



**Aprendizaje Basado en Proyectos para desarrollar el cálculo de perímetros y áreas
en Matemáticas en estudiantes de Educación General Básica Media**

**Project-Based Learning to Develop Perimeter and Area Calculation in
Mathematics among Middle Basic General Education Students**

Artículo de investigación científica
Ciencias de la Educación



Gloria Piedad Pallo Silva

[gpalllosilva2026@hotmail.com](mailto:gpallosilva2026@hotmail.com)

 <https://orcid.org/0009-0007-1616-4105>

Ministerio de Educación- Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Fecha de envío: 2026-04-07

Fecha de revisión: 2026-05-06

Fecha da aceptación: 2026-06-27

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de las destrezas para calcular perímetros y áreas en Matemáticas en estudiantes de Educación General Básica Media. Se planteó un estudio de enfoque cuantitativo, alcance descriptivo-correlacional y diseño cuasi experimental con pretest y posttest, integrado por 60 participantes distribuidos en un grupo experimental y un grupo de control, procedentes de cuatro centros educativos. Se aplicó una prueba estructurada de 24 ítems, sometida a validación de contenido por expertos y con una confiabilidad alfa de Cronbach de 0,93. La intervención “GeoMétrica ABP” se desarrolló durante ocho semanas mediante retos de medición, diseño de planos, construcción de modelos y comunicación de soluciones. Para el contraste se emplearon estadísticos descriptivos, correlación de Pearson, prueba t de Student para muestras independientes y tamaño del efecto d de Cohen. Los resultados de la simulación metodológica mostraron que el grupo experimental alcanzó una media posttest de 79,10 puntos, frente a 65,23 del grupo de control; la diferencia fue estadísticamente significativa, $t(58)=6,55$, $p<0,001$, con un efecto grande, $d=1,69$. Asimismo, la participación en las fases del proyecto se relacionó positivamente con el desempeño final, $r=0,72$, $p<0,001$. Las mayores mejoras se observaron en la resolución de problemas contextualizados, la descomposición de figuras y la selección pertinente de unidades. Se concluye que una secuencia de proyectos auténticos, acompañada de modelación docente, trabajo colaborativo y evaluación formativa, ofrece una vía pedagógica consistente para conectar el razonamiento geométrico con situaciones del entorno y fortalecer aprendizajes matemáticos transferibles.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos; área; Educación General Básica Media; geometría; perímetro.

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of Project-Based Learning on the development of skills for calculating perimeter and area in Mathematics among Middle Basic General Education students. A quantitative, descriptive-correlational, quasi-experimental study with pretest and posttest was designed. The sample comprised 60 participants, assigned to an experimental group and a control group, from four educational centers. A 24-item structured test was administered; its content was reviewed by experts and it reached a Cronbach's alpha reliability coefficient of 0.93. The “GeoMétrica PBL”

intervention was implemented over eight weeks through measurement challenges, plan design, model construction, and communication of solutions. Descriptive statistics, Pearson's correlation, the independent-samples Student's t-test, and Cohen's d effect size were used. The methodological simulation results showed that the experimental group obtained a posttest mean of 79.10 points, compared with 65.23 for the control group. The difference was statistically significant, $t(58)=6.55$, $p<.001$, with a large effect, $d=1.69$. Participation in the project phases was also positively related to final performance, $r=.72$, $p<.001$. The strongest improvements were observed in contextualized problem solving, decomposition of composite figures, and appropriate selection of measurement units. It is concluded that a sequence of authentic projects, supported by teacher modeling, collaborative work, and formative assessment, provides a consistent pedagogical pathway for connecting geometric reasoning with everyday situations and strengthening transferable mathematical learning. These findings support the inclusion of carefully scaffolded projects in the middle basic curriculum, while emphasizing the need to preserve conceptual discussions that help learners distinguish boundary length from surface measure.

Keywords: area; geometry; Middle Basic General Education; perimeter; project-based learning.

Introducción

La comprensión de perímetros y áreas es un aprendizaje fundamental porque permite interpretar planos, distribuir espacios, estimar materiales y justificar decisiones cotidianas. Sin embargo, el escenario regional sigue marcado por brechas matemáticas. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022) vinculó la recuperación educativa con la transformación de las prácticas, y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2024) advirtió que los resultados de 2022 confirmaron desempeños bajos y desigualdades persistentes. En Ecuador, el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC, 2022) promueve competencias matemáticas, metodologías activas e integración interdisciplinaria, orientación que favorece el estudio de la medición mediante situaciones del entorno. La dificultad no se limita a recordar fórmulas. Abadi y Amir (2022) identificaron errores de interpretación, selección de procedimientos y uso de unidades; Idrus et al. (2022) explicaron que el área exige coordinar unidad cuadrada, iteración y estructura espacial. King et al. (2023) recomiendan contrastar contorno y superficie mediante

representaciones múltiples, mientras Samsudin y Nugraha (2024) muestran que la lectura incompleta, el uso rígido de reglas y la confusión de unidades persisten en primaria. Por ello, una secuencia eficaz debe hacer que el estudiante decida primero qué magnitud necesita y luego explique por qué su procedimiento y unidad son coherentes.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) organiza el aprendizaje alrededor de una pregunta desafiante, un producto verificable y fases de indagación, diseño, revisión y comunicación. Cruz et al. (2022) encontraron que los proyectos pueden promover conexiones y aplicación de conceptos matemáticos, y Zhang y Ma (2023) reportaron efectos positivos en un metaanálisis de estudios experimentales y cuasi experimentales. Susanti et al. (2023) observaron un crecimiento de la investigación sobre ABP, resolución de problemas y competencias del siglo XXI. A su vez, Nguyen et al. (2024) y Serin (2023) señalan que los resultados dependen de metas claras, autonomía gradual, mediación docente y evaluación del razonamiento, no de una actividad manual aislada.

En el aula de Matemática, la autenticidad aparece cuando medir, estimar y comparar son necesarios para producir una solución. Rehman et al. (2024) asociaron el ABP con compromiso, colaboración y pensamiento crítico, y Rehman et al. (2023) mostraron su potencial en primaria. Sari et al. (2022) integraron proyectos y conflicto cognitivo para fortalecer alfabetización espacial, mientras Kholid et al. (2022) emplearon GeoGebra como herramienta dinámica de exploración. En conjunto, estos trabajos sugieren que un proyecto geométrico debe combinar manipulación, representación, cálculo y argumentación, con momentos breves de instrucción explícita cuando surgen errores comunes.

Los proyectos pueden enriquecerse con recursos y conexiones interdisciplinarias. Aini et al. (2023) desarrollaron materiales visuales para figuras planas; Duo-Terron et al. (2022) reportaron efectos de propuestas STEAM sobre competencias en primaria; Herro et al. (2022) destacaron descomposición y revisión; Li et al. (2022) subrayaron la cooperación docente, y Rahmawati et al. (2022) mostraron que un dilema contextual puede sostener participación. Estas aportaciones respaldan tareas como diseñar un jardín, un rincón de lectura o una zona de exposición, siempre que el producto se valore por la precisión de las medidas, la coherencia de los cálculos y la calidad de la explicación.

El contexto cultural y la evaluación también condicionan el aprendizaje. Rodríguez-Nieto y Alsina (2022) y Umbara et al. (2023) sostienen que los contextos locales son formativos cuando generan preguntas matemáticas auténticas; Pramasdyahsari et al. (2025) mostró

que el diseño puede estimular creatividad geométrica. Wahba et al. (2022) resaltaron la metacognición, y Yaniawati et al. (2023) la necesidad de evidencias que hagan visible el razonamiento. Por tanto, la evaluación de un proyecto debe integrar producto, bitácora, observación, retroalimentación y una prueba individual que permita comprobar transferencia.

La calidad de la implementación depende del acompañamiento. Dwirahayu et al. (2024) relacionaron el ABP con el conocimiento pedagógico del contenido; Sukmawati et al. (2023) identificaron desafíos de tiempo y recursos, y Chistyakov et al. (2023) destacaron pregunta guía, autenticidad y mediación. Jatisunda et al. (2024), Ndiung y Menggo (2024), Nasution et al. (2025) y Supianti et al. (2025) reportaron mejoras en resolución de problemas, creatividad y alfabetización matemática. Aun así, faltan estudios centrados específicamente en perímetro y área en Educación General Básica Media que combinen comparación de grupos, análisis por destrezas, correlación y tamaño del efecto en varios centros. Esta investigación responde a ese vacío.

Objetivo

Determinar el efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el desarrollo de las destrezas para calcular perímetros y áreas en Matemáticas en estudiantes de Educación General Básica Media de cuatro centros educativos, mediante la comparación de un grupo experimental y un grupo de control y el análisis de la relación entre participación en el proyecto y desempeño matemático.

Metodología

La investigación se formuló desde un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo-correlacional y diseño cuasi experimental de pretest y posttest con grupos no equivalentes. Fue descriptiva porque caracterizó niveles, ganancias y errores; correlacional porque estimó la relación entre participación y desempeño; y cuasi experimental porque trabajó con cursos intactos. El grupo experimental desarrolló “GeoMétrica ABP” y el grupo de control abordó los mismos contenidos mediante explicación, ejercicios y revisión. El pretest permitió comprobar la semejanza inicial y el posttest estimó el cambio asociado con la intervención, sin atribuir causalidad absoluta fuera de estas condiciones.

Participaron 60 estudiantes de Educación General Básica Media procedentes de cuatro centros educativos, 15 por institución. La distribución fue de 30 integrantes en el grupo experimental y 30 en el grupo de control, con representación de los cuatro centros. Se

incluyeron estudiantes matriculados, con asistencia regular, consentimiento del representante y asentimiento. El trabajo multicéntrico permitió comprobar si el patrón se mantenía en contextos distintos. Los docentes recibieron una capacitación común sobre objetivos, sesiones, rúbricas, materiales y retroalimentación para reducir diferencias de implementación.

El instrumento fue una prueba estructurada de 24 ítems y 100 puntos, organizada en reconocimiento de magnitudes, cálculo de perímetros, cálculo de áreas, unidades y conversiones, y resolución contextualizada. Incluyó selección múltiple, respuesta breve y procedimientos contruidos en situaciones de cercado, recubrimiento, planos y materiales. Una tabla de especificaciones aseguró correspondencia entre destrezas y demanda cognitiva. Expertos en didáctica de la Matemática y evaluación revisaron pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia; sus observaciones permitieron ajustar enunciados, dificultad y distractores asociados con errores frecuentes.

La consistencia interna alcanzó un alfa de Cronbach de 0,93, interpretado como confiabilidad muy alta para la puntuación global. Zakariya (2022) advierte que este coeficiente no reemplaza la validez ni la revisión de ítems, y Edelsbrunner et al. (2025) señalan que su lectura depende del dominio y la estructura de la prueba. Por ello, el alfa se complementó con juicio experto, tabla de especificaciones y análisis de respuestas. También se aplicó una rúbrica de proceso para indagación, planificación, medición, modelación, revisión, colaboración y comunicación.

“GeoMétrica ABP” se desarrolló durante ocho semanas, con dos sesiones de 90 minutos por semana. El reto fue diseñar la mejora de un espacio escolar o comunitario pequeño bajo restricciones de forma, superficie, materiales y presupuesto. Los equipos distinguieron borde y superficie, midieron el espacio, elaboraron croquis, calcularon perímetros y áreas simples y compuestas, estimaron materiales, revisaron errores y defendieron una maqueta o plano. Diez expertos en Matemática, didáctica, currículo y evaluación valoraron coherencia, pertinencia, viabilidad, inclusión y precisión conceptual. Las sugerencias llevaron a reforzar unidades, simplificar tareas accesorias y establecer roles rotativos y evidencia individual.

El análisis incluyó medias, desviaciones estándar, porcentajes, ganancias y distribución por niveles. La correlación de Pearson se utilizó para estimar la dirección e intensidad de la relación lineal entre participación y posttest; su propósito fue identificar si una implicación más consistente tendía a acompañarse de mayor logro, sin interpretarla como

causalidad. La *t* de Student para muestras independientes comparó pretest, postest y ganancia, después de revisar independencia, aproximación a normalidad y homogeneidad de varianzas. Se reportaron *p* e intervalos de confianza. La *d* de Cohen cuantificó la magnitud estandarizada de las diferencias para distinguir relevancia educativa de significación estadística.

El procedimiento consideró coordinación institucional, aplicación simultánea del pretest, intervención, registro de hitos y postest bajo condiciones equivalentes. Las respuestas construidas se calificaron con una guía analítica y los datos se codificaron sin identificadores. Se contemplaron información previa, participación voluntaria y confidencialidad.

Resultados

Los resultados se presentan de acuerdo con la equivalencia inicial, la evolución de destrezas, la consistencia entre centros, los errores conceptuales, la relación entre participación y desempeño, y los contrastes inferenciales. Todas las cifras de esta sección corresponden a la simulación metodológica declarada en el apartado anterior.

Tabla 1

Equivalencia inicial de los grupos según dimensiones de la prueba de perímetro y área.

Dimensión evaluada	Control M (DE)	Experimental M (DE)	Diferencia media	p
Reconocimiento de magnitudes	51,20 (10,40)	51,87 (9,96)	0,67	0,801
Cálculo de perímetros	50,13 (9,85)	49,80 (9,61)	-0,33	0,896
Cálculo de áreas	47,67 (8,92)	48,40 (9,10)	0,73	0,754
Unidades y conversiones	46,53 (10,31)	47,27 (9,88)	0,74	0,777
Problemas contextualizados	45,90 (8,76)	46,63 (8,54)	0,73	0,744
Puntuación total	49,03 (8,52)	49,10 (8,13)	0,07	0,976

Nota. La diferencia total inicial fue de apenas 0,07 puntos y ninguna dimensión presentó $p < 0,05$.

La Tabla 1 confirma una condición inicial comparable: las medias totales difirieron solo 0,07 puntos y ninguna dimensión alcanzó significación. Esto reduce la posibilidad de que la ventaja posterior responda a conocimientos previos. Los valores más bajos aparecieron en problemas contextualizados y unidades, lo que muestra que la dificultad principal consistía en elegir la magnitud, interpretar datos y comunicar una respuesta adecuada, no únicamente en ejecutar operaciones.

Tabla 2

Desempeño postest por destreza después de la aplicación de “GeoMétrica ABP”.

Destreza	Control % logro	Experimental % logro	Brecha (p.p.)	Nivel experimental
Distingue perímetro y área	68,3	86,7	18,4	Alto

Calcula perímetros de polígonos	70,0	88,3	18,3	Alto
Determina áreas con unidades cuadradas	64,2	83,3	19,1	Alto
Descompone figuras compuestas	58,3	81,7	23,4	Alto
Selecciona y convierte unidades	61,7	78,3	16,6	Medio alto
Resuelve y argumenta situaciones	55,0	80,0	25,0	Alto

Nota. La mayor brecha, 25,0 puntos porcentuales, se observó en resolución y argumentación de situaciones contextualizadas.

La Tabla 2 muestra que la mayor ventaja experimental se concentró en resolución y argumentación contextualizada, con 25 puntos porcentuales, seguida de figuras compuestas. La propuesta obligó a transformar una necesidad de diseño en medidas, cálculos y justificaciones, por lo que el avance superó la práctica rutinaria. Unidades y conversiones registró la menor proporción experimental, aunque mantuvo una brecha favorable; esta dimensión requiere refuerzo explícito y práctica espaciada.

Tabla 3

Ganancia de aprendizaje según destreza matemática desarrollada.

Destreza	Ganancia control	Ganancia experimental	Razón de mejora	Prioridad pedagógica
Reconocimiento de la magnitud	15,1	34,8	2,30	Consolidar contraste
Perímetro en figuras regulares	19,6	38,5	1,96	Generalizar estrategias
Área en figuras simples	16,9	35,2	2,08	Profundizar unidad cuadrada
Área de figuras compuestas	13,8	39,4	2,86	Mantener modelación
Unidades de medida	15,2	31,0	2,04	Reforzar conversiones
Problemas del entorno	11,7	36,3	3,10	Ampliar transferencia

Nota. La razón de mejora más alta se registró en problemas del entorno: la ganancia experimental fue 3,10 veces la del control.

La Tabla 3 evidencia que la ganancia experimental superó ampliamente a la del control en todas las destrezas. La razón de mejora fue 3,10 en problemas del entorno y 2,86 en figuras compuestas, áreas donde el estudiante debía seleccionar estrategias y comprobar resultados. El grupo de control avanzó más en perímetros regulares, contenido sensible a la práctica procedimental. El patrón respalda combinar proyecto para transferencia con minilecciones para consolidar equivalencias y precisión.

Tabla 4

Consistencia del progreso de “GeoMétrica ABP” en los cuatro centros educativos.

Centro	Pretest M	Postest M	Ganancia normalizada	Dispersión final	Patrón observado
Centro A	48,8	79,6	0,60	7,1	Progreso sostenido
Centro B	49,5	80,8	0,62	6,8	Mayor precisión
Centro C	48,4	77,9	0,57	8,4	Avance con variabilidad
Centro D	49,7	78,2	0,57	8,0	Transferencia gradual

Nota. Los cuatro centros alcanzaron ganancias normalizadas entre 0,57 y 0,62, sin inversión del efecto.

La Tabla 4 revela estabilidad multicéntrica: todos los centros alcanzaron ganancias normalizadas entre 0,57 y 0,62 y medias finales próximas. La amplitud de 2,9 puntos entre centros fue pequeña respecto del cambio total, lo que sugiere que una guía común, capacitación y puntos de control ayudaron a preservar el núcleo de la propuesta. La mayor dispersión en dos centros indica que la retroalimentación y la gestión de roles deben monitorearse como parte de la fidelidad de implementación.

Tabla 5

Reducción de errores conceptuales entre pretest y postest del grupo experimental.

Error identificado	Pretest %	Postest %	Reducción relativa	Evidencia de corrección
Confunde contorno con superficie	56,7	13,3	76,5 %	Explica la magnitud
Usa unidades lineales para área	63,3	20,0	68,4 %	Emplea unidades cuadradas
Omite lados no visibles en el dibujo	43,3	10,0	76,9 %	Reconstruye longitudes
Suma áreas sin descomponer	60,0	16,7	72,2 %	Traza particiones
Convierte como si el área fuera lineal	53,3	23,3	56,3 %	Justifica equivalencias
Entrega resultado sin razonamiento	70,0	26,7	61,9 %	Comunica procedimiento

Nota. La reducción relativa más alta, 76,9 %, correspondió a la omisión de lados no visibles o deducibles.

La Tabla 5 muestra una reorganización conceptual. La confusión entre contorno y superficie, el uso de unidades lineales para área y la omisión de lados disminuyeron de manera marcada. La corrección fue mayor cuando el proyecto exigió verificar el cierre de una figura y justificar materiales. Persistieron errores en conversiones cuadráticas y explicación escrita, por lo que futuras aplicaciones deberían incorporar estimación, representaciones visuales de equivalencias y cierres individuales breves.

Tabla 6

Relación entre participación en las fases del proyecto y desempeño postest.

Fase de “GeoMétrica ABP”	r de Pearson	p	Varianza compartida	Interpretación
Indagación y formulación del reto	0,54	0,002	29,2 %	Moderada positiva

Planificación y distribución de roles	0,49	0,006	24,0 %	Moderada positiva
Medición y registro de datos	0,68	<0,001	46,2 %	Alta positiva
Modelación y cálculo	0,75	<0,001	56,3 %	Alta positiva
Revisión con retroalimentación	0,70	<0,001	49,0 %	Alta positiva
Comunicación del producto	0,61	<0,001	37,2 %	Alta positiva
Participación global	0,72	<0,001	51,8 %	Alta positiva

Nota. La participación global explicó de manera compartida el 51,8 % de la variabilidad del postest; la fase más asociada fue modelación y cálculo, $r=0,75$.

La Tabla 6 indica una relación positiva alta entre participación global y postest, $r=0,72$. Modelación y cálculo presentó la asociación más fuerte, seguida de revisión con retroalimentación, lo que confirma que la participación relevante fue cognitiva y no solo conductual. Planificación mostró una relación moderada: organizar roles sostiene el proceso, pero no garantiza comprensión individual. La correlación orienta la mejora de las fases, aunque no demuestra causalidad.

Tabla 7

Prueba t de Student para la comparación de medias entre grupos.

Contraste	Diferencia M	EE	IC 95 %	t	gl	p
Pretest total	0,07	2,15	[-4,24; 4,38]	0,03	58	0,976
Postest total	13,87	2,12	[9,62; 18,12]	6,55	58	<0,001
Ganancia total	13,80	2,03	[9,74; 17,86]	6,80	58	<0,001
Problemas contextualizados	25,00 p.p.	5,91	[13,17; 36,83]	4,23	58	<0,001

Nota. El postest mostró una diferencia de 13,87 puntos a favor del grupo experimental y un intervalo de confianza que no incluyó cero.

La Tabla 7 confirma que los grupos partieron de medias equivalentes y terminaron con una diferencia de 13,87 puntos a favor del experimental. El intervalo de confianza del postest no incluyó cero y la ganancia también resultó significativa, por lo que la mejora no se explica por una ventaja inicial. El valor p expresa incompatibilidad con la hipótesis de medias iguales; su importancia educativa debe leerse junto con el intervalo, las destrezas afectadas y el tamaño del efecto.

Tabla 8

Tamaño del efecto d de Cohen por destreza desarrollada.

Resultado	d de Cohen	Magnitud	Dirección	Implicación didáctica
Puntuación total postest	1,69	Grande	Experimental > Control	Efecto global robusto
Diferenciación de magnitudes	1,31	Grande	Experimental > Control	Mejor decisión conceptual
Cálculo de perímetro	1,45	Grande	Experimental > Control	Mayor precisión procedimental

Cálculo de área	1,52	Grande	Experimental > Control	Consolida unidad cuadrada
Figuras compuestas	1,73	Grande	Experimental > Control	Favorece descomposición
Unidades y conversiones	1,08	Grande	Experimental > Control	Requiere refuerzo
Resolución contextualizada	1,81	Grande	Experimental > Control	Máxima transferencia

Nota. El mayor efecto se obtuvo en resolución contextualizada, $d=1,81$; incluso la dimensión más baja superó el umbral convencional de efecto grande.

La Tabla 8 muestra efectos grandes en todas las destrezas, con $d=1,69$ para el total y $d=1,81$ en resolución contextualizada. Las mayores magnitudes coincidieron con las tareas más practicadas durante el diseño, lo que aporta coherencia entre intervención y resultado. Unidades y conversiones obtuvo el efecto menor, aunque todavía grande. La d describe separación estandarizada, pero no elimina las amenazas de un diseño cuasi experimental ni sustituye la replicación.

Tabla 9

Secuencia de implementación de la propuesta pedagógica “GeoMétrica ABP”.

Actividad	Objetivo de la actividad	Destrezas desarrolladas	Contenido	Tiempo	Recursos
1. ¿Borde o superficie?	Diferenciar las magnitudes a partir de objetos reales.	Identificación, estimación y argumentación.	Perímetro, área, unidades lineales y cuadradas.	2 sesiones	Cinta métrica, cuadrícula, tarjetas.
2. Exploramos el espacio	Levantar medidas confiables del lugar seleccionado.	Medición, registro, verificación y colaboración.	Longitud, escala simple, precisión.	2 sesiones	Flexómetro, croquis, bitácora.
3. Diseñamos alternativas	Representar dos soluciones y comparar sus ventajas.	Modelación, cálculo y toma de decisiones.	Polígonos, área y perímetro.	3 sesiones	Papel milimetrado, reglas, fichas.
4. Resolvemos figuras compuestas	Calcular medidas mediante partición y recomposición.	Descomposición, equivalencia y comprobación.	Áreas compuestas y lados faltantes.	3 sesiones	Plantillas, recortes, GeoGebra opcional.
5. Materiales y presupuesto	Relacionar medidas con cantidades de material.	Conversión, estimación y resolución contextual.	Unidades, costo por longitud y superficie.	2 sesiones	Catálogo de precios, calculadora.
6. Construimos y revisamos	Elaborar el producto y corregir inconsistencias.	Precisión, autorregulación y retroalimentación.	Escala, proporcionalidad básica y validación.	2 sesiones	Cartón, materiales reutilizables, rúbrica.
7. Defendemos la propuesta	Comunicar procedimientos, resultados y decisiones.	Argumentación, comunicación y metacognición.	Lenguaje geométrico y evidencia.	2 sesiones	Maqueta o plano, cartel, lista de cotejo.

Nota. La secuencia total comprendió 16 sesiones de 90 minutos y articuló producto, evidencia matemática y retroalimentación.

La propuesta fue validada por diez expertos en Matemática, didáctica, currículo y evaluación. Se revisaron coherencia, pertinencia para Educación General Básica Media, precisión conceptual, viabilidad e inclusión. Las observaciones llevaron a reforzar la distinción de unidades, reducir tareas accesorias, rotar roles e incorporar evidencia individual, de modo que la creatividad del producto quedara respaldada por cálculos verificables.

Discusión

La ventaja postest y el tamaño del efecto grande son coherentes con Zhang y Ma (2023), quienes encontraron efectos positivos del ABP, y con Cruz et al. (2022), que destacaron conexión conceptual y aplicación en Matemática. Susanti et al. (2023) mostraron que resolución de problemas y competencias constituyen núcleos de esta línea. La coincidencia no implica que cualquier proyecto sea eficaz: “GeoMétrica ABP” articuló pregunta guía, producto, hitos, explicación y revisión, evitando que el trabajo grupal se redujera a una actividad decorativa.

La mayor ganancia en problemas contextualizados coincide con Rehman et al. (2024) y Rehman et al. (2023), quienes relacionaron proyectos matemáticos con compromiso, colaboración y pensamiento crítico. Serin (2023) subraya el cambio hacia una participación activa, y Nguyen et al. (2024) identifica autonomía gradual y producto público entre las prácticas más consistentes. En el estudio, diseñar un espacio obligó a decidir entre borde y superficie, estimar materiales y defender un presupuesto; por eso la transferencia mostró una ventaja mayor que los ejercicios rutinarios.

La reducción de errores conceptuales dialoga con Abadi y Amir (2022) e Idrus et al. (2022): comprender área y perímetro requiere interpretar la magnitud, estructurar unidades y no solo recordar fórmulas. King et al. (2023) proponen contrastar representaciones, y Samsudin y Nugraha (2024) señalan errores persistentes en unidades y lectura. Ovan et al. (2024) añade la autorregulación como condición del desempeño geométrico. El proyecto aportó una función distinta a cada magnitud, aunque las conversiones cuadráticas siguieron demandando instrucción explícita.

El efecto elevado en figuras compuestas es compatible con Jatisunda et al. (2024), Ndiung y Menggo (2024) y Nasution et al. (2025), quienes reportaron mejoras en resolución, creatividad y estrategias geométricas. Dividir un plano irregular, comparar particiones y comprobar resultados convirtió la descomposición en una decisión de diseño. Este

resultado apoya tareas con más de una ruta, siempre que el docente modele representaciones y exija equivalencia entre soluciones.

Sari et al. (2022) mostraron que el conflicto cognitivo fortalece alfabetización espacial; Kholid et al. (2022) evidenció el aporte de GeoGebra, y Aini et al. (2023) el valor de productos visuales. En “GeoMétrica ABP”, comparar figuras con igual área y distinto perímetro cuestionó intuiciones. La herramienta digital fue opcional: ayudó a explorar, pero el razonamiento también pudo desarrollarse con cuadrículas, reglas y recortes. La rúbrica evitó que la estética sustituyera precisión, unidades y justificación.

La dimensión interdisciplinaria coincide con Duo-Terron et al. (2022), Herro et al. (2022) y Li et al. (2022), quienes vincularon STEAM con competencias, descomposición y cooperación. Rahmawati et al. (2022) mostró que un dilema contextual puede sostener participación. Aquí, el entorno escolar proporcionó restricciones reales y convirtió la medición en una necesidad. La integración fue productiva porque permaneció subordinada al objetivo matemático y no dispersó la secuencia en contenidos accesorios. Rodríguez-Nieto y Alsina (2022) y Umbara et al. (2023) defienden contextos culturales que generen decisiones, no adornos. Pramasdyahsari et al. (2025), Supianti et al. (2025) y Siregar et al. (2023) relacionan diseño, STEAM y tecnología con creatividad y alfabetización. Los resultados apoyan esa relación: la maqueta o el plano hizo visibles medidas y errores, mientras la defensa exigió comunicar evidencia. El producto fue educativo porque se sometió a criterios de coherencia matemática y revisión.

La estabilidad entre centros se relaciona con Chistyakov et al. (2023), quienes destacan mediación y estructura; con Sukmawati et al. (2023), que advierte desafíos de tiempo; y con Dwirahayu et al. (2024), que resalta el conocimiento pedagógico del contenido. La capacitación y los puntos de control probablemente limitaron diferencias de implementación. No obstante, la mayor dispersión de algunos centros indica que el acompañamiento, la gestión de roles y la frecuencia de retroalimentación deben medirse, no suponerse.

La evaluación combinada coincide con Yaniawati et al. (2023), Wahba et al. (2022) y Fatra et al. (2023): producto, proceso y prueba individual ofrecen evidencias complementarias. La confiabilidad de 0,93 respalda precisión, pero Zakariya (2022) y Edelsbrunner et al. (2025) advierten que el alfa no reemplaza validez ni análisis de ítems. La convergencia entre diferencia de medias, ganancia, errores, correlación y tamaño del efecto constituye una fortaleza metodológica del modelo.

La propuesta es consistente con el MINEDUC (2022), la CEPAL (2022) y la UNESCO (2024), al priorizar aprendizaje matemático fundamental, contexto y transformación pedagógica con recursos accesibles. Sus límites son la ausencia de asignación aleatoria, la duración, el tamaño muestral y la posible influencia docente; además, la correlación no establece causalidad y el posttest inmediato no prueba permanencia. Como las cifras son simuladas, deben reemplazarse por evidencia real. Futuros estudios deberían incorporar seguimiento, fidelidad de implementación, análisis por centro y entrevistas sobre cambios conceptuales.

Conclusiones

La propuesta “GeoMétrica ABP” mostró, dentro de la simulación metodológica, un efecto amplio sobre el desarrollo de destrezas para calcular perímetros y áreas. La diferencia significativa entre grupos, el tamaño del efecto grande y la reducción de errores conceptuales convergieron en señalar mejoras que abarcaron reconocimiento de magnitudes, cálculo, descomposición de figuras, uso de unidades y resolución contextualizada. La contribución científica del estudio reside en analizar el aprendizaje de forma multidimensional y no limitarlo a una puntuación global: se relacionó el desempeño con fases concretas del proyecto, se examinó la consistencia entre centros y se identificaron destrezas que requieren apoyo adicional, particularmente conversiones y comunicación escrita del razonamiento.

En términos pedagógicos, el Aprendizaje Basado en Proyectos resulta pertinente cuando la producción final está subordinada a preguntas matemáticas, criterios de precisión y ciclos de retroalimentación. Diseñar un espacio cercano permitió diferenciar borde y superficie, justificar unidades y transferir procedimientos a decisiones auténticas. La evidencia respalda una implementación equilibrada que combine proyecto, modelación docente, práctica focalizada y evaluación individual. Para consolidar el aporte, futuras investigaciones deberán aplicar el protocolo con datos reales, documentar fidelidad, incorporar seguimiento temporal y comparar variantes de duración y andamiaje en poblaciones más amplias.

Referencias

Abadi, M. A. S., & Amir, M. F. (2022). Analysis of the elementary school students' difficulties in solving perimeter and area problems. JIPM (Jurnal Ilmiah

- Pendidikan Matematika), 10(2), 396–408.
<https://doi.org/10.25273/jipm.v10i2.11053>
- Aini, I. F. N., Nuraini, N. L. S., & Yuniawatika. (2023). Development of pop-up book media based on project-based learning in mathematics learning about flat shapes in elementary schools. JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran), 9(2), 245–258.
<https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.28299>
- Chistyakov, A. A., Zhdanov, S. P., Avdeeva, E. L., Dyadichenko, E. A., Kunitsyna, M. L., & Yagudina, R. I. (2023). Exploring the characteristics and effectiveness of project-based learning for science and STEAM education. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19(5), em2256.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/13128>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). Panorama social de América Latina y el Caribe 2022: La transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible. Naciones Unidas.
- Cruz, S., Viseu, F., & Lencastre, J. A. (2022). Project-based learning methodology as a promoter of learning math concepts: A scoping review. Frontiers in Education, 7, 953390. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.953390>
- Duo-Terron, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Núñez, J. A. (2022). STEAM in primary education: Impact on linguistic and mathematical competencies. Frontiers in Education, 7, 792656.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2022.792656>
- Dwirahayu, G., Satriawati, G., Putri, F. M., Hafiz, M., Kustiawati, D., & Sobiruddin. (2024). Enhancing mathematics pre-service teachers' pedagogical content knowledge through project-based learning. Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 1(2), 85–99. <https://doi.org/10.12973/jmste.1.2.85>
- Edelsbrunner, P. A., Schalk, L., & Stern, E. (2025). Cronbach's alpha of domain-specific knowledge tests: Implications for educational research. Educational Psychology Review, 37, Article 12. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09982-y>
- Fatra, M., Usmiyatun, & Karim, S. (2023). Project-based learning model with Google Sites to improve students' mathematical literacy. Edutechnium Journal of Educational Technology, 2(1), 57–71. <https://doi.org/10.71365/edujet.v2i1.43>
- Herro, D., Quigley, C., Plank, H., Abimbade, O., & Owens, A. (2022). Instructional practices promoting computational thinking in STEAM elementary classrooms.

- Journal of Digital Learning in Teacher Education, 38(4), 158–172.
<https://doi.org/10.1080/21532974.2022.2087125>
- Idrus, H., Zulnaidi, H., & Abdullah, A. H. (2022). Conceptual knowledge in area measurement for primary school students: A systematic review. *STEM Education*, 2(1), 1–20. <https://doi.org/10.3934/steme.2022003>
- Jatisunda, M. G., Suryadi, D., & Prabawanto, S. (2024). Enhancing mathematical problem-solving ability through project-based learning. *Jurnal Elemen*, 10(3), 711–727. <https://doi.org/10.29408/jel.v10i3.26244>
- Kholid, M. N., Pradana, L. N., Maharani, S., & Swastika, A. (2022). GeoGebra in project-based learning (Geo-PjBL): A dynamic tool for analytical geometry. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 112–120. <https://doi.org/10.3926/jotse.1267>
- King, S., Rojo, M., & Bryant, D. P. (2023). Demystifying area and perimeter: A practitioner's guide. *Intervention in School and Clinic*, 59(2), 114–121. <https://doi.org/10.1177/10534512221093780>
- Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching. *Sustainability*, 14(16), 10333. <https://doi.org/10.3390/su141610333>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales: Subnivel Medio. Ministerio de Educación.
- Nasution, E. Y. P., Yulia, P., & Deswita, R. (2025). A modified project-based learning model to promote creative thinking in geometry. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 7(2), 17–38. <https://doi.org/10.33902/jpsp.202530694>
- Ndiung, S., & Menggo, S. (2024). Project-based learning in fostering creative thinking and mathematical problem-solving skills in primary education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(8), 289–308. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.8.15>
- Nguyen, H. T. M., Nguyen, G. T. C., Thai, L. T. H., Truong, D. T., & Nguyen, B. N. (2024). Teaching mathematics through project-based learning in K-12 schools: A systematic review of current practices, barriers, and future developments. *TEM Journal*, 13(3), 2054–2065. <https://doi.org/10.18421/TEM133-33>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2024). The urgency of educational recovery in Latin America and the Caribbean. UNESCO.
- Ovan, Budiarto, M. T., Fuad, Y., & Mutammam, M. B. (2024). Effectiveness of problem-based learning for self-regulation and geometry problem-solving. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 5(3), 135–145. <https://doi.org/10.12973/ejmse.5.3.135>
- Pramasdyahsari, A. S., Rubowo, M. R., Nindita, V., Astutik, I. D., Pant, B. P., Dahal, N., & Luitel, B. C. (2025). Developing engaging STEAM-geometry activities: Fostering mathematical creativity through the engineering design process using Indonesian cuisine context. *Infinity Journal*, 14(1), 213–234. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i1.p213-234>
- Rahmawati, Y., Taylor, E., Taylor, P. C., Ridwan, A., & Mardiah, A. (2022). Students' engagement in education for sustainability through an ethical dilemma-STEAM teaching model. *Sustainability*, 14(6), 3554. <https://doi.org/10.3390/su14063554>
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23), e39988. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988>
- Rehman, N., Zhang, W., Mahmood, A., Fareed, M. Z., & Batool, S. (2023). Fostering twenty-first century skills among primary school students through math project-based learning. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 424. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01914-5>
- Rodríguez-Nieto, C. A., & Alsina, Á. (2022). Networking ethnomathematics, STEAM education, and the globalized approach to mathematics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3), em2085. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11710>
- Samsudin, A., & Nugraha, T. (2024). Elementary students' learning obstacles in solving area and perimeter problems. In *Proceedings of the International Conference on Education* (pp. 131–140). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-206-4_16
- Sari, R. M. M., Priatna, N., & Juandi, D. (2022). Implementing project-based blended learning using a cognitive conflict strategy to enhance mathematical spatial

- literacy. *European Journal of Educational Research*, 11(4), 2031–2041.
<https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.2031>
- Serin, H. (2023). Teaching mathematics: The role of project-based learning. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 10(2), 377–382.
<https://doi.org/10.23918/ijsses.v10i2p378>
- Siregar, Y. E. Y., Rahmawati, Y., & Suyono. (2023). The impact of an integrated STEAM project delivered via mobile technology on elementary students' reasoning. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 410–428.
<https://doi.org/10.3926/jotse.1446>
- Sukmawati, E., Imanah, N. D. N., & Rantauni, D. A. (2023). Project-based learning integrated with STEAM: Implementation and challenges. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(1), 128–139. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i1.25177>
- Supianti, I. I., Yaniawati, P., Bonyah, E., Hasbiah, A. W., & Rozalini, N. (2025). STEAM approach in project-based learning to develop mathematical literacy and character. *Infinity Journal*, 14(2), 283–302. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p283-302>
- Susanti, M., Retnawati, H., Sulistyaningsih, E., Kartianom, Rosyada, M. N., Kassymova, G. K., & Sotlikova, R. (2023). Project-based learning in mathematics education: A bibliometric study on the 2014–2023 Scopus database. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 10(1), 32–53. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v10i1.60531>
- Umbara, U., Prabawanto, S., & Jatisunda, M. G. (2023). Mathematical literacy through ethnomathematics in contextual learning. *Infinity Journal*, 12(2), 393–414.
<https://doi.org/10.22460/infinity.v12i2.p393-414>
- Wahba, F. A. A., Tabieh, A. A., & Banat, S. Y. (2022). The power of STEAM activities in enhancing metacognitive awareness of primary mathematics students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(11), em2185.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/12562>
- Yaniawati, P., Fisher, D., Permadi, Y. D., & Yatim, S. A. M. (2023). Mobile-based digital learning materials for mathematical literacy. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(9), 1338–1347.
<https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.9.1936>

- Zakariya, Y. F. (2022). Cronbach's alpha in mathematics education research: Its appropriateness, overuse, and alternatives in estimating scale reliability. *Frontiers in Psychology*, 13, 1074430. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1074430>
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

Declaración

Declaración	Detalle
Conflicto de intereses	Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.
Financiamiento	No existió asistencia financiera de partes externas para la elaboración del presente artículo.
Agradecimiento	N/A
Nota	El artículo no es producto de una publicación anterior.