



APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP) PARA EL FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA: PROPUESTA Y ESTUDIO EMPÍRICO

PROJECT BASED LEARNING (PBL) TO STRENGTHEN MATHEMATICAL COMPETENCIES IN SECONDARY SCHOOL: PROPOSAL AND EMPIRICAL STUDY

Laura Yanneth Cañas Mendoza¹

 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0006-1234-8663>

Emil Hernández Arroyo²

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7963-158X>

RESUMEN

Las competencias matemáticas desarrolladas en la primaria repercuten en el interés del niño por esta área de conocimiento y, por consiguiente, en su desempeño académico. La evidencia de vacíos al respecto y acentuados en contextos socioeconómicos poco favorecidos motivó la presente investigación. Con el objetivo de fortalecer estas competencias en estudiantes de sexto grado, por medio del diseño de un proyecto escolar a partir de las premisas de las metodologías activas de enseñanza, se presenta la estrategia titulada “Construyendo nuestra ciudad en miniatura: diseño urbano y réplicas a escala”, enmarcada en el modelo para proyectos estándar de oro de Boss y Larmer. Recorriendo la espiral holística de la investigación evaluativa, al diseñar la estrategia transitamos por los estadios exploratorio, descriptivo, comparativo, analítico, explicativo, predictivo, interactivo, proyectivo, confirmatorio y evaluativo. Con un diseño cuasiexperimental se analizaron estadísticamente los resultados de pruebas evaluativas pre y post, aplicadas a dos grupos de estudiantes: uno control y otro experimental (n=32). Tras la aplicación de la prueba de Levene, inicialmente se confirmó la homogeneidad de los grupos y, posterior al diseño y ejecución del proyecto se aplicó una prueba t de Student que determinó la validez de la propuesta metodológica, la cual es replicable en otros contextos escolares.

Palabras clave: Aprendizaje activo. Enseñanza de las matemáticas, Innovación pedagógica, Aprendizaje basado en proyectos (ABP).

1 Escuela de Ciencias Sociales. Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Bucaramanga, Santander, Colombia. código postal C. P. 680006. Correo electrónico: lauraycmm@gmail.com

2 Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Bucaramanga, Santander, Colombia. código postal C. P. 680006. Correo electrónico: emil.hernandez@upb.edu.co



ABSTRACT

The mathematical competencies developed in elementary school impact a child's interest in this area of knowledge and, consequently, their academic performance. The evidence of gaps in these competencies, particularly accentuated in socioeconomically disadvantaged contexts, motivated this investigation. With the aim of strengthening these competencies in sixth-grade students through the design of a school project, the strategy titled "Building Our Miniature City: Urban Design and Scale Replicas" is presented, based on the premises of active teaching methodologies and framed within the "Gold Standard Project Model" by Boss and Larmer. Going through the holistic spiral of evaluative research, the design of the strategy involved progressing through exploratory, descriptive, comparative, analytical, explanatory, predictive, projective, interactive, confirmatory, and evaluative stages. Using a quasi-experimental design, the results of pre- and post-evaluation tests were statistically analyzed for two groups of students: One control and the other experimental (n=32). Applying Levene's test initially confirmed the homogeneity of the groups, and after the design and implementation of the project, a Student's t-test determined the validity of the methodological proposal, which is replicable in other educational contexts.

Keywords: Active Learning, Mathematics education, Teaching method innovations, Project-Based Learning (PBL).

1. INTRODUCCIÓN

La ausencia de competencias matemáticas básicas en el estudiante al concluir la educación primaria constituye una problemática crítica en Colombia y Latinoamérica en general (World Bank, 2018), pues compromete su aprendizaje continuo y progresivo, afecta su rendimiento académico y, por ende, su futuro educativo. Estas deficiencias agravadas por las desigualdades sociales se reflejan en bajos desempeños en pruebas internacionales, nacionales y locales, lo que conlleva al acotamiento de oportunidades académicas y profesionales. Lee y Hong (2016, como se citó en World Bank, 2018) afirman que es crucial enfatizar en las necesidades de los más desfavorecidos para reducir estas brechas.

Este tema de estudio y preocupación aumentó con la llegada de la pandemia del Covid-19, al incrementar las brechas educativas por las implicaciones que trajo para cientos de estudiantes la falta de acceso a internet, así como la carencia de dispositivos electrónicos para recibir lecciones durante el confinamiento (Breda et al., 2020; Contini et al., 2022; Goudeau et al., 2021; Panagouli et al., 2021; Pensiero et al., 2020; Schult et al., 2022). Además de los factores socioeconómicos, otros socioemocionales rodean e inciden en el aprendizaje matemático; tal es el caso, por ejemplo, de la relación docente-estudiante.

En la Región Centro Oriente Colombiana, donde se encuentra ubicada Bucaramanga, los resultados de las pruebas matemáticas nacionales corroboran la problemática a nivel local. La diferencia entre los resultados obtenidos por estudiantes del más alto nivel socioeconómico en comparación con sus opuestos alcanza los 71 puntos, de forma que los puntajes más bajos se concentran en poblaciones vulnerables (sector oficial y zonas rurales). Los resultados evidencian una relación marcada entre habilidades socioemocionales y el desempeño en matemáticas (ICFES, 2022), lo que motiva la creación de iniciativas como la presentada en este estudio. Lo expuesto permite destacar la necesidad de buscar permanentemente mejoras en la construcción del conocimiento matemático (Berger et al., 2020; Chen et al., 2018; Davadas y Lay, 2020; Evans y Field, 2020; Gamboa Araya, 2014; Hwang y Son, 2021; Lichand et al., 2024; Maamin et al., 2021; Martínez-Padrón, 2021; Martínez-Padrón et al., 2021; Wakhata et al., 2022).

Para abordar esta problemática se propone una metodología activa de enseñanza (MA), como lo es el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Definido por Kilpatrick (1918) como "una actividad intencional, con sentido, que se realiza en un ambiente social" (Díaz

Bordenave y Martins Pereira, 1997, p. 279), el ABP ha demostrado ser efectivo para mejorar el aprendizaje, el ambiente escolar, la actitud del estudiante y facilitar la comprensión de fenómenos y conceptos. Se enfatiza en esta MA y se considera, así mismo, la importancia de la formación docente en este terreno, lo que podría impulsar mejoras en este proceso (Padilla Doria y Flórez Nisperuza, 2022; Suárez Caballero, 2023; Villamagua León y Quizhpe Cueva, 2024). Con el presente estudio se brinda al docente una alternativa para implementar en el aula y una guía para futuros diseños de proyectos ajustados al contexto.

El presente artículo cobra importancia al abordar el estudio y posibles soluciones para uno de los mayores desafíos en materia educativa, considerada en el cuarto objetivo de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible: educación de calidad. Este estudio centra la atención en una alternativa que puede disminuir la brecha y propender a un mayor acceso y equidad educativa, comprendiendo que para lograrlo se debe actuar contemplando particularidades propias de cada contexto, como el nivel socioeconómico, los grupos etarios, entre otros.

El objetivo de la presente investigación de carácter empírico consiste en fortalecer las competencias matemáticas en estudiantes de sexto grado por medio del diseño de un proyecto escolar titulado “Construyendo nuestra ciudad en miniatura: diseño urbano y réplicas a escala”, a partir de las premisas de las metodologías activas de enseñanza. Para ello, se seleccionó un grupo control y otro experimental de 32 estudiantes cada uno, bajo la hipótesis de que el ABP lograría un efecto positivo y significativo en la adquisición y fortalecimiento de competencias matemáticas. El proyecto se diseñó y ejecutó utilizando previamente un pretest y después un postest como instrumentos de recolección de datos. Al cierre del proceso, se analizaron los resultados de las pruebas cuantitativamente, buscando responder los siguientes interrogantes: ¿en qué medida el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) contribuye a mejorar las competencias matemáticas en estudiantes de contextos socioeconómicos desfavorecidos? ¿Cómo puede el ABP, enfocado en la construcción de una ciudad en miniatura, ayudar a los estudiantes a aplicar conceptos matemáticos en situaciones prácticas? ¿Qué desafíos o limitaciones se presentan al implementar el ABP en contextos educativos vulnerables, y cómo pueden superarse?

Con lo anterior se espera no solo alcanzar mejoras en el desempeño académico, sino también promover una aproximación práctica y contextualizada de las matemáticas en la vida cotidiana de los estudiantes. Esta investigación, por tanto, busca contribuir a la comprensión y aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos, de forma que apoye el logro de una educación inclusiva y de calidad, en línea con los objetivos educativos nacionales y globales.

2. METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA EDUCACIÓN

Las metodologías activas surgen en los siglos XVI y XVII con Juan Amos Comenio, según muchos, padre de la didáctica y de la pedagogía moderna (Berrio et al., 2010). Sobre sus cimientos se ha constituido un amplio campo de estudio que compila teorías y experiencias orientadas a mejorar la práctica educativa al centrarla en el estudiante y la pasión que en este debe despertar el aprendizaje. Así, este campo de estudio entra en una fuerte contienda con el arraigado magistrocentrismo, por buscar un cambio de paradigma en cuanto a los procesos de enseñanza.

En línea con este deseo por lograr una perspectiva diferente de la educación, Comenio (2011) resalta, entre otros elementos, el arte como medio para lograr un mejor entendimiento de las ciencias, su asociación con la aritmética y su aplicación en experiencias reales a medida que se aprenden. En relación con ello, expresa lo siguiente:



Aumentarás la facilidad en el discípulo si le haces ver la aplicación que en la vida común cotidiana tiene todo lo que le enseñes. Esto debe verlo siempre en la Gramática, Dialéctica, Aritmética, Geometría, Física, etc. De lo contrario, todo cuanto le relates le parecerán monstruos del Mundo Nuevo, y el muchacho que no sea muy diligente creará que existen en la Naturaleza y cómo existen, en lugar de saberlo por sí mismo. Pero si le muestras para qué vale cada cosa, le pondrás en su mano que sepa que lo sabe y pueda emplearla [...] Hay que procurar seriamente que en la escuela haya modelos o ejemplares de lo que tenga que hacerse e imágenes verdaderas, ciertas, sencillas y fáciles de entender e imitar, ya sean bosquejos o dibujos de las cosas o advertencias y preliminares de los trabajos. Entonces ya no será absurdo exigir a aquel a quien se ha dado la luz que vea; que ande el que ya tiene sus pies libres; que trabaje el que tiene las herramientas en la mano” (pp. 137-184).

Mientras se gesta y evoluciona esta corriente emancipadora, emergen paulatinamente concepciones en relación con las MA. Para Bonwell y Eison (1991) estas “consideran tareas de pensamiento de orden superior con actividades en las que el estudiante realice cosas a medida que analiza y piensa sobre lo que está haciendo” (p. 5). Bernal González y Martínez Dueñas (2009) resaltan como principal característica el abordar al estudiante como protagonista del aprendizaje que, por su carácter social, requiere de la interacción con otros.

Con el aprendizaje significativo como eje de las MA, vale la pena revisar su definición. Rodríguez Palmero (2004), al describir el término, destaca los aportes de Ausubel y Novak, quienes conjuntamente describen el aprendizaje significativo como el que se logra cuando el estudiante reestructura sus conocimientos de manera crítica, enlazando saberes previos con otros nuevos en un proceso que demanda interacción social, depende de su disposición y es susceptible tanto a los intereses de quien aprende como a la relación entre él, el docente y los recursos físicos empleados para tal fin educativo. Dicha construcción de conocimiento es mediada por la experiencia y se da paulatinamente.

El carácter experiencial e interaccionista fue avalado e impulsado por otros ilustres académicos. Al respecto, Bálsamo Estévez (2022) resalta aspectos relacionados con la Teoría Psicogenética de Jean Piaget, quien vincula el aprendizaje con dos hechos y como resultado de los mismos. El primero, la relación sujeto-entorno, de forma que el contexto y el rol del estudiante dentro del mismo juega un papel decisivo en este proceso. El segundo, la experiencia como elemento clave para favorecer el proceso cognitivo. Jhon Dewey, por otra parte, resalta la importancia de la conexión programa-maestro-niño y la necesidad de hacer del aula y la sociedad un mismo escenario (Zuluaga Garcés et al., 2010).

Atendiendo estas consideraciones, las MA contemplan aspectos que suscitan el estudio detallado de cada uno de los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje y la forma en que se relacionan, lo que conllevaría a un diseño cuidadoso y reflexivo por parte del docente. Se ha visto en experiencias previas, que la inserción de MA en el aula no siempre da los resultados esperados, principalmente por errores en su diseño, por un inconsciente retorno del docente a la clase magistral centrada en contenidos, por resistencia al considerar su potencialidad o por inexperiencia del mismo maestro en este campo. Lo anterior resalta la necesidad de que exista un compromiso social y político de desarrollar y fortalecer las competencias docentes en relación con el diseño e implementación de estas metodologías (Díaz Palencia et al., 2023; Biryukova y Kanska, 2024; Dagnew, 2023; Granda Sánchez et al., 2024; Moreira Rodrigues y de Lima dos Santos, 2024; Silverthorn, 2020; Aquino de Souza y Ribeiro, 2024).

2.1 Aprendizaje basado en proyectos

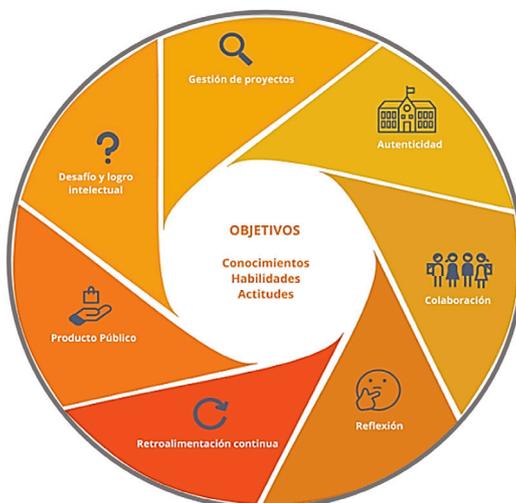
El aprendizaje basado en proyectos data a finales del siglo XIX e inicios del XX con el estadounidense William Heard Kilpatrick, inspirado por Jhon Dewey, quien fue su profesor en la Universidad de Chicago, colega en el Teachers College y hacia quien guardó gran admiración y respeto (Robles Sánchez, 2008). Según García y Rincón (2019), con base en los ideales de Kilpatrick, en esta metodología es imprescindible atender las necesidades y prioridades del estudiante y facilitar espacios en los que sea partícipe mientras coopera con otros, lo que le permite generar, con la guía docente, su propio conocimiento. Lo anterior permite ver que el ABP propone un camino hacia el aprendizaje basado en objetivos concretos y definidos, para lo que evita representaciones abstractas. La propuesta metodológica de Kilpatrick, inclusive después de más de un siglo, continúa siendo relevante y representa la posibilidad de un aprendizaje exitoso; adicionalmente, constituye un referente de esta investigación junto con aportes de otros autores como Thomas (2000), quien especifica elementos clave, propios y particulares del ABP:

Los proyectos de ABP son centrales, no periféricos, al plan de estudios... se centran en preguntas o problemas que “llevan” a los estudiantes a encontrar (y luchar con) los conceptos y principios centrales de una disciplina... involucran a los estudiantes en una investigación constructiva... son impulsados por los estudiantes en un grado significativo... Los proyectos son realistas, no escolares (p. 4).

Teniendo en cuenta lo anterior, a lo largo del proyecto diseñado en este estudio se contemplan situaciones e interrogantes desafiantes para el estudiante con el fin de propiciar la investigación, el trabajo colaborativo y la creatividad.

Finalmente, Boss y Larmer (2018) brindan una guía metodológica en la cual se detalla lo que estos autores denominan “elementos esenciales de diseño de proyectos para ABP estándar de oro”. Los mismos se exponen en la Figura 1. A partir de estas especificaciones se establece la ruta a seguir para la estructuración del proyecto.

Figura 1. Elementos esenciales de diseño de proyectos para ABP estándar de oro.



Fuente: Educarchile (2020).

3. ABORDAJE METODOLÓGICO

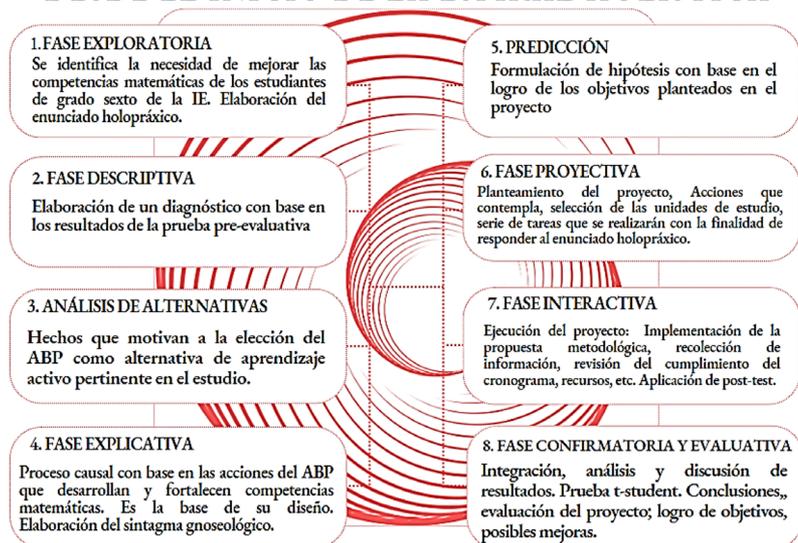
La presente investigación es de carácter cuantitativo con enfoque experimental y se desarrolla en dos etapas. La primera, centrada en el diseño del proyecto, sigue los ideales de Kilpatrick reflejados en las pautas metodológicas brindadas por Boss y Larmer (2018) y Guerrero Hernández (2023). Se investiga un fenómeno social real, como define Mejía Mejía (2011). La segunda etapa contempla un análisis estadístico con una prueba t de Student. Es una investigación aplicada que busca transformar la realidad siguiendo un diseño cuasiexperimental. Se abordan dos unidades de análisis, cada una de 32 estudiantes de sexto grado de una institución educativa oficial en la cual predomina población de estratos 1 y 2 de escasos recursos. Estas unidades constituyen los grupos control y experimental de la investigación.

En este estudio bivariable, con la estrategia metodológica (ABP) como variable independiente y el logro de competencias matemáticas como variable dependiente, se hace uso de datos provenientes de fuentes secundarias (en el proceso de prototipado del ABP) y primarias (en la ejecución del proyecto). Enmarcada en la investigación-acción, se busca transformar el escenario educativo y validar una hipótesis a pequeña escala con potencial para ser replicada en otros contextos.

Asimismo, el presente estudio se enmarca en la investigación evaluativa, dado que sigue la espiral holística descrita por Hurtado de Barrera y Barrera Morales (2000, p. 402). Esta espiral que contempla ocho estadios se ajusta a este estudio, como se deja ver en la Figura 2. Las primeras siete fases se relacionan con el proceso de diagnóstico y diseño del ABP. La segunda fase —denominada como descriptiva— y la fase evaluativa se relacionan con el análisis estadístico, al obtenerse con su ejecución la información necesaria para tal fin.

Figura 2. Estadios de la investigación evaluativa aplicados al ABP.

ESTADIOS DE UNA INVESTIGACIÓN EVALUATIVA DESDE EL INICIO DE LA ESPIRAL HOLÍSTICA



Fuente: Estadios de la investigación evaluativa adaptado de Hurtado de Barrera y Barrera Morales (2000, p. 402).

Comenzando con la fase exploratoria, se identifican deficiencias en competencias matemáticas a partir de puntajes bajos en pruebas institucionales, locales y nacionales. Luego, se elabora un diagnóstico con un pretest basado en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del Ministerio de Educación Nacional (MEN) para los grados 2o a 6o, que se enfoca en competencias numérico-variacionales y espaciales-métricas. El pretest, con 20 preguntas de selección múltiple, se aplica en condiciones naturales en el aula. Los resultados completan la fase descriptiva.

La investigación avanza hacia la fase explicativa con el proyecto “Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura”. En esta etapa, se desarrollan actividades secuenciales como la formación de grupos colaborativos, asignación de roles, y creación de escenarios y figuras a escala. Al final, los equipos presentan su miniciudad y exponen cómo aplicaron las matemáticas a situaciones cotidianas.

En la fase predictiva se plantean dos hipótesis: la hipótesis nula (H_0) sugiere que el proyecto no contribuye al fortalecimiento de las competencias matemáticas, mientras que la hipótesis alternativa (H_a) propone lo contrario. Esta fase también presenta el plan del proyecto basado en el modelo Project Based Learning (PBL) estándar de oro de Boss y Larmer (2018). La fase proyectiva se conforma de las acciones seleccionadas para alcanzar metas dentro del proceso de ejecución al ABP. Este proceso –conocido como causal– se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Proceso causal con base en las acciones del ABP.

Actividad/Momentos clave		Justificación
Conformación de grupos de trabajo colaborativo y elección de roles.	Elaboración de un portafolio de actividades asociadas al proyecto	Fomenta la participación activa, Educa para la vida y la sociedad actual (Damián Ponte et al., 2021).
Desarrollo del portafolio de actividades.		Herramienta de registro de evidencias asociadas al desarrollo del proyecto.
Selección y corte de planos		La elaboración de maquetas constituye un apoyo didáctico para el docente en el proceso de enseñanza y ayuda a desarrollar conocimientos por medio de la observación y la práctica (Estefania, 2021, p. 129). La interacción con elementos tangibles en el entorno áulico despiertan interés en el estudiante y se propician condiciones para que el estudiante construya y resuelve problemas de la vida cotidiana con elementos tangibles (Calderón-Atariguana y Castro-Salazar, 2021).
Elaboración de minifiguras y mini escenarios.		
Consolidación de la miniciudad (integración de escenarios).		
Exposición del producto final y portafolio.	Consolida el trabajo colaborativo y contribuye al desarrollo de habilidades como la expresión oral.	

Fuente. Elaboración propia.



La fase interactiva se desarrolla durante la ejecución del proyecto. En esta, se recolecta información y se aplica el ABP, seguido de un postest. Esta prueba, conformada por preguntas de la estrategia “Evaluar Para Avanzar” del ICFES (2023), mide competencias matemáticas en los componentes numérico-variacional y espacial-métrico en los grados 3o a 6o. Finalmente, en la fase confirmatoria y evaluativa se socializan y analizan los resultados y se evalúa la validez del ABP. Seguidamente se presentan las conclusiones, que dan cierre al estudio.

4. RESULTADOS/DISCUSIONES

4.1 Análisis de homogeneidad de las unidades de análisis

Con los resultados de la prueba diagnóstica y el uso del programa SPSS, se llevó a cabo la primera prueba de hipótesis con el fin de determinar el grado de similitud en competencias matemáticas en los grupos experimental y control.

Planteamiento de la hipótesis:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ Los grupos son homogéneos}$$

$$H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ Los grupos no son homogéneos}$$

Nivel de significancia Alfa = 0,05. Criterio de decisión: Si $p < 0,05$, rechazamos H_0 y aceptamos la H_a ; si $p > 0,05$, rechazamos H_a . Los resultados de la prueba diagnóstica de prueba de hipótesis se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados del pretest en los grupos control y experimental.

Pretest Grupo Control				Pretest Grupo Experimental			
Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje
1	15	17	20	1	30	17	45
2	40	18	25	2	25	18	40
3	15	19	45	3	30	19	30
4	35	20	15	4	25	20	0
5	25	21	35	5	25	21	35

Pretest Grupo Control				Pretest Grupo Experimental			
Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje
6	30	22	20	6	45	22	15
7	10	23	25	7	20	23	40
8	25	24	20	8	35	24	45
9	25	25	30	9	35	25	10
10	35	26	35	10	20	26	45
11	20	27	15	11	50	27	40
12	40	28	25	12	35	28	40
13	35	29	30	13	35	29	50
14	15	30	15	14	15	30	35
15	15	31	35	15	50		
16	35	32	35	16	10		

Nota 1- Con los resultados obtenidos, la prueba de Levene de igualdad de varianzas arroja valores de $F = 2.799$ y de $p = .100 > .05$ indicando homogeneidad en el nivel de competencias matemáticas en los grupos a intervenir y se acepta H_0 .

Nota 2- El grupo experimental se redujo a 30 estudiantes debido al retiro de 2 estudiantes de la Institución Educativa.

Con los resultados obtenidos, se establecen condiciones para la aplicación de una prueba paramétrica.

4.1 Diseño del proyecto

Con la aplicación de los criterios establecidos en el modelo PBL estándar de oro de Boss y Larmer (2018), se establecen las siguientes características:

Conocimientos y habilidades

Este proyecto busca fortalecer en los estudiantes habilidades matemáticas a través de la resolución de situaciones que implican la interpretación y uso de operaciones para elaborar presupuestos y calcular longitudes, áreas y otras cantidades. Al trabajar en equipo, los estudiantes desarrollan su capacidad para colaborar de manera activa y creativa en un ambiente atractivo.

Pregunta orientadora

La pregunta orientadora –clave en el proyecto según Corrales Villada et al. (2020)– es ¿cómo pueden contribuir nuestros conocimientos matemáticos en el diseño y construcción de una versión en miniatura de una ciudad que sea fiel a diseños reales? Esta pregunta reta a los estudiantes a buscar soluciones prácticas y factibles.

Investigación continua

Cada equipo elabora un portafolio que sirve de guía, que permite la investigación continua, la aplicación de conocimientos y el seguimiento de las actividades, por lo que se fomentan habilidades de búsqueda e interpretación de información.

Conexión con el mundo real

Este proyecto ofrece a los estudiantes la oportunidad de apreciar el uso de las matemáticas en la vida diaria relacionando el trabajo con su entorno. La flexibilidad en el diseño de escenarios y figuras, así como el intercambio de experiencias, permite el aprendizaje significativo y la interacción entre los equipos.

Voz y voto de los estudiantes

Los estudiantes tienen voz y voto desde el inicio; eligen su equipo, rol y escenario a trabajar, lo que les brinda autonomía y motivación.

Reflexión

Esta acción se promueve al integrar la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación como estrategias de uso constante durante la ejecución del proyecto.

Crítica y revisión

Los productos son expuestos, y los comentarios de los compañeros y docentes permiten ajustar y mejorar el proyecto, lo que facilita su replicabilidad en otros grupos.

Producto para un público

Al concluir, cada equipo presenta una maqueta y un portafolio, luego de integrar todas las construcciones en una sola miniciudad. Esto promueve la participación y el entusiasmo de los estudiantes. La ruta seguida para el proyecto se ajustó al formato propuesto por Guerrero Hernández (2023) y se expone a continuación por etapas. Los diseños para las minifiguras seleccionados por los estudiantes se encuentran en el material didáctico diseñado mediante la página Canon en su mayoría, y otros diseños de libre acceso disponible en la web.

La Tabla 3 expone la estructuración de la primera fase del proyecto, destinada a su introducción, revisión de presaberes, romper el hielo con el estudiante y dar inicio al proceso de investigación entre otros aspectos.

Tabla 3. Proyecto escolar: Introducción y planificación.

Institución Educativa: _____ Docente: _____ Área: <u>Matemáticas</u> Grado: <u>Sexto</u>		
Proyecto	“Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: Diseño Urbano y Réplicas a Escala”	
Problemática o tema de interés de los estudiantes	Este proyecto brinda la posibilidad de construir elementos de la ciudad e integrarlos en el contexto de una ciudad en miniatura generando interés y motivación entre los estudiantes con elementos tangibles. Trabajar modelos en papel puede ser una experiencia divertida y gratificante para los estudiantes aumentando su compromiso y participación. Se plantea la pregunta orientadora: ¿Cómo pueden contribuir nuestros conocimientos matemáticos en el diseño y construcción de una versión en miniatura de una ciudad fiel a diseños reales?	
Metodología	Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).	
Temporalidad	8 sesiones de clase	
Propósito	Desarrollar y fortalecer en los estudiantes de grado sexto, habilidades de resolución de situaciones, interpretación y uso de operaciones entre decimales, fracciones y porcentajes. Promover en el estudiante su capacidad de trabajo colaborativo de manera activa y creativa en un ambiente que le permita enlazar sus presaberes con nuevos conocimientos.	
Campos Formativos	Contenidos	Procesos de Desarrollo y Aprendizaje
Matemáticas	Operaciones con decimales, fracciones, porcentajes.	Resolución de problemas matemáticos: Los estudiantes aplicarán conceptos, y realizarán operaciones básicas para resolver desafíos. Se proponen por ejemplo el cálculo de áreas, perímetros y la elaboración de presupuestos.



Institución Educativa: _____ Docente: _____ Área: <u>Matemáticas</u> Grado: <u>Sexto</u>		
Proyecto	“Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: Diseño Urbano y Réplicas a Escala”	
Liderazgo	Conversiones entre fracciones, decimales, porcentajes.	Pensamiento crítico y creativo: Los estudiantes deberán pensar de manera crítica y creativa para diseñar una ciudad funcional y estéticamente atractiva. Esto implica tomar decisiones sobre distribución de espacios públicos, así como resolver problemas inesperados durante el proceso de construcción.
Trabajo en equipo	Relaciones de orden de números fraccionarios y decimales.	Trabajo en equipo y colaboración: Los estudiantes deberán planificar, diseñar y construir la ciudad dando espacio a la colaboración, comunicación, resolución de conflictos y aprovechamiento de habilidades individuales.
Tecnología	Solución de situaciones con números decimales, fracciones y porcentajes	Desarrollo de habilidades de liderazgo: Con roles específicos dentro del equipo, los estudiantes desarrollan habilidades de liderazgo con tareas específicas y motivan a sus compañeros de equipo.
		Desarrollo de habilidades manuales: La creación de figuras armables a escala implica habilidades manuales y técnicas como el corte y pegado. Los estudiantes desarrollarán estas habilidades al trabajar en la construcción de los edificios y diferentes espacios de la ciudad.
		Conciencia del entorno y la comunidad: Al diseñar una ciudad, los estudiantes desarrollarán una mayor conciencia del entorno y la comunidad que les rodea, ayudando a comprender la importancia del diseño urbano en la calidad de vida de las personas y en el funcionamiento de una comunidad.
		Investigación continua: Cada vez que un equipo de trabajo requiera información para resolver algún reto o desafío, deberá investigar cómo se puede resolver. El docente guiará este proceso, tantas veces como sea necesario.

Institución Educativa: _____ Docente: _____ Área: <u>Matemáticas</u> Grado: <u>Sexto</u>	
Proyecto	“Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: Diseño Urbano y Réplicas a Escala”
Etapa 1: Introducción	
Sesión 1 y 2 (Identificación, y planificación)	
<p>Lluvia de ideas para generar reflexionen sobre cómo las matemáticas están presentes en el diseño de espacios públicos en una ciudad. Esta actividad inicial rompe el hielo y genera propuestas para construir diversos edificios o escenarios que se integrarán en una ciudad en miniatura. Se conectan conocimientos previos sobre operaciones matemáticas con números enteros, fracciones y decimales, fomentando el aprendizaje significativo. Se negocian los pasos a seguir entre estudiante y maestro, estableciendo las producciones necesarias, tiempos y acciones que realizarán. Se respetan los ritmos de aprendizaje y se promueve la empatía en los equipos de trabajo que se forman durante la sesión.</p>	
Actividades	Evaluación
<p>0-50 minutos: DEFINICIÓN DE ROLES. En grupos de 5 estudiantes, se distribuirán roles y elegirán un modelo a trabajar según las siguientes especificaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Líder del proyecto: Coordina las actividades del equipo y garantizar cumplimiento en los plazos acordados. Aporta en la elaboración del presupuesto. 2. Investigador: Recopila la información necesaria para el desarrollo de actividades, como el diseño urbano, construcción de edificios y servicios públicos, y precios de productos. 3. Diseñador urbano: Encargado del corte y registro de planos de la construcción. 4. Ingeniero civil: Realiza cálculos relacionados con materiales necesarios para construcciones. 5. Artesano y presentador: Añade un sello personal al proyecto. diseñando y creando nuevas figuras con libertad para proponer. 	<p>Se valora el cumplimiento de las tareas, la colaboración en equipo, y el manejo del tiempo.</p> <p>NOTA: En caso de grupos con más de 5 estudiantes por el tamaño del grado, asumirán el mismo rol dos personas a la vez.</p>

Institución Educativa: _____ Docente: _____ Área: <u>Matemáticas</u> Grado: <u>Sexto</u>	
Proyecto	“Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: Diseño Urbano y Réplicas a Escala”
Actividades	Evaluación
55-90 minutos: CONSOLIDACIÓN DE HALLAZGOS. 1. Revisión de la investigación realizada y discusión sobre los hallazgos. 2. Trabajo en equipos para desarrollar el diseño urbano de la ciudad. 3. Presentación de diseños preliminares. Retroalimentación entre los equipos. Ajustes finales de cada diseño. 4. Preparación de los planos.	Se valora el cumplimiento de las tareas, la colaboración en equipo, y el manejo del tiempo. NOTA: En caso de grupos con más de 5 estudiantes por el tamaño del grado, asumirán el mismo rol dos personas a la vez.

Fuente: Planificador adaptado de Guerrero Hernández (2023).

Al finalizar la primera etapa se da continuidad con la revisión de avances realizados, desafíos encontrados y elaboración del portafolio de actividades. Estas actividades se estructuran como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Proyecto escolar etapa 2. Acción.

Etapa 2: Acción	
Sesión 3 y 4 (Acercamiento)	
Exploración del modelo seleccionado para el proyecto. Diseño de planteamientos para formular una primera aproximación o exploración a las diversas facetas del problema a resolver. Esto es, que permita identificar aspectos sobresalientes, explicar el problema, entre otros.	
Actividades	Evaluación
<p>0-50 minutos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión del diseño urbano y distribución de tareas para dar continuidad a la construcción. 2. Discusión sobre los avances y posibles desafíos encontrados durante la construcción y elaboración del portafolio de actividades. <p>55-90 minutos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de los progresos realizados hasta el momento y ajustes necesarios en la construcción. 2. Revisión final de la construcción y preparación para la presentación del proyecto. 3. Preparación de presentación final. 	<p>Revisión de avance de la elaboración de las figuras a escala.</p> <p>Seguimiento al desarrollo del portafolio.</p>

Fuente: Planificador adaptado de Guerrero Hernández (2023).

Para dar cierre al proyecto, se realiza la ejecución de la tercera y última fase del ABP, relacionada con la presentación del producto final y la culminación del proceso de evaluación formativa. La manera en que se estructura esta sección se muestra con detalle en la Tabla 5.

Tabla 5. Proyecto escolar etapa 3. Intervención.

Etapa 3. Intervención	
Sesión 5 y 6	
Se elaboran planteamientos para identificar avances y dificultades en el proceso. Posibles ajustes. Deciden cómo atender lo anterior y lo llevan a cabo.	
Actividades	Evaluación
<p>0-50 minutos:</p> <p>Se generan planteamientos para terminar, mejorar o hacer ajustes al producto planteado.</p> <p>55-90 minutos:</p> <p>Intercambio de producciones (ensayos, comparten borradores, entre otros). Los equipos explican lo que hicieron. Reciben retroalimentación y se hacen planteamientos para revisar y actuar sobre los cambios sugeridos.</p>	<p>Revisión de estrategias utilizadas por los estudiantes al resolver desafíos encontrados.</p> <p>Seguimiento al trabajo colaborativo. Co-evaluación y heteroevaluación formativas.</p>
Sesión 7 y 8 (Difusión y consideraciones finales)	
Presentación del producto. Muestra del producto final al aula, escuela o comunidad. Se formulan planteamientos para dar seguimiento y recibir opiniones sobre la forma en que el producto impactó los escenarios áulicos y escolares.	
Actividades	Evaluación
Exposición grupal. Cada equipo presenta su producto final mencionando cómo se usaron las matemáticas en la elaboración de la maqueta y el desarrollo del portafolio de actividades.	<p>Lista de chequeo</p> <p>Exposición grupal</p>
Materiales /Recursos	Estrategia de evaluación (Técnicas, instrumentos, herramientas)
<p>Papel, lápices, reglas</p> <p>Internet</p> <p>Papel cartón o cartulina</p> <p>Tijeras, pegamento y herramientas de corte</p>	<p>Rúbricas: Matrices de criterios detallados con niveles de desempeño (Excelente, bueno, satisfactorio, necesita mejorar) para evaluar diferentes aspectos del proyecto (Análisis de situaciones, calidad de construcción, trabajo en equipo, presentación).</p> <p>Lista de Verificación: Listados de tareas y habilidades a observar y completar durante el proyecto.</p> <p>Aplicación: Revisión de progreso y cumplimiento de metas.</p> <p>Cuestionarios de Autoevaluación y Coevaluación: Preguntas que permitan al estudiante reflexionar sobre su propio desempeño y el de sus compañeros.</p> <p>Actividad de cierre: Exposición grupal. Se atienden aportes del público tanto para estudiantes como para el docente.</p>

Fuente: Planificador adaptado de Guerrero Hernández (2023).

4.3 Ejecución del proyecto

El registro fotográfico de las etapas del proyecto se expone a continuación. La Figura 3 permite apreciar el producto de la primera fase, en la que se establecen los grupos colaborativos, se definen los diseños y se inicia la elaboración de los escenarios como parte de la introducción y planificación.

Figura 3. Ejecución del ABP etapa 1. Introducción y planificación.



Fuente: Fotografías tomadas por la autora LYCM.

Habiendo dado cumplimiento a las actividades iniciales, se da paso a la etapa denominada “de acción”, mostrada en la Figura 4. En estas sesiones se consolidaron las construcciones, se enfrentaron desafíos y, a la par con el proceso de elaboración de la miniciudad, los estudiantes desarrollaron su portafolio de actividades. Con esto se promovió una permanente reflexión y análisis en el estudiante.

Figura 4: Ejecución del ABP etapa 2. Acción.



Fuente: Fotografías tomadas por la autora LYCM.

Como cierre del ABP, se da paso a la etapa de intervención expuesta en la Figura 5. Allí se aprecia la miniciudad que contiene el producto final de cada grupo de trabajo colaborativo. Así, se conformó un gran producto final que permite que los estudiantes comprendan la importancia de complementarse unos con otros.

Figura 5. Ejecución del ABP etapa 3. Intervención.



Fuente: Fotografías tomadas por la autora LYCM.

El portafolio de actividades

El desarrollo de este componente del proyecto está diseñado para ser una guía del estudiante y una herramienta de investigación, aplicación de conocimientos y seguimiento de actividades, y se muestra en la Figura 6. Allí se evidencia que, a lo largo de su elaboración, se requirió el uso de las operaciones básicas entre números naturales, decimales y algunas combinaciones de operaciones para hallar, por ejemplo, la cantidad necesaria de ladrillos para construir un muro o determinar el valor total de una compra. En este aspecto, fue muy importante pedir a los estudiantes dejar registro de todas y cada una de las operaciones realizadas, para lo cual se designó un espacio dentro del cuadernillo.

Figura 6. Ejecución del ABP Portfolio de actividades.

GUÍA DE ACTIVIDADES PARA EL LÍDER DEL PROYECTO: PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

M.1. Construcción de un Presupuesto de Precios

Descripción: El líder del proyecto debe crear un presupuesto detallado de todas las actividades necesarias para lograr la ciudad en miniatura. Cotejar minoristas, tasas y asignaciones de trabajo.

Habilidades Matemáticas:

- Operaciones con Números Naturales: Dividir el tiempo disponible en semanas y días. (Fecha de inicio: 1 de abril; final: 7 junio).

VALORES PROPUESTOS PARA EL LÍDER EN EL DISEÑO DEL CROQUIS/GRAMA:

Actividad	Descripción	Unidades	Estimado en semanas
Trabajo de Base	Calcular las superficies y profundidades reales	1	1
Trabajo de Estructura y Frecuencia de los muros	Investigación sobre diseño urbano y materiales	1	1
Trabajo de Materiales y Precios	Cotejar los costos y precios detallados	1	1
Trabajo de Materiales y Precios	Calcular materiales y obtener presupuesto	1	1
Trabajo de Materiales	Comprar o reunir materiales necesarios	1	1
Trabajo de Estructura Básica	Comenzar con la estructura principal	1	1
Trabajo de Decoración	Decorar edificios y decorar la ciudad	1	1
Trabajo de Finales y Evaluación	Finalizar detalles adicionales y evaluar	1	1
Trabajo de Presentación Final	Preparar la presentación final	1	1
Trabajo de Presentación Final	Presentar la presentación final y hacer ajustes	1	1
Trabajo Final	Presentar el proyecto terminado	1	1

Nota: Si hay más de una tarea a la vez, divida el tiempo disponible entre ellas. Incluye cualquier actividad de entrega en semanas con decimales si es necesario.

M.2. Presupuesto del Proyecto

Introducción: El líder del proyecto debe crear un presupuesto detallado para el proyecto. Deberá estimar los costos laborales, herramientas y otros recursos necesarios.

Habilidades Matemáticas:

- Operaciones con Decimales: Sumar los costos de diferentes materiales, evaluar el costo total.
- Fraacciones y Decimales: Comparar precios y calcular descuentos.

VALORES DE CONSTRUCCIÓN DE LA MINICIDAD

Material	Valor unitario	Descuento	Valor final (con el descuento)
Papel de espigas para la elaboración/impresión de figuras	3500	10%	3150
Pegamento	1800	10%	1620
Pinta blanca	350	10%	315
Tubo para la base	5000	10%	4500
Alfiler	2300	10%	2070
Tijeras	3400	10%	3060
Muro de cinta adhesiva	2300	10%	2070
Alfiler	2100	20%	1680
Alfiler	1300	10%	1170
Alfiler	2800	20%	2240
Alfiler	1000	10%	900
Alfiler	2800	10%	2520
Alfiler	1000	10%	900

Guía para la Creación del Presupuesto

Tabla 1: Cálculo del Costo de Materiales antes de armarlos

Descripción: El alumno debe determinar los materiales necesarios para la realización del proyecto, cotejar los precios y calcular el costo total.

Habilidades Matemáticas:

- Descripción: El valor de las impresiones de los papeles amarillos basadas en el costo de la impresión de cada figura.
- Descripción: El costo de los materiales necesarios para la realización del proyecto, cotejar los precios y calcular el costo total.
- Descripción: El costo de los materiales necesarios para la realización del proyecto, cotejar los precios y calcular el costo total.

Tabla 2: Costo total de materiales

DESCRIPCIÓN MATERIAL	UNIDADES REQUERIDAS	VALOR
Papel	2	6300
Pinta	1	6300
Peg. multi-props	2	630
Cinta	1	2070
Alfileres	2	6180
Alfiler	1	1170
Materiales	2	16800
Alfiler	1	4000
Alfiler	1	3360
Alfiler	1	7560
Alfiler	1	3000
Alfiler	18	16200
TOTAL	25	68880

Tabla 3: Presupuesto de Decoración

Descripción: El alumno necesita decorar la ciudad y elabora una cartelería para la exposición final. Deben incluir el costo total de decoración y herramientas necesarias.

Habilidades Matemáticas:

- Calcular el costo de la cartelería y la decoración del grupo para la presentación final.
- Calcular el costo de los materiales al momento de decorar: 3 colores, 1 negro, 1 blanco, 1 verde, 1 rojo de pintura y un paquete de marcadores.
- Formar el costo total de decoración. Si ves que hay otros implementos que se requieren, agrégalos.

Tabla 4: Costos materiales de decoración

DESCRIPCIÓN MATERIAL DE DECORACIÓN	UNIDADES REQUERIDAS	VALOR
Colores	2	25200
Alfiler	1	2000
Materiales	1	4000
Colores	1	3000

GUÍA DE ACTIVIDADES PARA EL ALUMNO: CÁLCULO MATEMÁTICO Y CONSTRUCCIÓN

M.1. Cálculo de Materiales Necesarios

Descripción: En una obra de construcción, los ingenieros civiles desempeñan un papel fundamental, ya que son responsables de supervisar y garantizar que la construcción se realice de manera segura y eficiente. En este momento, el ingeniero debe calcular la cantidad de ladrillos que se requieren para construir el frente de la construcción de uno de los edificios de la minicidad. Para esto, se requiere seguir los siguientes pasos:

Calcular el área de un muro del edificio más grande de la minicidad que no tenga ventanas.

Calcular el área real de dicho muro, si se sabe que con equivale a 130cm de la vida real.

Calcular la cantidad de ladrillos que se requieren para construir un muro real con base en la información de la figura que se muestra a continuación.

¿CÓMO CALCULAR LA CANTIDAD DE LADRILLOS PARA UN MURO?

1. Calcular el área del muro: $A = \text{Ancho} \times \text{Alto}$

2. Calcular el área real del muro: $A_{real} = A \times \text{Escala}$

3. Calcular la cantidad de ladrillos: $N = \frac{A_{real}}{\text{Área de un ladrillo}}$

Habilidades Matemáticas:

- Operaciones con Números Naturales: Hacer conversiones de unidades, calcular áreas y perímetros.
- Operaciones con Números Naturales: Contar el número de piezas, bloques o materiales.

Tabla 5: Datos de construcción

Parámetro	Valor
Alto del muro	0.09m
Ancho del muro	0.015m
Alto real	130cm
Alto del ladrillo	5.5cm
Ancho del ladrillo	10cm

Tabla 6: Cálculo de área y cantidad de ladrillos

Descripción	Valor
Alto del muro	0.09m
Ancho del muro	0.015m
Área del muro	0.00135 m ²
Área real del muro	1.30 m ²
Área de un ladrillo	0.055 m ²
Cantidad de ladrillos	23636

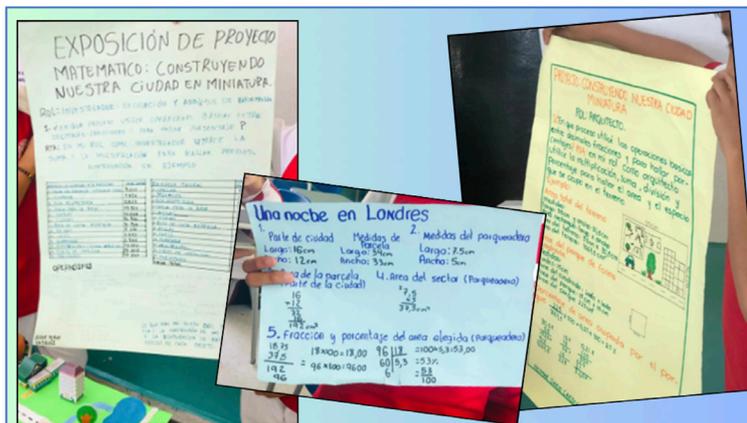
Fuente. Fotografías tomadas por la autora LYCM.

Exposición del producto final

En la Figura 7 se exponen muestras de las carteleras diseñadas por los estudiantes para el momento de la exposición del producto ante la comunidad estudiantil.



Figura 7. Ejecución del ABP Presentación final del producto.



Fuente. Fotografías tomadas por la autora LYCM.

4.4 Validez de la propuesta metodológica

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos por los estudiantes en el postest aplicado. Posterior a la realización de la prueba, se llevó a cabo la prueba de hipótesis para evaluar la validez del ABP propuesto.

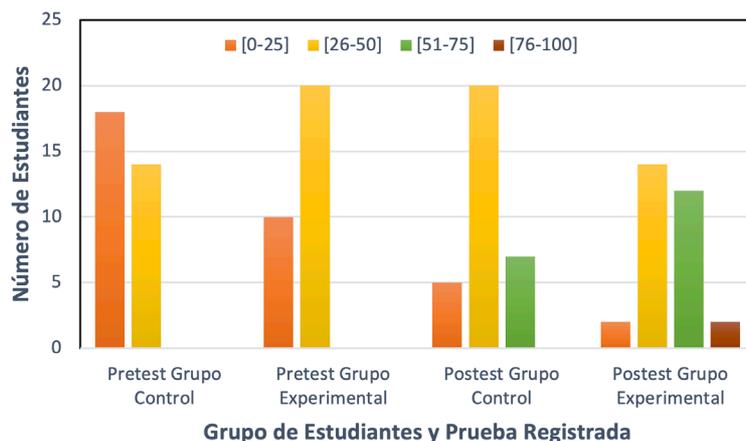
Tabla 6. Resultados de postest en los grupos control y experimental.

Postest Grupo Control				Postest Grupo Experimental			
Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje	Estudiante	Puntaje
1	50	17	45	1	45	17	75
2	20	18	30	2	45	18	55
3	45	19	55	3	55	19	80
4	40	20	25	4	25	20	45
5	30	21	60	5	55	21	50
6	50	22	45	6	55	22	45
7	40	23	35	7	40	23	45
8	25	24	50	8	45	24	60
9	20	25	40	9	55	25	15
10	40	26	50	10	30	26	60
11	30	27	45	11	80	27	60
12	55	28	25	12	45	28	50
13	40	29	65	13	45	29	65
14	30	30	40	14	40	30	55
15	55	31	65	15	55		
16	35	32	55	16	30		

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 8 se representan gráficamente los puntajes de los estudiantes, agrupados en 4 intervalos de 25 puntos cada uno según los puntajes obtenidos. Esto con el fin de facilitar la apreciación de los efectos del ABP.

Figura 8. Resultados de pretest y postest en los grupos control y experimental por intervalos de 25 puntos.



Fuente: Elaboración propia.

Nota 1 - La aplicación del pretest arroja una desviación estándar de 9.33 para el grupo control y de 13.10; entre tanto, la desviación estándar del postest arroja un valor de 12.55 y 14.60 para estos grupos, respectivamente.

Con el fin de complementar este análisis, se tuvo en consideración el valor de la media de los resultados obtenidos en las cuatro pruebas realizadas. Este ejercicio arrojó una media en el puntaje del pretest de 26.25 y en el postest de 41.71 en el grupo control. El grupo experimental arrojó una media de 31.83 y 50.17 en las mismas pruebas, respectivamente.

Prueba de validación

Con los datos obtenidos, se lleva a cabo la prueba t de Student. Se selecciona este tipo de prueba teniendo en cuenta que se lleva a cabo la comparación de las medias de dos grupos (en este caso, el grupo experimental y el grupo control) para determinar si existen diferencias significativas en sus resultados, particularmente tras la intervención educativa mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Esta prueba permite, por consiguiente, evaluar el impacto de la metodología como parte de su validación. También se seleccionó específicamente esta prueba considerando que se ajusta al tamaño de la muestra de 32 estudiantes cada uno.

Hipótesis nula (H₀): La implementación del proyecto “Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: diseño urbano y réplicas a escala” no contribuye al fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de grado sexto.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

(No hay diferencias significativas en las medias del grupo control y experimental)

Hipótesis alternativa (H_a): La implementación del proyecto “Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: diseño urbano y réplicas a escala” contribuye al fortalecimiento de las competencias matemáticas en estudiantes de grado sexto.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

(Sí existe diferencias significativas entre las medias de los dos grupos)

Nivel de significancia = .05

Criterio de decisión:

Si $p < .05$, rechazamos la H_0 y aceptamos H_a .

Si $p > .05$, rechazamos la H_0 y aceptamos H_a .

En la Tabla 7 se presentan los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes, realizada a partir de los resultados obtenidos en el postest.

Tabla 8. Prueba t de Student a partir de los resultados del postest.

	t	gl	P	95% IC	
				Inferior	Superior
Postest	2.449	60	.009	1.548	15.389

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos en esta prueba se acepta la hipótesis alternativa H_a tras evidenciarse diferencias significativas entre las medias de los grupos experimental y de control.

5. CONCLUSIONES

La investigación presentada muestra que el diseño de un ABP difiere sustancialmente de la preparación tradicional de clases que ha sido implementada durante años. Cada uno de los elementos contemplados en la planificación de esta metodología es igualmente importante y fundamental para mantener la coherencia en la ruta trazada hacia un aprendizaje significativo. Este aprendizaje debe alejarse de lo abstracto y, en su lugar, ser ameno integrando elementos comunes de la vida real que sean comprensibles para el estudiante, tal como proponía su impulsor, Kilpatrick (1918). Por lo anterior, resulta crucial la formación docente en el diseño de esta metodología de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados del pretest permitieron corroborar la problemática identificada y por la cual surgió la motivación para realizar esta investigación. Los estudiantes de ambos grupos control y experimental presentaban un bajo nivel de competencias matemáticas, comprobado por medio de la prueba de homogeneidad inicial. Este resultado viabilizó el uso de la prueba t de Student como herramienta adecuada para analizar la influencia del ABP propuesto en el aprendizaje matemático.

El ABP propuesto en esta investigación demostró ser exitoso. Esta afirmación respalda el cumplimiento del objetivo planteado al lograr mejorar las competencias matemáticas en los estudiantes del grupo experimental. Lo anterior permite inferir pertinencia en los eventos seleccionados para diseñar la estrategia. Al comparar los resultados del pretest y el postest se observan avances en los componentes numérico-variacional y espacial-métrico, en los cuales se enfocó el diseño. Se destaca la importancia de dar continuidad a la aplicación de esta estrategia metodológica para alcanzar resultados cada vez más contundentes y fomentar en el estudiante, además del pensamiento crítico, la cultura del trabajo colaborativo.

El aumento en la diferencia de medias entre los grupos control y experimental al ejecutar el proyecto y la prueba de significancia siguiente al postest confirman un mayor y significativo logro de competencias en el grupo experimental, lo cual valida la propuesta metodológica.

Los elementos tangibles involucrados en el diseño del proyecto matemático planteado, el trabajo en equipo y la libertad del estudiante para diseño y otros aspectos dejan ver, a partir de los resultados, los beneficios de la motivación y el trabajo colaborativo en el proceso de aprendizaje. A pesar de enfocar esta propuesta principalmente en el componente numérico-variacional, se ha logrado que los estudiantes logren mayor destreza en el uso de herramientas como la regla y escuadra, lo que fortalece tácitamente el componente espacial-métrico.

El cuidadoso diseño del proyecto emergente de las MA planteado en el presente estudio permitió despertar el interés en los estudiantes del grupo experimental y mitigar sentimientos negativos asociados con el aprendizaje de la matemática, a la vez que se mejoró el nivel de desempeño grupal. Estos resultados guardan concordancia con lo mencionado anteriormente sobre el ideal de Kilpatrick (1918) de tener en cuenta las necesidades y prioridades del estudiante y facilitar espacios en los que sea participe mientras coopera con otros, de forma que se le permita generar su propio conocimiento con el apoyo de la guía docente.

Una de las ventajas identificadas a partir de la ejecución del proyecto es que, aun siendo una propuesta de bajo costo—adaptable, por ende, a entornos con escasos recursos— posibilita mejoras en el proceso de aprendizaje matemático. Lo anterior hace ver la posibilidad de réplica en cualquier institución educativa (IE) y en otros contextos escolares.

La experiencia educativa del proyecto “Construyendo Nuestra Ciudad en Miniatura: Diseño Urbano y Réplicas a Escala” expuesta está apoyada en la filosofía de la educación de Jhon Dewey en cuanto a la vivencia de experiencias ajustadas a la realidad que sean de interés en el estudiante y en la que se involucren aspectos como el análisis, la posibilidad de expresar creatividad, comprobar ideas y “jugar” con ellas. Esta experiencia confirma lo expresado por Mohmmmed (2024) en relación con este pedagogo: “el niño es una criatura aficionada a la actividad y al movimiento y ama la exploración y el descubrimiento” (p. 6).

La mayor diferencia presentada entre los resultados postest vs pretest fue de 40 y 50 puntos en los grupos control y experimental, respectivamente. Dos estudiantes del grupo experimental alcanzaron 80 puntos en la prueba final. En el grupo control, el puntaje final más alto fue de 65 puntos en dos ocasiones. Así mismo, en la prueba post, el 13,33% de los estudiantes del grupo experimental alcanzó un puntaje mayor a 60 puntos, frente a un 6,25% del

grupo control. Estas cifras brindan solidez a la deducción realizada en líneas anteriores, relacionadas con la validación de la propuesta metodológica. Sin embargo, aún hay camino por recorrer. Se espera que esta investigación incentive a otros, con el objetivo de que se apunte cada vez con mayor contundencia a la disminución de la brecha educativa.

A partir de la experiencia expuesta en el presente estudio, se espera que la comunidad docente contemple la integración del ABP en la práctica pedagógica y se logre avanzar en la disminución de la brecha educativa aprovechando la potencialidad de esta metodología apoyada en el paidocentrismo. Una recomendación importante es no demeritar la base teórica como fundamento en las diferentes áreas de conocimiento. Se debe ser cuidadoso en el diseño del ABP para integrar elementos valiosos de ambos enfoques y mantener al estudiante como centro del proceso educativo.

DECLARACIONES DE CONTRIBUCIONES DE LAS PERSONAS AUTORAS

LYCM concibió la idea del proyecto de investigación, desarrolló su fundamentación teórica, diseñó la metodología y sus actividades, implementó el proyecto, recopiló y analizó los datos. EHA, la otra persona autora, asesoró la presente investigación, por lo que participó activamente mediante observaciones a la propuesta de investigación, la discusión de los resultados, así como con la revisión y aprobación de la versión final de esta publicación.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos que respaldan los resultados de este estudio estarán disponibles por las personas autoras correspondientes, LYCM y EHA, previa solicitud razonable.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las familias que desearon ser parte de este estudio. A los estimados estudiantes de grado sexto y sus familias en especial, por permitirnos ser parte de su proceso de formación e inspirar estas acciones en la búsqueda de una mejor educación y mejores oportunidades de vida, para ellos y para toda la sociedad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino de Souza, J. H. y Ribeiro, M. S. d. S. (2024, 13 de mayo). Metodologias ativas e protagonismo juvenil no ensino médio: As interferências no processo de aprendizagem. En V Congreso Internacional Multidisciplinario. <https://doi.org/10.56238/sevenVmulti2024-038>
- Bálsamo Estévez, M. G. (2022). Teoría Psicogenética de Jean Piaget. Aportes para comprender al niño de hoy que será el adulto del mañana. Serie Cuadernos de Psicología y Psicopedagogía N°7. Universidad Católica Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/13496>
- Berger, N., Mackenzie, E., y Holmes, K. (2020). Positive attitudes towards mathematics and science are mutually beneficial for student achievement: a latent profile analysis of TIMSS 2015. *The Australian Educational Researcher*, 47(3), 409–444. <https://doi.org/10.1007/s13384-020-00379-8>
- Bernal González, M. d. C. y Martínez Dueñas, M. (2009). Metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje. *Revista Panamericana de Pedagogía*, 14. <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i14.1790>



- Berrio, J. R., Blanco, C. S., Orzaes, M. C. C., Pérez, M. C. D., Gálvez, I. E., Crespo, C. G., Fernández, M. G., Gil, I. G., Reina, V. G., Juan-Vera, M. J., Zúñiga, F. M., Pérez, A. M., Martínez, P. L. M., Calvo, Á. C. M., Urtaza, E. O., López, J. P., García, J. M. P., Zamora, S. R., García, B. S., y Vila, J. V. (2010). Historia y perspectiva actual de la educación infantil. Graó
- Biryukova, H., y Kanska, B. (2024). Використання активних методів навчання у процесі вивчення шкільних курсів географії [The use of active learning methods in the process of studying school geography courses. Theory and methodology of teaching geography]. *Scientific notes of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University Section Theory and methods of teaching natural sciences*, 6, 34–45. <https://doi.org/10.31652/2786-5754-2024-6-34-45>
- Bonwell, C. C., y Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. The George Washington University. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>
- Boss, S., y Larmer, J. (2018). Project based teaching: How to create rigorous and engaging learning experiences ASCD. <https://books.google.com.co/books?id=S1lxDwAAQBAJ&lpg=PP1&ots=wZlwt-GCV7R&dq=Project%20based%20teaching%20how%20to%20create%20rigorous%20and%20engaging%20learning%20experiences&hl=es&pg=PR18#v=onepage&q=Project%20based%20teaching%20how%20to%20create%20rigorous%20and%20engaging%20learning%20experiences&f=false>
- Breda, A., Farsani, D., y Miarka, R. (2020). Political, technical and pedagogical effects of the COVID-19 pandemic in mathematics education: an overview of Brazil, Chile and Spain. *Intermaths*, 1(1), 3–19. <https://doi.org/10.22481/intermaths.v1i1.7400>
- Calderón-Atariguana, R. F., y Castro-Salazar, A. Z. (2021). Maquetación como recurso didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la geometría. *CIENCIAMATRIA*, 7(3): Artículo 3. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i3.580>
- Canon. Arte de papel. Canon Creative Park. Recuperado el 26 de agosto de 2024, de <https://creativepark.canon.es/categories/CAT-ST01-0071/top.html>
- Chen, L., Bae, S. R., Battista, C., Qin, S., Chen, T., Evans, T. M., y Menon, V. (2018). Positive attitude toward math supports early academic success: behavioral evidence and neurocognitive mechanisms. *Psychological Science*, 29(3), 390–402. <https://doi.org/10.1177/0956797617735528>
- Comenio, J. A. (2011). Didáctica Magna. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. <https://www.repositorioinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/2434/1/Did%20c3%a1ctica%20magna.pdf>
- Contini, D., Di Tommaso, M. L., Muratori, C., Piazzalunga, D., y Schiavon, L. (2022). The COVID-19 pandemic and school closure: learning loss in mathematics in primary Education. *IZA Discussion Papers: Artículo 14785*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4114323>
- Corrales Villada, K. J., Ramírez Ramírez, A., y Correa Trujillo, P. J. (2020). El aprendizaje basado en proyectos (ABPY) en Colombia, un análisis desde la propuesta del Buck Institute For Education (BIE) [Tesis, Universidad de Antioquia]. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/16898/8/CorreaPablo%2C%20Ram%2C%20ADrezYonny%2C%20CorralesKely_2020_AprendizajeBasadoProyectos.pdf
- Dagnew, A. (2023). Implementation of active learning strategies: The case of secondary schools: learning strategies. *Revija za elementarno izobraževanje*, 16(1), 107–125. <https://doi.org/10.18690/rei.16.1.1315>
- Damián Ponte, I. F., Benites Seguí, L. A., y Camizán García, H. (2021). El Aprendizaje colaborativo como estrategia didáctica en América Latina. *TecnoHumanismo*, 1(8), 31–52. <https://doi.org/10.53673/th.v1i8.41>
- Davadas, S. D., y Lay, Y. F. (2020). Contributing factors of secondary students' attitude towards mathematics. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 489–498. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.489>
- Díaz Bordenave, J., y Martins Pereira, A. (1997). Estrategias de enseñanza-aprendizaje (2 ed.). Agroamerica.
- Díaz Palencia, J. L., Sánchez Sánchez, A., y Roa González, J. (2023). Estado de uso de metodologías activas en las aulas de matemáticas secundarias. *Journal of Research in Mathematics Education*, 12(3), 229–245. <https://doi.org/10.17583/redimat.12852>

- Educarchile. (2020, 23 de abril). Parte 1: “¿Lo estoy haciendo bien?” - estándar de oro de ABP. Conversaciones con Suzie Boss [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=O5_rTeWSNRg
- Evans, D., y Field, A. P. (2020). Maths attitudes, school affect and teacher characteristics as predictors of maths attainment trajectories in primary and secondary education. *Royal Society Open Science*, 7(10): Artículo 200975. <https://doi.org/10.1098/rsos.200975>
- Gamboa Araya, R. (2014). Relación entre la dimensión afectiva y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 117–139. <https://doi.org/10.15359/ree.18-2.6>
- Goudeau, S., Sanrey, C., Stanczak, A., Manstead, A., y Darnon, C. (2021). Why lockdown and distance learning during the COVID-19 pandemic are likely to increase the social class achievement gap. *Nature Human Behaviour*, 5(10), 1273–1281. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01212-7>
- Granda Sánchez, E., Jiménez Cueva, R. M., Martínez Gaona, E. N., y Campoverde Moscol, A. (2024). Active didactics in the learning processes of high school students. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 780. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024780>
- Guerrero Hernández, J. A. (2023, julio 9). Formatos de planeación aprendizaje basado en proyectos comunitarios. Docentes al día. <https://docentesaldia.com/2023/07/09/formatos-de-planeacion-aprendizaje-basado-en-proyectos-comunitarios/>
- Hurtado de Barrera, J., y Barrera Morales, M. F. (2000). Metodología de la investigación holística (3 ed.). Instituto Universitario de Tecnología Caripito.
- Hwang, S., y Son, T. (2021). Students' Attitude toward Mathematics and its Relationship with Mathematics Achievement. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(3), 272–280. <https://doi.org/10.20448/journal.509.2021.83.272.280>
- ICFES. (2022). Informe nacional de resultados de las pruebas Saber 3°, 5°, 7o y 9°. Aplicación 2022. https://www.icfes.gov.co/documents/39286/19845423/Informe_saber_359_06_2022.pdf
- Kilpatrick, W. H. (1918). “The Project Method”: Child-Centeredness in Progressive Education. *Teachers College Record*, 19. <https://www.education-uk.org/documents/kilpatrick1918/index.html>
- Lichand, G., Christen, J. y Egeraat, E. V. (2024). Neglecting students' socio-emotional skills magnified learning losses during the pandemic. *Npj Science of Learning*, 9(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00235-9>
- Maamin, M., Maat, S. M. y H. Iksan, Z. (2021). The influence of student engagement on mathematical achievement among secondary school students. *Mathematics*, 10(1), 41. <https://doi.org/10.3390/math10010041>
- Magaña García, J. M. y Rincón, J. C. (2019). Metodología por proyectos en educación infantil [Tesis, Universitat de les Illes Balears]. https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/155064/Magana_JuanaMaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20ense%C3%B1anza%20por%20proyectos%20de,el%20conocimiento%20de%20manera%20global
- Martínez-Padrón, O. J. (2021). Afecto en la resolución de problemas de Matemática. *Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 5(1), 86–100. <https://doi.org/10.32541/recie.2021.v5i1.pp86-100>
- Martínez-Padrón, O. J., Ávila-Contreras, J. I., y García González, M. S. (2021). Conocimiento emocional, complejidad vivencial y resiliencia matemática. Tres facetas para el afecto en Educación Matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 1(2): Artículo 202105. <https://doi.org/10.54541/reviem.v1i2.6>
- Mejía Mejía, E. (2011). Enfoque cuantitativo de la investigación científica (1. ed.). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mite Sánchez, G. E. y Mendoza Guillén, A. E. (2021). Material didáctico lúdico para la enseñanza aprendizaje del cuerpo humano [Tesis, Universidad Técnica de Machala]. https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19088/1/Trabajo_Titulacion_576.pdf
- Mohammed, A. A. R. (2024). Philosophy of Education According to John Dewey. *International Journal of Religion*, 5(7), 987–995. <https://doi.org/10.61707/pkd9s321>

- Moreira Rodrigues, R. y de Lima dos Santos, N. N. (2024). Active methodologies: active methodologies as a pedagogical tool. *Revista Gênero e Interdisciplinaridade*, 5(01), 395–412. <https://doi.org/10.51249/gei.v5i01.1912>
- Padilla Doria, L. A. y Flórez Nisperuza, E. P. (2022). El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática en Colombia. Avances de una revisión documental. *Revista Boletín Redipe*, 11(2): Artículo 2. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i2.1686>
- Panagouli, E., Stavridou, A., Savvidi, C., Kourti, A., Psaltopoulou, T., Sergeantanis, T. N., y Tsitsika, A. (2021). School Performance among Children and Adolescents during COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *Children*, 8(12): Artículo 1134. <https://doi.org/10.3390/children8121134>
- Pensiero, N., Kelly, A., y Bokhove, C. (2020). Learning inequalities during the Covid-19 pandemic: How families cope with home-schooling. University of Southampton. <https://doi.org/10.5258/SOTON/P0025>
- Rodríguez Palmero, M. L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. En *Concept maps: theory, methodology, technology: proceedings of the first International Conference on Concept Mapping* (pp. 535–544). <https://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.PDF>
- Robles Sánchez, M. M. (2008, 7 de abril). Temas de educación: El método de proyectos de Kilpatrick. Temas de educación. <https://temasdeeducacin.blogspot.com/2008/04/el-mtodo-de-proyectos-de-kilpatrick.html>
- Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., y Lindner, M. A. (2022). Long-Term Consequences of Repeated School Closures During the COVID-19 Pandemic for Reading and Mathematics Competencies. *Frontiers in Education*, 13: Article 867316. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.867316>
- Silverthorn, D. U. (2020). When Active Learning Fails... and What to Do About It. En J. J. Mintzes y E. M. Walter (Eds.), *Active Learning in College Science* (pp. 985–1001). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_61
- Suárez Caballero, J. (2023). Gamificación y las Tecnologías Digitales en el área de Matemáticas de Educación Primaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, 12(1), 82–105. <https://doi.org/10.17583/redimat.9617>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation. https://my.pblworks.org/resource/document/a_review_of_research_on_project_based_learning?check_logged_in=1
- Villamagua León, K. J., y Quizhpe Cueva, J. L. (2024). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias matemáticas en la educación escolar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 6357–6377. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11054
- Wakhata, R., Mutarutinya, V., y Balimuttajjo, S. (2022). Secondary school students' attitude towards mathematics word problems. *Humanities and Social Sciences Communications*, 9(1), 444. <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01449-1>
- World Bank. (2018). *World Development Report 2018: Learning to Realize Education's Promise*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1096-1>
- Zuluaga Garcés, O. L., Molina Osorio, A., Velásquez Acevedo, L. y Osorio Vega, D. B. (2010). La pedagogía de John Dewey. *Revista Educación y Pedagogía*, 5(10-11), 20–30. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/5697>