

## Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en polinomios aritméticos en estudiantes de octavo año

Impact of PBL on arithmetic polynomials in eighth gradestudents

Andrea Isabel Moncayo Álvarez<sup>1</sup>

Oscar Xavier Quimis Cajamarca<sup>2</sup>

Dimas Geovanny Vera Pisco<sup>3</sup>

Diego Sornoza Parrales<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: andrea.moncayo@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5079-1052>

<sup>2</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: oscar.quimis@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-2991-280X>

<sup>3</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador / Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: dimas.vera@unesum.edu.ec dverap@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3524-0907>

<sup>4</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>

**Contacto:** andrea.moncayo@uees.edu.ec

**Recibido:** 02-08-2024

**Aprobado:** 16-12-2024

### Resumen

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología educativa centrada en el estudiante que promueve un aprendizaje activo, contextualizado y significativo, esta metodología se caracteriza por el desarrollo de proyectos que requieren planificación, investigación y ejecución, integrando diversas áreas del conocimiento. El objetivo principal es evaluar cómo la implementación de la metodología ABP, a través de un proyecto de diseño arquitectónico, influye en la comprensión y el rendimiento académico de los estudiantes. Con esta metodología, se pretende abordar las barreras cognitivas y pedagógicas que enfrentan los estudiantes al aprender polinomios aritméticos, por lo cual se empleó un enfoque cuasi-experimental con 20 estudiantes de octavo año que participaron en un proyecto arquitectónico. Se utilizó una prueba t de Student para comprobar la mejora en el rendimiento académico en la comprensión de los polinomios con números enteros. Los resultados obtenidos mostraron una mejora notable en el rendimiento académico de los estudiantes que participaron en el proyecto de diseño arquitectónico. Estos estudiantes demostraron una comprensión más profunda y una mayor habilidad para aplicar los conceptos de polinomios aritméticos con números enteros en situaciones de la vida cotidiana. Se concluye que la implementación de la metodología ABP no solo facilitó una mejor comprensión de los polinomios aritméticos, sino que también promovió un aprendizaje más activo. Se sugiere la implementación del ABP en diferentes contextos educativos y con diversos niveles educativos, promoviendo una educación más interdisciplinaria.

**Palabra clave:** Metodología educativa, aprendizaje activo, rendimiento académico, diseño arquitectónico, educación matemática, dificultades de aprendizaje, octavo año, educación general básica.

### Abstract

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



Project-Based Learning (PBL) is a student-centered educational methodology that promotes active, contextualized and meaningful learning. This methodology is characterized by the development of projects that require planning, research and execution, integrating various areas of knowledge. The main objective is to evaluate how the implementation of the PBL methodology, through an architectural design project, influences the understanding and academic performance of students. With this methodology, the aim is to address the cognitive and pedagogical barriers that students face when learning arithmetic polynomials, for which a quasi-experimental approach was used with 20 eighth-grade students who participated in an architectural project. A Student's t test was used to check the improvement in academic performance in understanding polynomials with integers. The results obtained showed a notable improvement in the academic performance of the students who participated in the architectural design project. These students demonstrated a deeper understanding and greater ability to apply the concepts of integer arithmetic polynomials in everyday situations. It is concluded that the implementation of the PBL methodology not only facilitated a better understanding of arithmetic polynomials, but also promoted more active learning. The implementation of PBL is suggested in different educational contexts and with different educational levels, promoting a more interdisciplinary education.

**Keywords:** Educational methodology, active learning, academic performance, architectural design, mathematics education, learning difficulties, eighth grade, basic general education.

### **Introducción**

En el ámbito educativo contemporáneo, la integración efectiva de metodologías pedagógicas innovadoras constituye un desafío constante y crucial para mejorar el aprendizaje de las matemáticas, especialmente en contextos donde los conceptos algebraicos, como los polinomios aritméticos con números enteros, pueden resultar abstractos y difíciles de asimilar para estudiantes de octavo año. Este artículo se centra en investigar el “Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en polinomios aritméticos en estudiantes de octavo año” explorando cómo esta metodología puede transformar la comprensión y aplicación de estos conceptos matemáticos mediante un enfoque práctico en el diseño arquitectónico.

Las matemáticas son esenciales para el desarrollo intelectual de los estudiantes ya que les permiten ser lógicos, trabajar de manera ordenada y preparar su mente para el pensamiento crítico y la abstracción; sin embargo, la dificultad que muchos estudiantes enfrentan para entender las clases y su bajo rendimiento académico se deben en gran medida al método tradicional de enseñanza empleado en las escuelas. No obstante, uno de los grandes problemas en las instituciones educativas hoy en día es que a los estudiantes se les enseña a resolver problemas de forma mecánica, sin llegar a comprender realmente lo que están haciendo, lo que genera aburrimiento, desmotivación y, en el peor de los casos, rechazo hacia las matemáticas. (Reyes & Antón, 2020)

Las matemáticas son fundamentales en la educación de los adolescentes por varias razones. En primer lugar, el desarrollo de habilidades matemáticas no solo fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, sino que también prepara a los estudiantes para una variedad de carreras en campos como la arquitectura, la ingeniería, la tecnología y otras ciencias. Según Ginsburg (2009), "las matemáticas proporcionan las herramientas necesarias para la resolución de problemas complejos y el pensamiento analítico, habilidades cruciales en un mundo en constante cambio" (p. 48). Además, las matemáticas promueven la perseverancia y la capacidad de trabajar de manera lógica, cualidades que son valiosas tanto en el ámbito académico como en la vida cotidiana (National Research Council, 2015).

La educación matemática en la adolescencia tiene un impacto significativo en el rendimiento académico general y en la autoestima de los estudiantes. Según NCTM (2000), "la competencia en matemáticas está directamente relacionada con el éxito en otras áreas del conocimiento y con la confianza en las propias habilidades" (p. 72). Además, el desarrollo de una base sólida en matemáticas durante la niñez y pre adolescencia puede abrir puertas a oportunidades educativas y profesionales futuras, contribuyendo así a una mayor equidad en el acceso a recursos y oportunidades (Boaler, 2016). Así, una educación matemática sólida es crucial no solo para el éxito académico inmediato de los estudiantes, sino también para su futuro profesional y personal. El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) 2018 incluye la evaluación PISA-D, diseñada para países de ingresos medios y bajos, con instrumentos de medición adaptados para diversos contextos socioeconómicos. En Ecuador, el operativo PISA-D se llevó a cabo en 2017, participando más de 6,000 estudiantes en las áreas de lectura, matemática y ciencia.

En cuanto a los resultados en matemáticas, Ecuador obtuvo un puntaje promedio de 377 puntos, ligeramente inferior al promedio de la región que es de 379 puntos. Las diferencias en desempeño con países como Chile pueden alcanzar los dos años de escolaridad y superar los tres años en comparación con los países de la OCDE. En matemática, el 71% de los estudiantes ecuatorianos tiene un bajo desempeño (definido por PISA como el porcentaje por debajo del nivel 2), cifra comparable con Honduras (85%), Guatemala (89%) y Paraguay (92%), mientras que la región alcanza el 69%. Además, Ecuador se encuentra entre los cinco países a nivel internacional con las mayores brechas de género en matemática.

El Ministerio de Educación (2023) señala que las dificultades específicas del aprendizaje (DEA) son una de las causas más frecuentes del bajo rendimiento y fracaso escolar. La Universidad San Francisco de Quito (2022) enfatiza que la lectura, la escritura y los procesos básicos de matemática son fundamentales para aprendizajes posteriores.

El aprendizaje de los polinomios aritméticos con números enteros representa un desafío para los estudiantes de octavo año de educación general básica (EGB). La comprensión y aplicación de estos conceptos matemáticos son esenciales para el desarrollo de habilidades avanzadas en matemáticas, las cuales son fundamentales en diversos campos académicos y profesionales. Sin embargo, muchos estudiantes experimentan dificultades en la asimilación de estos temas, lo que afecta su rendimiento académico y su interés en la materia. La metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha emergido como una estrategia pedagógica efectiva que integra el conocimiento teórico con aplicaciones prácticas, proporcionando un contexto significativo y motivador para los estudiantes. En este marco, la implementación de un proyecto de diseño arquitectónico se presenta como una oportunidad para contextualizar el aprendizaje de los polinomios aritméticos, facilitando una comprensión más profunda y práctica de los conceptos matemáticos.

La investigación previa ha demostrado que el ABP puede mejorar el aprendizaje de conceptos matemáticos al involucrar a los estudiantes en proyectos que reflejan situaciones del mundo real (Thomas, 2000; Hmelo-Silver, (2004). Sin embargo, existe una escasez de estudios específicos que aborden la aplicación del ABP en el contexto del aprendizaje de polinomios aritméticos con números enteros. Algunos estudios han explorado el uso del ABP en la enseñanza de la geometría y el álgebra (Boaler, 1998; Capraro & Slough, 2009), pero los polinomios aritméticos, debido a su abstracción, presentan desafíos únicos que no han sido suficientemente investigados. Además, aunque se ha reconocido la importancia de contextualizar el aprendizaje matemático (NCTM, 2000), hay una necesidad de explorar cómo proyectos específicos, como el diseño arquitectónico, pueden influir en la comprensión y retención de conceptos aritméticos.

Valeriano en su artículo menciona que “El Ministerio de Educación del Ecuador (2021) que el proceso de cambios a los currículos de matemáticas del 2010-2011, el currículo actual para la educación general básica y el bachillerato unificado se enfoca en el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo dentro del aula para la interpretación y la solución de problemas de la vida real mediante la aplicación de la lógica matemática; el funcionamiento de números reales, conjunto y funciones. Como principal ventaja los docentes han manifestado que la flexibilidad del currículo vigente es una fortaleza dentro de su labor y donde su estructura propone aspectos o componentes que facilitan la planificación en segundo y tercer nivel de concreción curricular. Por lo que es oportuno el diseño de una estrategia que sea coadyuvante en la enseñanza de las matemáticas y que a su vez facilite al alumno en su aprendizaje”. (Valeriano & Vargas, 2022, pp. 5–6)

Para garantizar una entrega de datos objetivos, técnicos e imparciales en el sistema educativo, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval) fue establecido en noviembre de 2012. Este instituto, cuya creación y funcionamiento están consagrados en la Constitución de la República del Ecuador (2008) y en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (2011), tiene como misión promover una educación de excelencia mediante la evaluación del Sistema Nacional de Educación y todos sus componentes. Ineval participa en proyectos internacionales como ERCE y PISA, los cuales generan datos relevantes para diagnosticar la calidad de la educación e identificar áreas de mejoramiento (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018, p. 7). En este contexto, se han implementado diversas estrategias didácticas para mejorar la comprensión de las operaciones básicas de cálculo numérico. (Valeriano & Vargas, 2022, p. 7)

Dificultad en el aprendizaje de las matemáticas

Vargas en su investigación titulada Estrategia didáctica para la comprensión de operaciones básicas de cálculo numérico indica que “La enseñanza de las Operaciones Básicas Matemáticas (OBM), hace parte de la alfabetización ciudadana, pues se trata de conocimientos que toda persona utiliza en sus actividades diarias (Aldana-Bermúdez & López Mesa, 2016). Sin embargo, los estudiantes con frecuencia presentan dificultades en el manejo de conceptos y poca comprensión en temas que son básicos para avanzar sistemáticamente en su formación académica (Hernández-Suárez, Prada-Núñez & Gamboa-Suárez, 2017). Ejemplo de ello son las dificultades en la comprensión y dominio conceptual de las cuatro operaciones básicas: adición, sustracción, multiplicación y división, que son esenciales para avanzar en temáticas de grados superiores (Botero, Rentería & Vergara, 2016).” (Vargas et al., 2020)

El aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de octavo año presenta diversas dificultades que pueden ser significativamente en su rendimiento académico. Durante esta etapa, los adolescentes enfrentan desafíos cognitivos y emocionales que pueden dificultar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos. Según Sánchez (2018), "los estudiantes de esta franja etaria suelen mostrar dificultades para abstraer y generalizar conceptos matemáticos, lo que limita su capacidad para resolver problemas complejos" (p. 112). Este problema se ve exacerbado por la transición de un enfoque aritmético a uno algebraico, donde muchos estudiantes encuentran dificultades adicionales para adaptarse a nuevas formas de pensar y resolver problemas (Gómez & Pérez, 2016).

Adicionalmente, el contexto educativo y social juega un papel crucial en el proceso de aprendizaje matemático. En muchos casos, la falta de recursos adecuados y el bajo nivel de formación de los docentes en matemáticas contribuyen a que los estudiantes tengan una experiencia educativa poca satisfactoria. Según Castillo (2020), "la deficiencia en la formación docente y la carencia de materiales didácticos adecuados son factores que inciden negativamente en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria" (p. 78). Esto se refleja en el bajo rendimiento en pruebas

estandarizadas y en una percepción negativa hacia las matemáticas, que puede llevar a una menor motivación y mayor resistencia hacia la materia (Rodríguez, 2019).

Otros de los factores importantes son la actitud y la propia capacidad de los estudiantes frente a las matemáticas, los cuales juegan un papel importante. La investigación de Martínez (2021) indica que "la percepción negativa y la falta de confianza en sus propias habilidades matemáticas son barreras significativas para el éxito académico en esta área" (p. 45). Este fenómeno se ve amenazado por estereotipos y creencias erróneas sobre la dificultad de las matemáticas, que pueden afectar la actitud y el esfuerzo que los estudiantes invierten en la materia (Fernández & López, 2017). Abordar estas dificultades requiere un enfoque integral que incluya el fortalecimiento de la formación docente, la mejora de los recursos educativos y el apoyo emocional para los estudiantes.

Las creencias del profesor sobre los errores de los alumnos están profundamente influenciadas por sus propias concepciones acerca de las matemáticas. Aquellos docentes que no han tenido la oportunidad de comprender cómo se desarrollan las matemáticas, o que no han llevado a cabo un trabajo matemático significativo, tienden a pensar que los errores deben ser eliminados a toda costa. Este enfoque puede obstaculizar el aprendizaje, ya que cambiar esta perspectiva requiere una transformación en la relación del profesor con la actividad matemática. El modelo de aprendizaje adoptado es igualmente determinante. En un enfoque conductista del aprendizaje, los errores deben ser corregidos inmediatamente, ya que se consideran fallas en el proceso de aprendizaje. En contraste, dentro de un enfoque constructivista, los errores son vistos como una parte constitutiva del proceso de conocimiento, proporcionando oportunidades valiosas para el desarrollo y la comprensión (Godino et al., 2003, pp. 69–70).

Las dificultades relacionadas con los contenidos matemáticos, como la abstracción y generalización inherentes a esta disciplina, pueden ser una causa significativa de las dificultades de aprendizaje. El análisis detallado de estos contenidos permite prever su grado de dificultad potencial y ayuda a identificar las variables que deben considerarse para facilitar su enseñanza (Godino, 2021, p. 70; Gavidia, 2020, p. 29).

Además, el cuerpo es el medio de comunicación entre el mundo exterior y la mente, y el aprendizaje depende del funcionamiento adecuado de los sentidos y del estado físico apropiado del sujeto. Todos estos factores físicos afectan la eficiencia, exactitud, cantidad y calidad del perfeccionamiento logrado en el aprendizaje. El deber del maestro es corregir en la medida de lo posible las condiciones que producen la fatiga y hacer el trabajo escolar más acorde a los intereses del niño (Gavidia, 2020, pp. 18-19).

Otro factor a considerar son las instalaciones educativas adecuadas, que permiten la organización y el desarrollo de las actividades, y el ambiente escolar, que está relacionado con la actitud de las autoridades y profesores. Los problemas económicos y familiares de los alumnos también pueden incidir negativamente en su logro académico (Gavidia, 2020, p. 31).

En cuanto a los factores del docente, el enfoque pedagógico utilizado puede influir en el predominio de uno u otro enfoque pedagógico para la obtención de logros. Las tareas deben estar enunciadas de acuerdo con la capacidad del estudiante y los temas abordados en clase (Gavidia, 2020, p. 32). Por último, los factores del alumno, como el sano esparcimiento y la recreación, tienen una incidencia positiva en el logro escolar. Los hábitos y métodos de estudio entre seis y diez horas semanales fuera de clase también juegan un papel crucial (Gavidia, 2020, p. 32).

Metodología ABP en la Matemática

El diseño de actividades mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la enseñanza de la matemática se alinea con las prioridades pedagógicas contemporáneas,

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



ofreciendo un marco robusto para el desarrollo de competencias matemáticas críticas. Este enfoque pedagógico permite que los docentes dispongan de herramientas efectivas que promuevan el razonamiento lógico y estructurado en los estudiantes. Es fundamental que los educadores posean no solo un conocimiento profundo de los contenidos matemáticos, sino también habilidades didácticas que faciliten la integración de conceptos teóricos en contextos prácticos (Rodríguez, 2023, p. 542).

El ABP resulta muy útil para los alumnos de octavo año, ya que fomenta habilidades prácticas y el pensamiento crítico, al tiempo que conecta los contenidos académicos con problemas del mundo real. Este enfoque metodológico permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en contextos auténticos, promoviendo una comprensión más profunda y significativa de los conceptos. Según Gómez (2019), "el ABP impulsa el desarrollo de competencias clave como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, que son fundamentales para el éxito académico y profesional futuro" (p. 134). Además, el ABP motiva a los estudiantes al involucrarlos activamente en su propio proceso de aprendizaje, lo que puede aumentar su compromiso y rendimiento escolar. Como indica López (2020), "el aprendizaje basado en proyectos ofrece a los estudiantes la oportunidad de ser agentes activos de su educación, promoviendo un aprendizaje más profundo y duradero al vincular los contenidos con situaciones reales" (p. 98).

En el contexto de la Unidad Educativa Salcedo en Ecuador, el modelo constructivista ha demostrado su valor tanto para investigadores como para la comunidad educativa. Este enfoque permite a los educadores actuar como facilitadores del aprendizaje, creando ambientes en los que los estudiantes construyen activamente su conocimiento a través de la interacción con el entorno y la resolución de problemas reales. La investigación en este campo es crucial, ya que proporciona nuevos conocimientos que pueden ser aplicados para mejorar la calidad de la enseñanza, beneficiando a toda la comunidad educativa y preparando mejor a los estudiantes para contribuir a la sociedad (Amores, 2021, p. 3).

Espejo y Sarmiento (2017) sostienen que "las metodologías activas de enseñanza- aprendizaje tienen como fin último maximizar las probabilidades de que los estudiantes aprendan en una cierta situación implementada por el profesor" (p. 10). Este objetivo es alcanzable de manera más efectiva cuando los estudiantes se enfrentan a situaciones de la vida real, donde pueden aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar soluciones prácticas. Este tipo de metodologías no solo mejora el aprendizaje significativo, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar problemas complejos en contextos diversos. La claridad en la aplicación de estas metodologías por parte de los docentes es esencial, ya que estas prácticas pedagógicas forman la base sobre la cual los estudiantes desarrollan sus habilidades para la resolución de problemas.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se presenta como una metodología innovadora que permite la evolución del modelo tradicionalista hacia uno más constructivista. Este enfoque se adapta a los cambios de una sociedad globalizada y a las diversas necesidades de aprendizaje, diversidad cultural, étnica y multilingüe presentes en las escuelas. Remacha y Belletic (2015) destacan que el ABP facilita la adquisición de conocimientos y competencias clave para el siglo XXI a través de la elaboración de proyectos que responden a problemas reales (Castro, 2022, p. 26).

En el ámbito de la educación matemática, el ABP ha mostrado ser una herramienta efectiva para mejorar competencias específicas. Según el Ministerio de Educación de Perú (MINEDU, 2017), las competencias en el área de matemáticas se dividen en cuatro dimensiones: resolver problemas de cantidad, resolver problemas de regularidad, equivalencia y cambio, resolver problemas de forma, movimiento y localización, y resolver problemas de gestión e incertidumbre (Arias, 2021,

p. 235). En una investigación realizada en una institución educativa pública de Huanta, se utilizó la prueba T de Student para muestras pareadas para evaluar la influencia del ABP en la mejora de la competencia de resolver problemas de cantidad. Los resultados demostraron que el aprendizaje basado en proyectos tiene un impacto significativo en esta competencia (Arias, 2021).

La aplicación del método de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha mostrado una influencia significativa en el aprendizaje de los estudiantes, particularmente en cursos de aptitud matemática e introducción a la estadística, como se evidencia en el estudio realizado en la Pre-Universidad Autónoma del Perú en 2017 (Ponte Alonso, 2018, p. 28)

"Una enseñanza efectiva de las matemáticas requiere comprensión de lo que los estudiantes conocen y necesitan aprender, y por tanto les desafían y apoyan para aprenderlas bien" (Godino et al., 2003, p. 8)

La investigación titulada "Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en polinomios aritméticos en estudiantes de octavo" se centra en la dificultad persistente que enfrentan los estudiantes de octavo año al aprender polinomios aritméticos con números enteros. Esta dificultad se debe a la abstracción inherente de los conceptos algebraicos y a la falta de aplicaciones prácticas que conecten estos conceptos con experiencias cotidianas. Como consecuencia, muchos estudiantes muestran desinterés por las matemáticas y presentan un rendimiento académico subóptimo en esta área crucial para su desarrollo educativo y profesional.

Investigar este problema es fundamental debido a sus implicaciones en la educación matemática y el desarrollo académico de los estudiantes. La falta de comprensión adecuada de los polinomios aritméticos puede limitar las oportunidades futuras de los estudiantes en campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), afectando la equidad educativa y las perspectivas de empleo. Al abordar este problema mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se espera no solo mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes, sino también explorar métodos innovadores para promover una actitud más positiva hacia las matemáticas mediante su aplicación en proyectos concretos y relevantes, como el diseño arquitectónico.

La factibilidad del estudio se sustenta en la disponibilidad de recursos básicos como materiales de dibujo y la participación de la Institución Educativa dispuesta a colaborar en la investigación. La originalidad del estudio radica en la aplicación específica de la metodología ABP en el contexto del diseño arquitectónico, un enfoque poco explorado sobre la enseñanza de las matemáticas. El interés personal se refleja en el compromiso para la mejora educativa y el desarrollo integral de los estudiantes. Las implicaciones éticas están rigurosamente consideradas con el consentimiento informado de los estudiantes y la aprobación de las autoridades de la Institución. La viabilidad temporal del estudio se establece con un calendario de actividades meticulosamente planificado para cumplir con los objetivos del proyecto. Además, la colaboración y el apoyo de la comunidad educativa y de otros investigadores fortalecen la validez y la aplicación práctica de los resultados obtenidos.

El objetivo de esta investigación es evaluar cómo la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos influye en la comprensión y rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de polinomios aritméticos de números enteros, se busca determinar si la metodología ABP, promueve la participación activa y el aprendizaje contextualizado a través de proyectos prácticos, puede mejorar significativamente la adquisición de conceptos matemáticos y la capacidad de aplicar estos conocimientos en situaciones de la vida cotidiana.

Esta investigación plantea la hipótesis de que la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con diseño arquitectónico mejorará la comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos con números enteros entre los estudiantes de octavo año.

## **Materiales y Métodos**

Este estudio se llevó a cabo utilizando un diseño cuasi experimental, con el propósito de evaluar el impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la mejora de la comprensión y aplicación de polinomios aritméticos con números enteros entre estudiantes de octavo año. Las variables identificadas fueron la comprensión de los polinomios aritméticos (variable dependiente) y la metodología de enseñanza (variable independiente).

El estudio se desarrolló en la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Santa Inés, una institución fiscal de la zona rural ubicada en la parroquia Shimpis del cantón Logroño de la provincia de Morona Santiago. Para nuestro estudio fue necesario tomar una muestra de la población de octavo año, según el autor Arias (2006), define muestreo como “un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra” (p.83). La muestra realizada fue probabilística, en la cual participaron 20 estudiantes de octavo año, con edades entre 12 y 14 años, todos legalmente matriculados y con el consentimiento informado de las autoridades educativas. No fue necesario excluir a estudiantes con necesidades educativas especiales, dado que no se contaba con ninguno que requiera adaptaciones en el método de enseñanza.

Para este estudio, se llevó a cabo una fase inicial en la cual se obtuvo la aprobación de las autoridades de la UECIB Santa Inés, siguiendo las normativas establecidas. Se obtuvo el consentimiento tanto del tutor como de los estudiantes de octavo año, garantizando la confidencialidad de los datos recopilados y el anonimato de los estudiantes.

El procedimiento comenzó con una prueba diagnóstica inicial para evaluar el nivel de conocimiento que en ese momento tenían los estudiantes sobre polinomios aritméticos de números enteros. Posteriormente, los estudiantes recibieron capacitaciones sobre la metodología ABP para la elaboración de un proyecto de diseño arquitectónico. Durante seis semanas se integraron conceptos de polinomios aritméticos en el cálculo de áreas y perímetros de estructuras, las cuales fueron diseñadas en papel cuadriculado utilizando pliegos de papel con cuadrículas, materiales de dibujo y herramientas como reglas, escuadras, compases, lápices y borradores.

El estudio incorporó la transdisciplinariedad con asignaturas de Matemáticas, Educación Artística y Arquitectura de manera empírica, promoviendo así la integración holística del conocimiento. Durante el desarrollo del proyecto, se utilizó la observación para medir la percepción y actitud de los estudiantes, ajustando las actividades a las necesidades detectadas en sus proyectos. La observación es una herramienta fundamental en la elaboración de proyectos para estudiantes de octavo año, ya que permite identificar y comprender las necesidades, intereses y habilidades individuales de los alumnos. Según Malderez (2003) "el centro del aprendizaje es el comportamiento del practicante" (p. 180). Además, la observación continua durante el desarrollo del proyecto permite ajustar las estrategias pedagógicas en tiempo real, asegurando que cada estudiante reciba el apoyo necesario para superar las barreras cognitivas y alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos. El docente guía y proporciona retroalimentación generalmente desde una percepción crítica o directa, comentando sobre lo que salió bien o mal (Maingay, 1988, p. 120).

Los diseños de los proyectos arquitectónicos fueron evaluados mediante una rúbrica diseñada para medir la correcta aplicación de los conceptos de polinomios aritméticos de números enteros.

Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente utilizando pruebas de comparación de medias, específicamente la prueba T-Student para muestras correlacionales, con un nivel de significancia establecido en  $p < 0.05$ . Este análisis permitió evaluar las diferencias significativas entre las puntuaciones pre-test y post-test de los estudiantes, proporcionando así resultados importantes sobre el impacto del ABP en la comprensión y aplicación de los conceptos estudiados.



## Resultados y Discusión

La presente investigación titulado "Impacto del Aprendizaje Basado en Proyectos en polinomios aritméticos en estudiantes de octavo año", tiene como objetivo es evaluar cómo la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos influye en la comprensión y rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de polinomios aritméticos de números enteros. La hipótesis plantea que la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con diseño arquitectónico mejorará la comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos con números enteros entre los estudiantes de octavo año

A continuación, se presentan los datos obtenidos de las pruebas pre-test y post-test aplicados a los estudiantes de octavo año. Los resultados se organizan en tablas y gráficos para facilitar su análisis y comprensión.

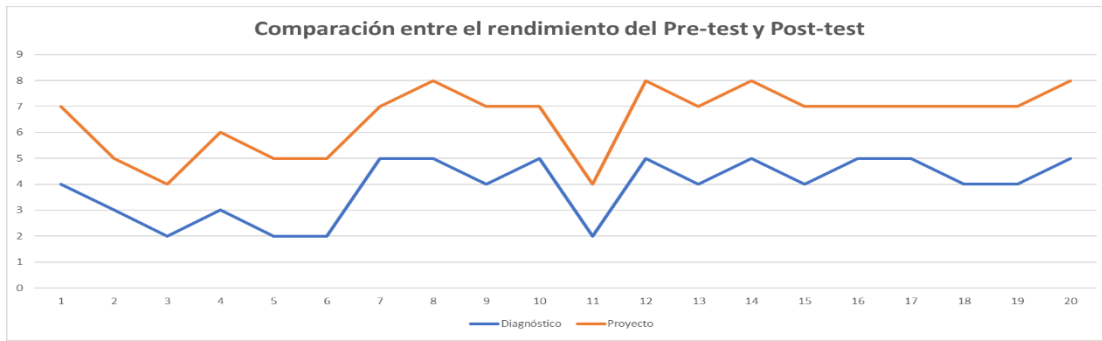
La Tabla 1, presenta un análisis detallado del rendimiento de los estudiantes en la prueba de diagnóstico inicial (pre-test) y su rendimiento posterior a la participación en el proyecto de diseño arquitectónico utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Este análisis permite evaluar de manera comparativa las mejoras en la comprensión y aplicación de los conceptos de polinomios aritméticos con números enteros.

**Tabla 1:** Resultados del Pre-test y Post-test

N. Estudiantes	Diagnóstico	Proyecto	
1	Estudiante 1	4	7
2	Estudiante 2	3	5
3	Estudiante 3	2	4
4	Estudiante 4	3	6
5	Estudiante 5	2	5
6	Estudiante 6	2	5
7	Estudiante 7	5	7
8	Estudiante 8	5	8
9	Estudiante 9	4	7
10	Estudiante 10	5	7
11	Estudiante 11	2	4
12	Estudiante 12	5	8
13	Estudiante 13	4	7
14	Estudiante 14	5	8
15	Estudiante 15	4	7
16	Estudiante 16	5	7
17	Estudiante 17	5	7
18	Estudiante 18	4	7
19	Estudiante 19	4	7
20	Estudiante 20	5	8

La Figura 1 ilustra la comparación del rendimiento de los estudiantes en la prueba de diagnóstico inicial (pre-test) y en la prueba posterior (post-test) después de la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el proyecto de diseño arquitectónico.

**Figura 1:** Comparación entre el rendimiento del Pre-test y Post-test



Esta visualización gráfica permite observar claramente las diferencias en la comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos con números enteros, destacando las mejoras obtenidas a través del ABP. Los estudiantes mostraron una mejora considerable en el rendimiento del post-test en comparación con el pre-test, lo que evidencia una mayor comprensión de los polinomios aritméticos con números enteros y la efectividad de esta metodología en la mejora del desempeño académico.

La Tabla 2 a continuación presenta las medias de rendimiento de los estudiantes en la prueba de diagnóstico inicial (pre-test) y en la prueba posterior (post-test). Estas medias permiten una comparación cuantitativa del rendimiento de los estudiantes antes y después de la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el proyecto de diseño arquitectónico.

**Tabla 2:** Medias de rendimiento

Prueba	Medias de Rendimiento
Pre-test	3,9
Post-test	6.55

Los datos reflejan las mejoras en la comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos con números enteros, proporcionando una evaluación objetiva de la efectividad del ABP en el contexto educativo analizado. La mejora significativa en el rendimiento post-test respalda la hipótesis de que el Aprendizaje Basado en Proyectos facilita la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos abstractos y tiene un impacto positivo significativo en la comprensión de los polinomios aritméticos por parte de los estudiantes.

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando la prueba T-Student para muestras de dos colas. A continuación, en la Tabla 3, se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos en el estudio de prueba realizado:

**Tabla 3:** Prueba T-Student

Variables	Resultados		
Hipótesis Nula	2.6	$S_d =$	
Hipótesis Alternativa		5	$S_{d^i}$
Estudio de prueba			$n$
Promedio de diferencia $H_0: \mu_1 = \mu_2$			–
$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$			1
$d$ ( $d - d$ )			
Desviación estándar muestral			

Cantidad de datos

n= 20

$$t = d$$

Estadístico de prueba

Valor crítico  $S_d / \sqrt{n}$

$$t = 24,217649$$

Grados de libertad  $gl=19$

Nivel de significancia

Dos colas

$$= t$$

$$0. (1 - \frac{\alpha}{2})(n-1)$$

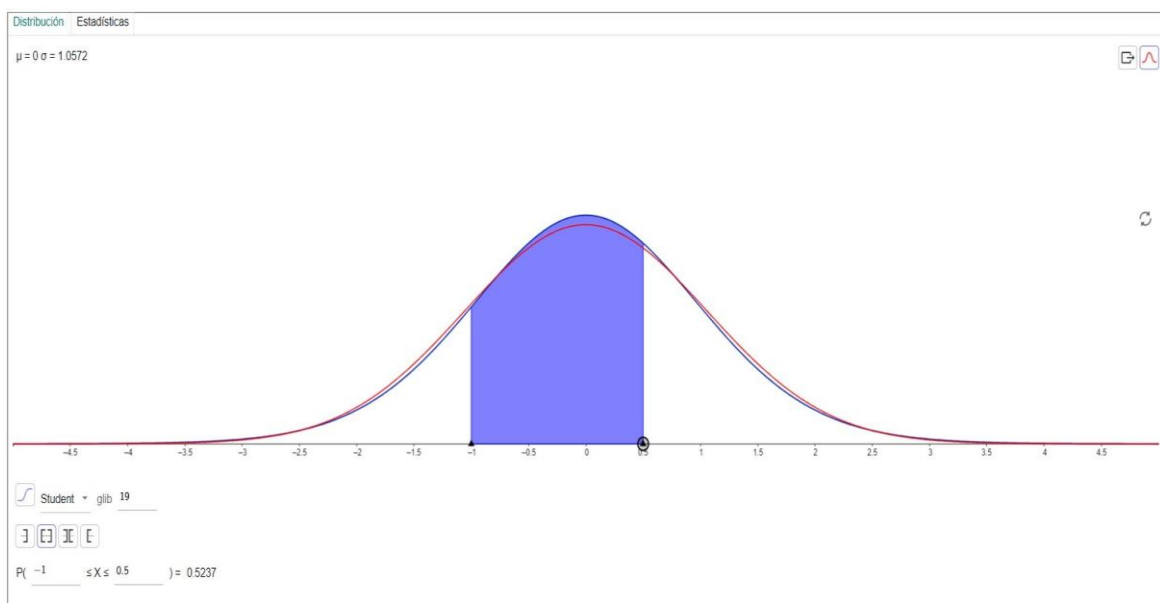
05t crítico=

Al comparar los resultados, dado que el valor absoluto del estadístico t es mayor que el valor crítico, rechazamos la hipótesis nula (H0).

$$|t|=24,218 > t_{crítico}=2,093$$

Se concluye que existe una diferencia significativa entre el rendimiento de los estudiantes en el pre-test (Diagnóstico) y el rendimiento en el post-test (Proyecto). Esto indica que el rendimiento mejora significativamente después de la intervención del proyecto.

**Figura 2:** Comparación entre el rendimiento del Pre-test y Post-test



El análisis muestra un aumento significativo en el rendimiento de los estudiantes tras la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), lo que sugiere que esta metodología tuvo un impacto positivo en la comprensión de los polinomios aritméticos con números enteros. El valor absoluto del estadístico t se encuentra en la región crítica, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula (H0). Además, la gráfica de distribución normal respalda

esta conclusión, ya que muestra que el valor del estadístico  $t$  está ubicado en el extremo de la distribución. Esto indica que la diferencia en el rendimiento de los estudiantes entre el pre-test (Diagnóstico) y el post-test (Proyecto) es estadísticamente significativa.

La prueba de hipótesis se llevó a cabo utilizando la función de t-Student en Excel de Microsoft Office Professional Plus 2016, que permitió realizar los cálculos estadísticos necesarios. Las figuras de comparación y la evaluación de la distribución normal se realizaron utilizando Geogebra Probabilidades Online. Estas herramientas facilitaron la presentación clara de los resultados, evidenciando la efectividad de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el contexto del diseño arquitectónico para la enseñanza de polinomios aritméticos con números enteros.

El proyecto educativo siguió una estructura organizada para asegurar la comprensión y aplicación efectiva de los conceptos de polinomios aritméticos y su integración en un contexto práctico. En primer lugar, se proporcionó una explicación exhaustiva sobre los polinomios aritméticos de números enteros, incluyendo ejercicios prácticos de suma, resta, multiplicación y división de polinomios para consolidar el conocimiento teórico. Posteriormente, se definieron y explicaron las fórmulas necesarias para calcular el perímetro y el área de figuras geométricas como el cuadrado, rectángulo y triángulo, facilitando así la conexión entre la teoría matemática y su aplicación práctica.

El siguiente paso involucró la presentación del proyecto de diseño arquitectónico. Los estudiantes debían crear un boceto del plano de una casa, colegio, iglesia o parque, inicialmente en una hoja réflex cuadrículada. Esta fase del proyecto permitió a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos de manera creativa y práctica, involucrando asignaturas como Educación Artística y conocimientos empíricos de Arquitectura. A medida que avanzaban en los proyectos, se presentaban brevemente los progresos y se completaban los cálculos necesarios para asegurar que los estudiantes comprendieran y aplicaran correctamente los conceptos.

Finalmente, los estudiantes presentaron sus diseños en un pliego de papel cuadrículado, explicando tanto el diseño como los cálculos realizados. Esta presentación sirvió como una evaluación integral a través de una rúbrica de evaluación, midiendo su comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos de números enteros en un contexto real.

Los proyectos realizados tras la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) fueron evaluados en varios aspectos clave para asegurar una comprensión integral y una aplicación efectiva de los conceptos aprendidos. Se evaluó la capacidad de los estudiantes para comprender y manejar polinomios aritméticos de números enteros, incluyendo la realización de operaciones como suma, resta, multiplicación y división de polinomios. También se midió cómo los estudiantes integraron su conocimiento de los polinomios en el contexto del proyecto arquitectónico, específicamente en el cálculo de perímetros y áreas de las diferentes figuras geométricas presentes en sus diseños. Además, se valoró la originalidad y creatividad de los diseños arquitectónicos presentados por los estudiantes, así como sus ideas innovadoras y soluciones creativas que enriquecieron el proyecto, reflejando un pensamiento crítico y un enfoque interdisciplinario.

La presentación final de los proyectos también fue un aspecto crucial de la evaluación. Se consideró la claridad y coherencia en la explicación del diseño y los cálculos realizados, así como la habilidad para comunicar de manera efectiva los conceptos y procesos involucrados en el proyecto. En conjunto, estos aspectos proporcionaron una evaluación comprensiva del impacto de la metodología ABP en el aprendizaje de los estudiantes, demostrando mejoras significativas en su comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos en un contexto práctico y creativo.

Los estudios recientes destacan la importancia y efectividad de metodologías activas en el aula para motivar a los estudiantes y mejorar sus competencias. Fanaro y Cardoso (2021) argumentan que implementar propuestas innovadoras en el aula estimula a los estudiantes a acercarse al conocimiento matemático de manera útil y significativa. En concordancia, Barquero Ruiz, (2020) recomienda la incorporación de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para establecer conexiones más reales entre los estudiantes y el contexto profesional que enfrentarán en el futuro. Por su parte, Madriz & Valdés-Ayala, (2023) muestra que la aplicación del ABP con futuros profesores de matemáticas producen resultados muy positivos. Los estudiantes no solo desarrollan competencias profesionales como el planeamiento, la construcción de actividades didácticas y el manejo del tiempo, sino que también mejoran en la comunicación oral, el uso adecuado de las TIC y el manejo de grupos. Este enfoque, según Gutiérrez (2022), resulta en alumnos motivados que logran buenos resultados y presentan un mayor interés por continuar su formación.

Ruiz (2023) destaca que estas metodologías activas son fundamentales en los proyectos interdisciplinarios y de STEAM promovidos por el Ministerio de Educación. Estos proyectos están diseñados para educadores y estudiantes de cualquier institución educativa, proporcionando una base sólida para la enseñanza y el aprendizaje en diversas modalidades.

Entre las limitaciones del estudio se incluyen el tamaño reducido de la muestra, implementación del ABP estuvo limitada a un solo contexto educativo, lo que puede restringir la generalización de los resultados. Una de las principales limitaciones es el tamaño de la muestra, que fue relativamente pequeño y limitado a una única institución educativa. Asimismo, el estudio utilizó un diseño cuasi experimental, lo que podría introducir sesgos debido a la falta de aleatorización completa. Además, la ausencia de recursos informáticos pudo haber limitado la complejidad de los proyectos de diseño arquitectónico.

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones prácticas y teóricas. En términos prácticos, sugieren que las escuelas deberían considerar la implementación de la metodología ABP para mejorar la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos. Los resultados indican que los docentes pueden mejorar la comprensión de los polinomios aritméticos de números enteros mediante la integración de proyectos de diseño arquitectónico en el currículo. Desde una perspectiva teórica, el estudio proporciona evidencia empírica que apoya la eficacia del ABP en la enseñanza de conceptos matemáticos complejos. Estos resultados expanden el conocimiento sobre cómo los enfoques basados en proyectos pueden influir en el aprendizaje de matemáticas, ofreciendo nuevas perspectivas sobre la pedagogía y su aplicación en el aula.

Este estudio establece una base sólida para futuras investigaciones en la intersección del ABP y el aprendizaje de conceptos matemáticos, sugiriendo un camino prometedor para innovaciones educativas que integren la práctica con la teoría. Futuros estudios podrían abordar estas limitaciones mediante la inclusión de muestras más grandes, diversas para mejorar la generalización de los resultados, así como la incorporación de grupos de control para fortalecer la validez interna del estudio. Además, sería beneficioso explorar la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en otros contextos y con diferentes niveles educativos para evaluar su efectividad de manera más amplia, así como la exploración de la aplicación de proyectos interdisciplinarios adicionales para fortalecer la comprensión matemática y su aplicación práctica.

### **Conclusiones**

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar cómo la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos influye en la comprensión y rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de

polinomios aritméticos de números enteros. A través de la implementación de ABP en un proyecto de diseño arquitectónico, donde los resultados indicaron que la implementación del ABP en el contexto del diseño arquitectónico tuvo un impacto positivo en la comprensión y aplicación de los polinomios aritméticos entre los estudiantes de octavo año.

La comparación entre las puntuaciones pre-test y post-test mostró una mejora notable en el rendimiento académico, evidenciando que los estudiantes que implementaron el proyecto de diseño arquitectónico, mostraron una mejora significativa en su comprensión de los polinomios aritméticos de números enteros. Se identificaron varias dificultades comunes en la comprensión de los polinomios aritméticos de números enteros entre los estudiantes, como la abstracción del concepto y la aplicación práctica de los mismos. Estas dificultades fueron notablemente reducidas mediante la implementación del proyecto de diseño arquitectónico.

El impacto potencial de estos hallazgos es considerable y sugieren que las escuelas deberían considerar la adopción del Aprendizaje Basado en Proyectos como una estrategia pedagógica para mejorar la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos ya que no solo facilita una mejor comprensión conceptual, sino que también promueve una actitud más positiva hacia las matemáticas, lo cual es crucial para el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

Esta investigación contribuye significativamente al campo de la educación matemática al proporcionar evidencia empírica sobre la eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de conceptos algebraicos complejos. Los resultados expanden el conocimiento sobre cómo los enfoques basados en proyectos pueden influir en el aprendizaje de matemáticas, ofreciendo nuevas perspectivas sobre la pedagogía y su aplicación en el aula. Además, el estudio establece una base sólida para futuras investigaciones que exploren la implementación del ABP en diferentes contextos educativos y con diversos niveles educativos, promoviendo una educación más interdisciplinaria.

La investigación contribuye al campo de la educación matemática al proporcionar evidencia empírica sobre la eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de conceptos algebraicos complejos. Los resultados sugieren que integrar proyectos de diseño arquitectónico en el currículo de matemáticas puede mejorar la comprensión y aplicación de estos conceptos entre los estudiantes. Teóricamente, los resultados expanden el conocimiento sobre cómo los enfoques basados en proyectos pueden influir en el aprendizaje de matemáticas, ofreciendo nuevas perspectivas sobre la pedagogía constructivista y su aplicación en el aula. Esta investigación no solo resalta la importancia de los enfoques pedagógicos innovadores, sino que también ofrece una base sólida para futuras investigaciones que exploren la implementación del ABP en diferentes contextos educativos y con diversos niveles educativos. Las implicaciones de este estudio son amplias, sugiriendo que los educadores y los formuladores de políticas educativas consideren la adopción de metodologías basadas en proyectos para mejorar el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes en matemáticas. Además, este enfoque puede ser adaptado y aplicado a otras áreas del conocimiento, promoviendo una educación más holística e interdisciplinaria.

### **Recomendaciones**

Es esencial realizar estudios futuros con muestras más grandes y diversificadas, que incluyan diferentes contextos educativos, tanto urbanos como rurales. Esto permitirá una generalización más robusta de los resultados y proporcionará una visión más amplia de la efectividad del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la enseñanza de polinomios aritméticos.

La incorporación de tecnologías avanzadas en los proyectos de diseño arquitectónico puede enriquecer el aprendizaje y permitir a los estudiantes abordar problemas más complejos. Se

sugiere investigar el impacto del uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de polinomios aritméticos mediante ABP para evaluar su efectividad en la mejora de la comprensión y aplicación de estos conceptos.

Explorar la aplicación de proyectos interdisciplinarios adicionales que integren otras áreas del conocimiento, como ciencias, tecnología y arte, puede fortalecer la comprensión matemática y su aplicación práctica. Este enfoque puede fomentar una mayor conexión entre diferentes disciplinas y enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Es fundamental proporcionar capacitación y desarrollo profesional continuo a los docentes en la metodología ABP. Esto asegurará que los docentes estén preparados para implementar esta metodología de manera efectiva y puedan guiar a los estudiantes en proyectos significativos que promuevan una comprensión profunda de los conceptos matemáticos.

Promover una actitud positiva hacia las matemáticas es esencial para el desarrollo académico de los estudiantes. Se recomienda diseñar proyectos de ABP que sean relevantes y significativos para los estudiantes, de modo que puedan ver la aplicación práctica de los conceptos matemáticos en situaciones de la vida real, lo cual puede aumentar su motivación e interés en la materia.

### **Reconocimientos**

Expreso un sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este estudio. En primer lugar, agradecemos a los estudiantes de octavo año de la Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Santa Inés por su entusiasta participación y compromiso con el proyecto. Su dedicación y esfuerzo fueron fundamentales para el éxito de esta investigación.

Agradezco profundamente al personal docente de UECIB Santa Inés por su invaluable apoyo en la implementación del proyecto de diseño arquitectónico y en la recolección de datos. Su experiencia y orientación fueron cruciales para guiar a los estudiantes a través del proceso de aprendizaje basado en proyectos.

Expreso mi gratitud al tutor y a las autoridades de la UECIB Santa Inés, por su revisión y aprobación ética de este estudio, asegurando que se cumpliera con los estándares éticos necesarios para la protección y el bienestar de los estudiantes.

A todos aquellos que directa o indirectamente contribuyeron al desarrollo de este estudio, les extendemos nuestro más profundo agradecimiento. Su apoyo y colaboración hicieron posible la realización de esta investigación y contribuyeron significativamente al avance del conocimiento en el campo de la educación matemática.

Finalmente, agradezco a Dios, a mi familia por su amor, apoyo incondicional, y por ser fuente de inspiración y fortaleza a lo largo de este proceso de investigación.

Cada una de estas contribuciones ha sido fundamental para el éxito de este estudio, estoy profundamente agradecida por el compromiso y colaboración de todos los involucrados.

### **Referencias**

1. Godino, J. D., Batanero, C., & Vicenç, F. (2003). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Universidad de Granada.
2. Ponte Alonso, L. O. (2018). Aplicación del método ABP y su influencia en el aprendizaje del curso aptitud matemática e introducción a la estadística de los estudiantes de la Pre-Universidad Autónoma del Perú, 2017.
3. Reyes, R. A. T., & Antón, J. M. (2020). El método Singapur: sus alcances para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Muro de La Investigación*, 5(2), 13–24.
4. Valeriano, V. V. C., & Vargas, L. G. Q. (2022). Estrategia didáctica para la comprensión

- de operaciones básicas de cálculo numérico. *Revista Alcance*, 6(2).
5. Vargas, N. A. V., Vega, J. A. N., & Morales, F. H. F. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Boletín Redipe*, 9(3), 167–180.
  6. Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning. In R. F. M. C. Red (Ed.), *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding* (pp. 11-70). Jossey- Bass.
  7. González, A. & Hernández, M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en educación matemática. Editorial Graó.
  8. Marín-García, J. A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia práctica. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
  9. Zavala, G., D'Ambrosio, U., & Moreno, L. (2017). Metodologías activas en la enseñanza de las matemáticas: experiencias latinoamericanas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(1), 33-53.
  10. Martín Martín, Roberto (2020). Metodología de aprendizaje basado en problemas para matemáticas en educación secundaria. Tesis (Master), Instituto de Ciencias de la Educación.
  11. Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas Matemáticas, Vargas Vargas, Nury Andrea [1] ; Niño Vega, Jorge Armando ; Fernández Morales, Flavio Humberto, [1] Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
  12. Jaramillo, C., & Solís, S. (2015). El aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de la matemática: Experiencias en escuelas secundarias de Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(1), 77-104.
  13. Vásquez, C., & Puentes, K. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: Una experiencia de aprendizaje significativo en matemáticas en educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 12(1), 111-131.
  14. Navarro, M., & Salazar, Y. (2014). Aprendizaje basado en proyectos en matemáticas: Un acercamiento a la resolución de problemas desde el contexto escolar. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(3), 75-89.
  15. Cabezas Rutti, Magaly; Rojas Montalvo, Jimmy Anthony. El ABP como estrategia en el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas con el contenido de números naturales en los alumnos del primer grado de secundaria de la institución educativa Javier Heraud-Huancán <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2522>.
  16. Gebhard, J. G. (1999). *Teaching English as a Foreign or Second Language: A Teacher Self-Development and Methodology Guide*. University of Michigan Press.
  17. Maingay, S. (1988). Observation for Training, Development, and Assessment. In T. Duff (Ed.), *Exploring Second Language Classroom Research: A Comprehensive Guide* (pp. 115-133). Macmillan.
  18. Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme. Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Math, Inspiring Messages, and Innovative Teaching*. Jossey-Bass.
  19. Ginsburg, H. P. (2009). The Importance of Early Mathematics Learning. In *Early Childhood Education and Development* (pp. 45-58). Routledge.
  20. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.



21. National Research Council. (2015). *Reaching Students: What Research Says About Effective Instruction in Undergraduate Science and Engineering*. National Academies Press.
22. Castillo, F. (2020). Retos en la enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria en América Latina. Editorial Universitaria.
23. Fernández, A., & López, M. (2017). Creencias y actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de secundaria. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 24(2), 56-67.
24. Gómez, J., & Pérez, A. (2016). La transición de la aritmética al álgebra en la educación básica: Retos y estrategias. Editorial Didáctica.
25. Martínez, R. (2021). Autoeficacia y rendimiento en matemáticas: Un estudio en estudiantes adolescentes. *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 42-59.
26. Rodríguez, P. (2019). Impacto de los recursos didácticos en el aprendizaje de las matemáticas. *Journal de Educación y Desarrollo*, 15(3), 88-99.
27. Gómez, R. (2019). Estrategias y métodos para el aprendizaje activo en la educación secundaria. Editorial Innovación Educativa.
28. López, M. (2020). Aprendizaje basado en proyectos: Una alternativa metodológica en la educación secundaria. *Revista de Investigación en Educación*, 32(2), 92-105.
29. Sánchez, L. (2018). Dificultades cognitivas en el aprendizaje de matemáticas en adolescentes. Editorial Académica.