividades interativas desenvolvidas no Polypad foram validados por 4 especialistas por meio do coeficiente V de Aiken. Foram aplicados instrumentos de coleta de dados: pré-teste, pós-teste e pesquisa de satisfação aos estudantes. Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, uma vez que o pressuposto de normalidade não foi atendido, o teste não paramétrico de Wilcoxon; d de Cohen para dados pareados e ganho normalizado de Hake. Adicionalmente, aplicou-se uma pesquisa de satisfação tipo Likert, cuja confiabilidade foi avaliada por meio do coeficiente alfa de Cronbach. Os resultados mostraram um aumento significativo na pontuação média do grupo, passando de 5,43 para 7,64 em 10 pontos. A pesquisa de satisfação evidenciou uma avaliação alta da experiência, revelando uma confiabilidade excelente. Conclui-se que a sequência didática mediada pelo Polypad melhora a compreensão da área e do perímetro e gera uma percepção favorável nos estudantes.

Palavras-chave: Polypad, Área, Perímetro, Sequência didática, Materiais manipuláveis virtuais, Aprendizagem geométrica.

Introducción

A través de los años, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas han representado un gran desafío en el ámbito

educativo, pues enfrentan el reto de superar la memorización y el mecanicismo de fórmulas para cultivar el razonamiento lógico, la exploración y la resolución de problemas contextualizados (Narváez et al., 2025). Esta problemática se evidencia a nivel latinoamericano, donde diversos países de América Latina y el Caribe enfrentan desafíos similares.

Los resultados de evaluaciones internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), muestran que los países de la región se ubican en la mitad inferior del ranking global de calidad educativa en las áreas de Matemática, Lectura y Ciencia, siendo superados de manera sostenida por los sistemas educativos asiáticos, que destacan por su alto desempeño (Arias et al., 2023). Este escenario demuestra que las deficiencias en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática representan un problema estructural internacional, exigiendo soluciones pedagógicas innovadoras.

En concordancia con lo anterior, la situación ecuatoriana no es la excepción. Aunque el Ministerio de Educación promueve el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño matemático, los estudiantes no logran cumplir con el aprendizaje significativo. De acuerdo con los reportes publicados por el INEVAL correspondientes a la prueba Ser Estudiante aplicada al nivel de Educación General Básica, exponen puntajes promedios por debajo del nivel esperado: en el año lectivo 2020-2021 el puntaje fue de 699 puntos; 697 en el 2021-2022; 703 en el 2022-2023; 701 en 2023-2024 y un descenso final de 696 en 2024-2025 (INEVAL, 2023a, 2023b, 2025, 2026). Estos resultados por debajo de los 1000 puntos reflejan vacíos en contenidos de álgebra, geometría, funciones y estadística, confirmando que gran parte de la población estudiantil no logra comprender, analizar y aplicar los conocimientos matemáticos en diferentes contextos. En este ámbito, la geometría actúa como un componente indispensable para fomentar la cognición espacial y el pensamiento lógico del estudiante; aun así, la enseñanza de conceptos como área y perímetro persiste como una dificultad para el sistema educativo ecuatoriano.

En particular, el estudio de área y perímetro forma parte del currículo ecuatoriano y constituye la base para el desarrollo del pensamiento geométrico. Sin embargo, investigadores como Arellano et al. (2026) y Bravo y Riofrío (2024) señalan que los estudiantes confunden con frecuencia ambos conceptos, aplican fórmulas de manera mecánica sin una comprensión conceptual real, y presentan dificultades para transferir el conocimiento a situaciones reales de su entorno. Esta problemática se refuerza por el predominio de metodologías tradicionales centradas en la memorización de fórmulas, la repetición de procedimientos y clases con escasa participación del estudiante, factores que limitan el desarrollo del pensamiento geométrico (Montes y Deroncele, 2023).

Frente a estas limitaciones del enfoque tradicional, varios estudios han explorado el potencial de los recursos digitales interactivos como estrategia alternativa. (Antezana et al., 2020) demostraron que el uso de software interactivo, articulado con modelos de razonamiento geométrico progresivo, mejora de forma considerable el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas de áreas y perímetros de figuras poligonales. En la misma línea Arifi y Mahmuti (2025) determinaron que los manipulativos virtuales favorecen la comprensión de los conceptos de

área y perímetro, además de estimular el desarrollo de múltiples estrategias de resolución de problemas, el pensamiento crítico y el razonamiento lógico. Por su parte, Vásquez et al. (2026) destacan que la incorporación de recursos digitales en la enseñanza de la geometría constituye una estrategia didáctica eficaz que fortalece tanto el aprendizaje visual como el rendimiento académico de los estudiantes.

Dentro de este conjunto de herramientas digitales, Polypad emerge como una alternativa didáctica concreta y de fácil acceso. Se trata de una plataforma interactiva que proporciona un entorno con recursos manipulativos en su versión digital, permitiendo a los estudiantes explorar, construir y transformar figuras geométricas de forma visual e interactiva, lo que favorece el aprendizaje significativo. Rotger y Ribera (2021) encontró que el empleo de Polypad en la enseñanza de figuras geométricas mejoró tanto el rendimiento académico como la motivación de los estudiantes hacia la asignatura de matemáticas.

De manera complementaria, Guaman (2023) y Brocel et al. (2024) documentan que el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en educación incide en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes frente al aprendizaje de la matemática. A pesar de la evidencia internacional que respalda el uso de herramientas digitales en geometría, en el contexto ecuatoriano son escasos los estudios que analizan de manera específica el impacto de Polypad en la enseñanza del área y el perímetro en estudiantes de octavo año de EGB, lo que constituye un vacío investigativo relevante. En respuesta a esta necesidad, la presente investigación tiene como objetivo general determinar la incidencia de una secuencia didáctica de cinco actividades mediadas por Polypad en la comprensión del área y el perímetro de los estudiantes de octavo grado de Educación General Básica de la Unidad Educativa Carlos Cisneros, durante el año lectivo 2025-2026.

De manera específica, la investigación busca diagnosticar el nivel de comprensión de los estudiantes sobre los conceptos de área y perímetro antes de la implementación de la secuencia didáctica mediada por Polypad. Posteriormente, se pretende determinar los cambios producidos en dicha comprensión después de la intervención, mediante la comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el postest. Asimismo, se propone analizar las percepciones de los estudiantes al finalizar la aplicación de la secuencia didáctica, con el propósito de conocer su valoración sobre el uso de Polypad como recurso de apoyo.

A partir de estos objetivos, se establecen las hipótesis que orientan la investigación. La hipótesis nula (H_0) plantea que la aplicación de la secuencia didáctica mediada por Polypad no mejora significativamente la comprensión del área y el perímetro en los estudiantes. En contraste, la hipótesis alternativa (H_1) sostiene que la aplicación de dicha secuencia didáctica mejora significativamente la comprensión de estos conceptos. De esta manera, la propuesta busca favorecer una transformación de las prácticas tradicionales centradas principalmente en la memorización de fórmulas hacia un proceso de enseñanza y aprendizaje más activo, visual, dinámico y significativo.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, que permitió medir de manera objetiva y numérica los cambios producidos en el rendimiento académico de los

estudiantes antes y después de la intervención didáctica, mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, así como cuantificar el nivel de satisfacción de los estudiantes frente a la experiencia de aprendizaje mediada por Polypad. Este enfoque es coherente con lo señalado por Hernández et al. (2014) quienes sostienen que la investigación cuantitativa emplea la recolección y el análisis estadístico de datos para probar hipótesis y establecer con precisión patrones de comportamiento a partir de la medición numérica. Dado que el estudio se desarrolló con un curso de 32 estudiantes de octavo año de EGB, se adoptó un diseño preexperimental de un solo grupo con pretest y postest, donde se identificó el nivel del conocimiento en contenidos de área y perímetro de figuras geométricas, posteriormente, se implementó una secuencia didáctica de cinco sesiones y, por último, se aplicó el post test para determinar el nivel de efectividad de la propuesta planteada. La secuencia didáctica estuvo compuesta por cinco sesiones de 40 minutos cada una, desarrolladas en el entorno interactivo de Polypad. La Tabla 1 resume la secuencia didáctica.

Tabla 1. *Resumen de la secuencia didáctica.*

Sesión	Objetivo y actividad principal
Exploración libre de figuras geométricas	Explorar libremente los polígonos disponibles en Polypad para activar conocimientos previos e identificar los conceptos de lado, vértice y figura plana.
Distinción entre área y perímetro mediante geoplanos virtuales (40 min)	Usar la cuadrícula interactiva de Polypad como geoplano digital: contar cuadrados internos (área) y segmentos de borde (perímetro) en un rectángulo, un cuadrado y una figura irregular en L; formular definiciones propias de ambos conceptos.
Relación entre área y perímetro (40 min)	Construir figuras con perímetro constante y área variable, y viceversa, a partir de una situación cotidiana, para evidenciar que ambas magnitudes varían de forma independiente.
Resolución de problemas contextualizados (40 min)	Resolver y verificar en Polypad tres problemas cotidianos relacionados con el cercado de terrenos, la distribución de espacios y el cálculo de costos de materiales.
Creación y presentación de diseños originales (40 min)	En grupos de tres, diseñar en Polypad la planta de una vivienda cumpliendo restricciones de área ($\leq$80 m²) y perímetro ($\leq$40 m), y exponerla ante la clase.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un estudio bibliográfico-documental, para sustentar el marco teórico a partir de fuentes académicas actualizadas, y de investigaciones previas sobre cómo el uso de recursos digitales interactivos (Polypad), aporta al desarrollo de destrezas geométricas; identificando así, brechas en la enseñanza de las matemáticas mediadas por herramientas digitales. El estudio tiene un alcance descriptivo y explicativo: descriptivo, porque permitió detallar el nivel de comprensión de área y perímetro de los estudiantes antes y después de la secuencia didáctica, así como sus errores conceptuales más frecuentes; y explicativo, porque se buscó establecer la relación entre el uso de la herramienta Polypad y la mejora en la comprensión de dichos conceptos, más allá de la simple descripción de lo ocurrido. Es así como la investigación fue de tipo aplicativa, ya que se orientó a resolver un problema práctico y concreto que es la deficiente comprensión de área y perímetro en los estudiantes de octavo grado mediante el diseño y la aplicación de la secuencia didáctica mediada con tecnología. La población de este estudio estuvo constituida por estudiantes de octavo grado de Educación General Básica de las instituciones educativas con acceso a tecnología digital. La muestra correspondió a un curso de 32 estudiantes de octavo grado año de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros”, de la ciudad de Riobamba, seleccionado por su disponibilidad de recursos tecnológicos y por la apertura institucional ofrecida por las autoridades para el desarrollo

de la intervención. Además, se incluyó al docente de matemática del curso como un informante clave, cuya función fue validar la pertinencia y la aplicabilidad de la secuencia didáctica desde su experiencia en el aula.

Dado que los participantes fueron estudiantes menores de edad, con edades comprendidas entre 12 y 15 años, se solicitó previamente el consentimiento informado de los padres o representantes legales, así como el asentimiento informado de los estudiantes, garantizando de esta manera su participación voluntaria en el estudio y el resguardo de sus derechos. Previo a la aplicación con los estudiantes, el instrumento de evaluación (pretest/postest) fue sometido a un proceso de validación de contenido mediante juicio de cuatro expertos con formación y experiencia en educación, quienes valoraron la actualidad e importancia del tema, la claridad de la propuesta, la coherencia de las actividades, la pertinencia del uso de la herramienta Polypad, la secuencia didáctica, y la factibilidad y viabilidad de la propuesta, mediante una escala de Likert de cuatro niveles. La validez de contenido se estimó mediante el coeficiente V de Aiken (Aiken, 1980)

Para la recolección de datos se emplearon tres instrumentos. El pretest estuvo compuesto por 10 preguntas (8 opción múltiple y 2 abiertas), orientadas a diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes en los conceptos de área y perímetro. El postest aplicado al finalizar la secuencia didáctica, mantuvo una estructura de 10 preguntas (8 opción múltiple y 2 abiertas). Adicionalmente, se aplicó una encuesta de satisfacción con escala Likert de 20 ítems y 5 niveles de respuesta, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo; la misma que estuvo organizada en 4 secciones. Se declararon dos variables centrales: la variable independiente, correspondiente a la secuencia didáctica de cinco actividades mediadas por Polypad, y la variable dependiente, correspondiente a la comprensión conceptual del área y el perímetro, operacionalizada a través de los puntajes obtenidos en el pretest y el postest. En el plano teórico, se emplearon los métodos analítico-sintético, para descomponer y articular los referentes conceptuales sobre didáctica de la matemática, pensamiento geométrico y manipulativos digitales; histórico lógico, para dar seguimiento a la evolución del pensamiento geométrico de los estudiantes y a los modelos didácticos de Van Hiele, Piaget, Vygotsky y Ausubel que sustentan la secuencia; e inductivo-deductivo, para obtener conclusiones generales a partir de los datos recopilados durante la aplicación.

En el plano empírico, se emplearon el experimento pedagógico, correspondiente al diseño preexperimental descrito previamente; el análisis documental, para la revisión sistemática de estudios previos sobre didáctica de la geometría y herramientas digitales; y la encuesta con escala Likert, dirigida a recoger las percepciones de los estudiantes sobre el proceso vivido. En el plano estadístico, se recurrió a la estadística descriptiva, obteniendo la media, mediana, desviación estándar y rangos de los puntajes del pretest y del postest. Se evaluó el supuesto de normalidad de las diferencias entre el pretest y el postest mediante la prueba de Shapiro-Wilk; dado su incumplimiento, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, con el propósito de comparar los puntajes del grupo antes y después de la intervención y determinar si la mejora observada resultaba estadísticamente significativa. El tamaño del efecto se estimó mediante el estadístico d de Cohen para datos pareados (dz) y la correlación biserial por

rangos, mientras que la magnitud del aprendizaje se calculó mediante la ganancia normalizada de Hake (1998). La fiabilidad de la encuesta de satisfacción aplicada al finalizar la secuencia didáctica se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, interpretado según los criterios de George y Mallery (2003). El procesamiento de los datos se realizó con apoyo de Excel y SPSS.

Resultados y Discusión

Los datos recopilados del estudio aplicado se analizaron desde un enfoque cuantitativo, primero mediante el análisis del rendimiento académico en las pruebas de conocimiento de área y perímetro medidos a través del pretest y el postest; y posteriormente mediante el análisis de la encuesta de satisfacción tipo Likert aplicada al finalizar la secuencia didáctica mediada por Polypad. Comenzando con la validación del instrumento que se fundamenta en el criterio de cuatro expertos y el uso del coeficiente V de Aiken.

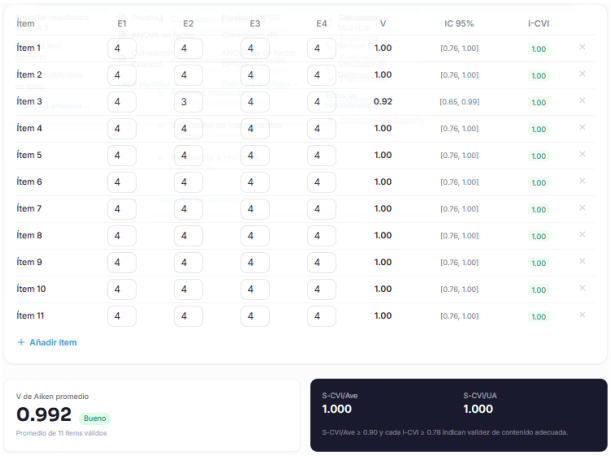


Figura 1. *Resultados de la Validación de los instrumentos.*

Fuente: Elaboración propia

Para la validación por juicio de expertos, se selecciona un grupo conformado por cuatro profesionales con experiencia y formación académica en educación. Cada uno evalúa la guía utilizando la escala de Likert de cuatro niveles, considerando criterios de actualidad e importancia del tema, claridad de la propuesta, coherencia de las actividades, pertinencia del uso de la herramienta Polypad, progresión didáctica, factibilidad y viabilidad de la propuesta, etc. Además, se habilitó un espacio abierto para sugerencias y observaciones cualitativas. Los resultados que se obtuvieron fueron los que se indica en la Figura 1.

Se obtuvo un coeficiente global V = 0,992 equivalente a excelente según los criterios de interpretación de Aiken (1980). De los once ítems evaluados, diez alcanzaron el nivel máximo V = 1,00 mientras que el ítem referido a la claridad de la propuesta obtuvo V = 0,92 debido a la calificación levemente inferior otorgada por uno de los jueces. Estos resultados respaldan la pertinencia, coherencia y viabilidad de la propuesta didáctica para su implementación con los estudiantes de octavo grado de EGB. Es así como, la propuesta constituye una evidencia sólida de que el contenido de esta fue validado casi unánimente por los especialistas antes de su aplicación, lo que respalda la confianza en los resultados obtenidos posteriormente con los estudiantes. La aplicación fue dirigida a 32 estudiantes de octavo grado de EGB de la U.E “Carlos Cisneros” con edad promedio de 12,75 años; oscilando en un rango de 12 a 15 años, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2*. Edades de la muestra.*

Variable	Categoría/Estadístico	Valor
Edad	Media (años)	12,75
	Mínima	12,00
	Máxima	15,00
N total	Estudiantes	32

Fuente: Elaboración propia.

Los estadísticos descriptivos del puntaje total sobre 10 puntos del pretest y postest de los 32

estudiantes se presentan en la Tabla 3; en la que se puede observar un incremento de la media grupal de 5,43 a 7,64 puntos, junto con una reducción de la dispersión de los puntajes de 2,23 a 1,49 medido mediante la desviación estándar, lo que indica una mayor homogeneidad en el desempeño del grupo después de la intervención.

Tabla 3. *Estadística descriptiva del pretest y postest.*

Estadístico	Pretest	Postest	Diferencia
N	32	32	0
Media	5,43	7,64	2,21
Mediana	5,20	7,67	2,47
Desviación estándar	2,23	1,49	-0,74
Mínimo	2,00	4,33	2,33
Máximo	9,66	10,00	0,34
Varianza	4,98	2,21	-2,77

Fuente: Elaboración propia.

Este hallazgo es coherente con investigaciones recientes sobre el uso de herramientas digitales en la enseñanza de matemáticas. En un estudio preexperimental realizado con estudiantes de quinto año de Educación General Básica, la implementación de Polypad permitió incrementar el promedio grupal de 5,64 a 7,32 puntos (Taqyuki et al., 2026). De forma similar, un estudio desarrollado con estudiantes de noveno año evidenció que el uso de GeoGebra elevó el promedio grupal de 7,59 a 8,42 puntos, acompañado de mejoras en la motivación y en la percepción de los estudiantes respecto al uso de esta herramienta (Toalombo et al., 2025). Asimismo, en un estudio realizado con estudiantes de bachillerato, la aplicación de GeoGebra en el aprendizaje de funciones cuadráticas incrementó la media del pretest al postest de 3,36 a 7,43 puntos, con una reducción en la desviación estándar de 2,37 a 1,40, patrón similar al observado en el presente estudio (Duma y Granda, 2026). Al analizar el porcentaje de aciertos por pregunta que se indica en la Tabla 4 y Figura 2, se observa que todas las preguntas mejoraron entre el pretest y el postest, haciendo una observación en la pregunta 6 que se mantuvo relativamente estable. Las mejoras más notables se registraron en la pregunta 1 de 53,13% a 93,75% con una diferencia de 40,63% y en la pregunta 5 de 46,88% a 81,25% con una diferencia de 34,38%.

La pregunta 10, que evalúa la aplicación de área y perímetro en problemas, continúa siendo la de menor desempeño relativo incluso después de la intervención didáctica, con un porcentaje de aciertos de 49,69%; mientras que la pregunta 9, aunque también implica aplicación de contenidos, alcanzó un desempeño postest más alto (73,44%). Lo que sugiere que estos contenidos de aplicación requieren mayor refuerzo en futuras implementaciones de la secuencia, en especial los relacionados con la pregunta 10.

Tabla 4. *Porcentaje de la comparación por preguntas entre el pretest y postest.*

Pregunta	% Pretest	% Postest	Dif. (p.p.)	g de Hake	Nivel
1	53,13	93,75	40,63	0,87	Alta
2	56,25	81,25	25,00	0,57	Media
3	71,88	81,25	9,38	0,33	Media
4	68,75	90,63	21,88	0,70	Alta
5	46,88	81,25	34,38	0,65	Media
6	56,25	65,63	9,38	0,21	Baja
7	75,00	84,38	9,38	0,38	Media
8	34,38	62,50	28,13	0,43	Media
9	61,25	73,44	12,19	0,31	Media
10	19,50	49,69	30,19	0,38	Media

Fuente: Elaboración propia.

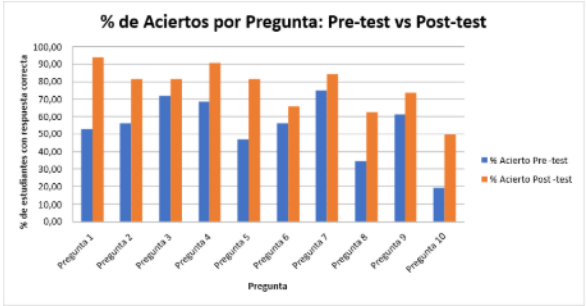


Figura 2. *Gráfico de barras de la comparación por preguntas entre el pretest y postest.*

El análisis por pregunta aporta matrices importantes a esta lectura general. Las preguntas 9 y 10, que implican la aplicación de área y perímetro en problemas, mostraron menores ganancias relativas, incluso después de la intervención. Este patrón es consistente con la progresión gradual descrita con el modelo de Van (1986), dado que la resolución de problemas contextualizados exige que el estudiante no solo reconozca visualmente las figuras (primer nivel) sino que analice también las propiedades y las relaciones de manera lógica para resolver situaciones nuevas (niveles de análisis y deducción informal). El hecho de que estas preguntas, en especial la pregunta 10, continúen mostrando el menor desempeño relativo sugiere que, para lograr el tránsito hacia niveles de razonamiento más complejos, el tiempo de intervención debería ser más prolongado o incluir actividades adicionales específicas orientadas a la resolución de problemas. Los promedios del pretest y postest se indican en la Tabla 5.

Tabla 5. *Porcentaje y Ganancia de Hake de los promedios del pretest y postest.*

Indicador	Valor
% Promedio Pretest	54,33
% Promedio Postest	76,38
Ganancia de Hake <g> (grupo)	0,48
Nivel de ganancia	Media

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se calculó la ganancia normalizada de Hake (g) a partir de los promedios grupales de pretest (54,3%) y postest (76,4%):

$$g = \frac{Puntuación\ Postest - Puntuación\ Pretest}{100 - Puntuación\ Pretest}$$

$$g = \frac{76{,}4 - 54{,}3}{100 - 54{,}3}$$

$$g = 0{,}48 \quad (1)$$

El resultado de la ganancia normalizada g = 0,48 clasificado en la categoría de ganancia media - efectividad moderada según Hake (1998), indica que la secuencia didáctica mediada por Polypad tuvo un efecto positivo y consistente sobre el aprendizaje de área y perímetro, aunque con margen de mejora para alcanzar una ganancia alta. Lo cual es consistente con hallazgos similares sobre el uso de herramientas de geometría dinámica para la enseñanza de área y perímetro.

Taqyuki et al. (2026) obtuvieron una ganancia g = 0,40, igualmente clasificado como ganancia media. Los autores atribuyen este resultado a la Teoría del Aprendizaje Multimedia de Mayer, la cual plantea que los estudiantes alcanzan mayor comprensión cuando los contenidos se transmiten mediante la combinación de elementos visuales, textuales e interactivas. De igual manera lo relacionan con la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (como se citó en (Fuad, 2025) y con el aprendizaje por descubrimiento de Bruner destacando que la manipulación de representaciones visuales y la participación favorecen la construcción del conocimiento.

A continuación, se evaluó el supuesto de normalidad de las diferencias del postest menos el pretest mediante la prueba de Shapiro-Wilk, obteniendo el estadístico W= 0,930 y p= 0,040. Como se indica en la Tabla 6. Dado que p < 0,05 se rechaza el supuesto de normalidad, por lo que se optó por la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas como prueba de significancia estadística.

Tabla 6. *Pruebas de Normalidad.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	0,930	32	0,040

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Wilcoxon de a Tabla 7 mostró un estadístico W=76,0 y un valor p = 0,001. Debido a que p<0,05, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes del pretest y el postest. Este resultado muestra una mejora en el rendimiento académico después de la intervención didáctica.

Tabla 7. *Estadísticos de prueba de Wilcoxon.*

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	7[a]	10,86	76,00
	Rangos positivos	24[b]	17,50	420,00
	Empates	1[c]		
	Total	32		
a. Postest < Pretest b. Postest > Pretest c. Postest = Pretest				

	Postest - Pretest
Z	-3,371[b]
Sig. asintótica (bilateral)	0,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, se comprobó el rechazo de la hipótesis nula (Ho) y la aceptación de la hipótesis alternativa (H1), confirmándose que la aplicación de la secuencia didáctica mediada por Polypad mejora la comprensión del área y el perímetro en los estudiantes de octavo grado de Educación General Básica. Como complemento, en la Tabla 8 se encuentra calculado el parámetro d de Cohen para datos pareados; resultando dz = 0,74 correspondiente a un efecto de magnitud mediana-alta según (Cohen, 1988), lo que confirma un cambio de magnitud considerable entre las mediciones del pretest y el postest.

Tabla 8. *Cálculo d de Cohen y r biserial por rangos.*

Indicador	Valor	Interpretación
d de Cohen (para datos pareados, dz)	0,743	Mediano-alto
r biserial por rangos (Wilcoxon, RBC)	0,694	Grande

Fuente: Elaboración propia.

Además, complementando a la prueba de Wilcoxon se calculó el coeficiente biserial por rangos, obteniendo r=0,694 lo que representa a un efecto grande, es decir, demuestra la alta efectividad de la intervención aplicada. La convergencia entre estos antecedentes y los resultados del presente estudio refuerza la idea de que los entornos de geometría dinámica, ya sea Polypad o GeoGebra, favorecen la construcción del conocimiento geométrico al permitir la manipulación visual y activa de las figuras, en línea con el modelo de Van (1986), según el cual el tránsito hacia niveles superiores de razonamiento geométrico se ve facilitado por la experiencia directa y la exploración guiada de las propiedades de las figuras, más que por la memorización de fórmulas.

Al finalizar la secuencia didáctica se aplicó una encuesta de satisfacción de 20 ítems en escala Likert de 5 puntos, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo; la misma que estuvo organizada en 4 secciones: experiencia con el pretest, secuencia didáctica con Polypad (incluye diseño y organización de la secuencia, uso de la herramienta Polypad, rol del docente y mediación), experiencia con el postest y valoración global. Participaron los 32 estudiantes de la muestra, siendo el 71,88% de género masculino y el 28,12% de género femenino, la edad media es de 12,75 años como se indica en la Tabla 9.

Tabla 9. *Información de estudiantes participantes de la encuesta.*

Variable	Categoría/Estadístico	Valor
Género	Masculino (n)	23
	Femenino (n)	9
	% Masculino	71,88
	% Femenino	28,12
Edad	Media (años)	12,75
	Mínima	12,00
	Máxima	15,00
N total	Estudiantes	32

Fuente: Elaboración propia.

La consistencia interna de la escala completa se observa en la Tabla 10, está estimada mediante el Alfa de Cronbach, que fue de α=0,918 equivalente a un nivel excelente de confiabilidad. Por dimensiones, los valores oscilaron entre α=0,693 en la experiencia con el pretest, que contenía 3 ítems, y α=0,905 para el uso de la herramienta Polypad, con 5 ítems. En conjunto, los valores obtenidos se encuentran entre niveles cuestionables, aceptables, buenos y excelentes según los criterios de interpretación de George y Mallery (2003).

Tabla 10. *Alfa de Cronbach de cada sección de la Encuesta de Satisfacción.*

Sección	Escala	N ítems	Alfa de Cronbach	Interpretación
1	A. Experiencia con el Pretest	3	0,693	Cuestionable
2	B. Diseño y organización de la secuencia	4	0,813	Buena
	C. Uso de la herramienta Polypad	5	0,905	Excelente
	D. Rol docente y mediación	3	0,829	Buena
3	E. Experiencia con el Postest	2	0,813	Buena
4	F. Valoración global	3	0,710	Aceptable
	TOTAL (20 ítems)	20	0,918	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

Y la media de cada sección se puede observar en la Figura 3.

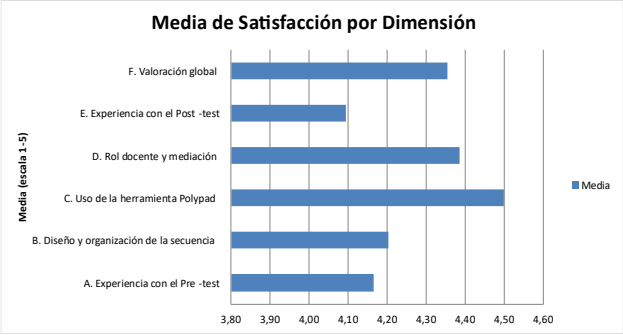


Figura 3. *Media de Satisfacción por dimensión de cada sección de la Encuesta de Satisfacción.*

Fuente: Elaboración propia.

La valoración global de la experiencia, considerando los 20 ítems, fue de M=4,31 con desviación estándar DE = 0,50, como se observa en la Tabla 11. Este resultado corresponde a un nivel alto, de acuerdo con la escala de interpretación establecida para este estudio.

Tabla 11. *Media y Desviación Estándar global de la Encuesta.*

Media	DE
4,31	0,50

Fuente: Elaboración propia.

Es decir, que estos resultados, muestran una valoración global muy alta de la experiencia de aprendizaje, siendo la dimensión de uso de la herramienta Polypad la mejor evaluada con una media de 4,50/5. Estos resultados coinciden con (Genç, 2024) quien determinó que el empleo de Polypad en la enseñanza de figuras geométricas mejoró el rendimiento académico de los estudiantes, al igual que (Arifi & Mahmuti, 2025) quienes determinaron que los manipulativos virtuales favorecen la comprensión de los conceptos de área y perímetro, además de estimular el desarrollo de múltiples estrategias de resolución de problemas, el pensamiento crítico y el razonamiento lógico.

Estas evidencias respaldan el planteamiento de (Vygotsky et al., 1978) sobre la mediación de instrumentos en el proceso de aprendizaje, según el cual las herramientas, incluido las digitales, actúan como mediadores entre el estudiante y el objeto de conocimiento, facilitando procesos que de otro modo requerirían un mayor andamiaje por parte del docente. La alta valoración del rol docente y mediación, evaluada con una media de 4,39/5 refuerza esta lectura, sugiriendo que la efectividad de la herramienta digital no operó de manera aislada, sino en conjunto con el acompañamiento pedagógico brindado durante

la secuencia. Así mismo, la elevada satisfacción reportada puede interpretarse en clave del aprendizaje significativo propuesto por Ausubel (1968) en la medida en que la manipulación dinámica de las figuras geométricas en Polypad permitió a los estudiantes relacionar los conceptos de área y perímetro con representaciones visuales concretas, esto favoreció un anclase más sólido que el que ofrecería una enseñanza algorítmica o memorística. Desde la perspectiva de los registros de representación semiótica de Duval (1993) el tránsito entre el registro figural y el registro simbólico parece haber sido facilitado por el carácter dinámico e interactivo de la herramienta, lo que explicaría la mejora en el rendimiento como la alta valoración de los estudiantes hacia el uso de Polypad.

Esto se respalda con la opinión de Amelia et al. (2025) quienes concluyen que Polypad aumenta la motivación de los estudiantes y proporciona una experiencia de aprendizaje más agradable. Los autores atribuyen que la herramienta tiene la capacidad de crear un ambiente de aprendizaje más dinámico, donde los estudiantes se involucran más activamente y perciben beneficios directos del proceso de aprendizaje. En la misma línea, Taqyuki et al. (2026) afirmaron que el uso de Polypad en el aprendizaje es capaz de crear un ambiente más propicio e interactivo para el estudiante.

A esto se suma Zulaeha et al. (2026) que demostraron que los medios digitales interactivos que utilizan Polypad son capaces de mejorar significativamente el rendimiento académico, la capacidad visual espacial y el dominio de los conceptos matemáticos de los estudiantes. De igual manera, estos resultados son coherentes con la literatura sobre la integración del enfoque TPACK en la enseñanza de las matemáticas, la cual documenta que el uso de herramientas digitales dinámicas favorece la motivación, la participación y percepción positiva del estudiantado hacia el aprendizaje geométrico (Kholid et al., 2023)

Conclusiones

De los resultados obtenidos, su análisis y discusión, se concluye que la secuencia didáctica mediada por Polypad fue efectiva para favorecer la comprensión de los conceptos de área y perímetro en estudiantes de octavo año de Educación General Básica. Tras la implementación de la propuesta se evidenció una mejora significativa en el rendimiento académico, lo que demuestra que la integración de recursos digitales interactivos puede contribuir al aprendizaje de contenidos matemáticos que requieren representación, exploración y razonamiento espacial.

La ganancia de aprendizaje alcanzada por el grupo se ubicó en un nivel medio, resultado que permite considerar la intervención como favorable, aunque también evidencia la necesidad de continuar fortaleciendo aquellos contenidos que demandan procesos cognitivos de mayor complejidad, especialmente la resolución de problemas contextualizados. Este hallazgo sugiere que el uso de Polypad resulta pertinente como recurso didáctico, pero su efectividad puede potenciarse mediante intervenciones de mayor duración y actividades progresivamente más complejas.

Las percepciones de los estudiantes fueron ampliamente favorables respecto a la experiencia de aprendizaje desarrollada, destacándose especialmente la valoración positiva del uso de Polypad. La aceptación de la herramienta, junto con la mejora observada en el desempeño académico, evidencia una convergencia entre los resultados cuantitativos

y la percepción de los participantes, lo que respalda la pertinencia de incorporar recursos digitales interactivos en la enseñanza de la geometría.

Asimismo, tanto la secuencia didáctica como los instrumentos de evaluación empleados presentaron una adecuada validez de contenido, respaldada por el juicio de expertos. Esta valoración aporta consistencia metodológica al estudio y permite considerar que las actividades y los instrumentos utilizados fueron pertinentes para evaluar la comprensión del área y el perímetro en correspondencia con los objetivos establecidos. Los resultados de la prueba de Wilcoxon permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmándose estadísticamente que la comprensión del área y el perímetro mejoró después de la implementación de la secuencia didáctica mediada por Polypad. En conjunto, la significancia estadística, la magnitud del efecto obtenida y la valoración favorable de los estudiantes respaldan la efectividad de la propuesta dentro del contexto educativo analizado.

Como líneas futuras de investigación, se recomienda ampliar la duración de la intervención para determinar si los aprendizajes alcanzados se mantienen a mediano y largo plazo. También sería pertinente incorporar un grupo de control que permita comparar los resultados con metodologías de enseñanza tradicionales y establecer con mayor precisión el efecto específico de la secuencia didáctica mediada por Polypad. Asimismo, se sugiere replicar la investigación en otras instituciones educativas y con muestras más amplias, con el propósito de fortalecer la validez externa y la posibilidad de generalización de los resultados. No obstante, los hallazgos deben interpretarse considerando las limitaciones del estudio. El diseño preexperimental con un único grupo y sin grupo de control no permite descartar completamente la influencia de variables externas sobre los cambios observados, lo que representa una limitación para la validez interna. Entre las posibles amenazas se encuentran la maduración natural de los estudiantes, la sensibilización generada por la aplicación de instrumentos similares en el pretest y el postest, y el denominado efecto Hawthorne, entendido como la posibilidad de que parte de la mejora se relacione con la motivación o el entusiasmo producido por la incorporación de una herramienta digital novedosa y no exclusivamente con la secuencia pedagógica desarrollada.

Aunque el tamaño del efecto obtenido, con un valor de *d* de Cohen = 0,74, aporta evidencia favorable sobre la magnitud del cambio producido, estas amenazas metodológicas no pueden descartarse completamente. Además, la intervención estuvo limitada a cinco sesiones, por lo que no fue posible determinar la estabilidad de los aprendizajes a mediano o largo plazo. En consecuencia, futuras investigaciones deberían utilizar diseños experimentales o cuasiexperimentales con grupo de comparación, periodos de intervención más extensos y evaluaciones de seguimiento que permitan determinar con mayor rigor la permanencia de los aprendizajes alcanzados.

Referencias Bibliográficas

Aiken, L. (1980). Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, *40*(4), 955–959. https://doi.org/10.1177/001316448004000419

Amelia, I., Rhut Nugraheni, E., Dahlia, I., Sariningsih, R., & Prajabatan PGSD IKIP Siliwangi, P. (2025). Analisis Motivasi

Belajar Siswa Kelas V SDN Cibabat Mandiri 2 pada Materi Sudut dalam Mata Pelajaran Matematika dengan Bantuan Media Polypad. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar, 10*(2), 466–474. https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/27138

Antezana, R., Cayllahua, U., Yalli Huamán, E., & Rojas, A. (2020). Modelo Van Hiele y software Geogebra en el aprendizaje de estudiantes en áreas y perímetros de regiones poligonales. *Horizonte de La Ciencia*, *10*(18), 103–125. https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.18.406

Arellano, C, Noblecilla, E., & Naranjo, G. (2026). GeoGebra como recurso didáctico para potenciar el aprendizaje de la geometría en séptimo grado. *Sociedad & Tecnología*, *9*(S1), 5–18. https://doi.org/10.51247/st.v9i1.79

Arias, E., Soledad, M., Giambruno, C., & Zoido, P. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I)* (PISA). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Arifi, A., & Mahmuti, A. (2025). Integration of Virtual Manipulatives for Teaching and Learning Perimeter and Area in Lower Secondary Education. *Innovaciencia*, *13*(1). https://doi.org/10.15649/2346075X.5051

Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

Bravo, F., & Riofrío, E. (2024). Clases constructivistas de Geometría. *Revista Científica UISRAEL*, *11*(2), 159–172. https://doi.org/10.35290/rcui.v11n2.2024.1082

Brocel, M., Rodríguez, A., De León, F., & Vergel, E. (2024). Innovación pedagógica en el proceso de enseñanza aprendizaje con medios digitales Unidad Educativa Nueve de Octubre, Guayaquil. *Maestro y Sociedad*, *21*(3), 1356–1364. https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6501

Campbell, D, & Stanley, J. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Rand McNally.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. https://utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf

Duma, K., & Granda, C. (2026). Impacto de GeoGebra en el rendimiento académico de funciones cuadráticas en el bachillerato General Unificado. *Revista Neosapiencia*, *4*(1), 535–554. https://doi.org/10.64018/neosapiencia.v4i1.120

Duval, R. (1993). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. *5*, 37–65.

Fuad, A. (2025). Membangun pemahaman: eksplorasi teori pembelajaran Jerome Bruner. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ) EISSN*, *3*(9), 631–636. http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index

Genç, G. (2023). Matematik Öğretiminde WEB 2.0 Aracı (Polypad) Uygulaması Örneği. *Cumhuriyet International Journal of Education*. https://doi.org/10.30703/cije.1287302

George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4ª Ed.). Boston: Allyn & Bacon https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1457632

Guaman, H. (2023). Implementación de Herramientas Tecnológicas en el Aprendizaje Matemático. *YUYAY: Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas*, *2*(2), 72–85. https://doi.org/10.59343/yuyay.v2i2.51

Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación. (Sexta edición). McGraw Hill.* 1–634. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2023a). *Informe Nacional de Resultados Ser Estudiante del subnivel Básica Superior Año lectivo 2021-2022*. www.evaluacion.gob.ec

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2023b). *Informe Nacional Ser Estudiante-Subnivel Básica Superior Año lectivo 2022-2023*. www.evaluacion.gob.ec

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2025). *Informe Nacional de Resultados. Ser Estudiante-Subnivel Básica Superior Año lectivo 2023-2024*. www.evaluacion.gob.ec

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2026). *Informe Nacional Ser Estudiante-Subnivel Básica Superior Año lectivo 2024-2025*. www.evaluacion.gob.ec

Kholid, M., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L, Juandi, D., Sujadi, I., Kuncoro, K, & Adnan, M. (2023). A systematic literature review of Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) in mathematics education: Future challenges for educational practice and research. *Cogent Education*, *10*(2). https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2269047

Narváez, M., Rumbea, J, Duma, E., Ponce, J, & Goya, L. (2025). Desarrollo del Pensamiento Matemático en Educandos a través de la Resolución de Problemas: Estrategias Didácticas, Desafíos y Perspectivas Pedagógicas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(2), 6879–6893. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17412

Montes, J., & Deroncele, A. (2023). Hacia una didáctica innovadora para potenciar aprendizaje significativo de Matemáticas en la generación Z. *Revista Universidad y Sociedad*, *15*(2), 177–186. https://orcid.org/0000-0002-0413-014X

Rotger, L., & Ribera, J. (2021). Materiales manipulativos online a través de Mathigon. *Suma: Revista Sobre Enseñanza y Aprendizaje de Las Matemáticas*, *97*, 1–8. https://share.google/5gBpmqTrcF4gn1EXd

Taqyuki, E, & Ika. (2026). Pengaruh Penggunaan Media Polypad Berbasis Web terhadap Hasil Belajar Materi Jaring-Jaring Bangun Ruang Siswa Kelas V UPTD Socah 1. *Jurnal Ilmu Bahasa Dan Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *2*(3), 14–25. https://doi.org/10.61132/jibpgsd.v2i3.251

Toalombo, P., Chiquito, R, & Mesa, J. (2025). Impacto de geogebra en el rendimiento académico de matemáticas en estudiantes de noveno año de educación general básica. *MQRInvestigar*, *9*(3). https://doi.org/10.56048/mqr20225.9.3.2025.e790

Vásquez, I., González, E., & Peralta, A. (2026). Integración de recursos digitales en la enseñanza de la geometría: Impacto en el Aprendizaje Visual. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 10(2), 6893–6909. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23707

Van, P. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=369683

Vygotsky, L., Cole, M., John, V., Scribner, S., & Souberman, E. (1978). *Mind in Society The Development of Higher Psychological Processes*. https://home.fau.edu/musgrove/web/vygotsky1978.pdf

Zulaeha, O., Hasan, S., & Muhlis, S. (2026). Efektivitas Media Digital Interaktif Terhadap Hasih Belajar Matematika Sekolah Dasar Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, *7*(1), 146–157. https://doi.org/10.63976/jimat.v7i1.1252

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Dayana Karina Ordóñez Berrones, Gissela Maribel García Mendieta, Bárbara Ariane Pérez Fernández y Wellington Isaac Maliza Cruz.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT).

Dayana Karina Ordóñez Berrones: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Gissela Maribel García Mendieta: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.

Bárbara Ariane Pérez Fernández: supervisión y dirección académica del estudio, provisión de recursos académicos y materiales para su desarrollo, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.

Wellington Isaac Maliza Cruz: supervisión y dirección académica del estudio, provisión de recursos académicos y materiales para su desarrollo, apoyo en la administración del proyecto investigativo.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.