

**ENFOQUE STEM PARA MEJORAR EL PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO
EN LAS OPERACIONES ADITIVAS EN SEGUNDO GRADO**



Katherine Kerguelen Ruiz
Carolina Ricardo Ortega
María Valentina Ricardo Pérez

Universidad Santo Tomás
Decanatura de División de Universidad Abierta y a Distancia
Facultad de Educación
Maestría en Infancias
Bogotá, D.C.
Julio-2025

**ENFOQUE STEM PARA MEJORAR EL PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO
EN LAS OPERACIONES ADITIVAS EN SEGUNDO GRADO**

Katherine Kerguelen Ruiz

Carolina Ricardo Ortega

María Valentina Ricardo Pérez

Xxx xxxx

(Docente – Formación XXX)

Universidad Santo Tomas
Decanatura de División de Universidad Abierta y a Distancia
Facultad de Educación
Maestría en Infancias
Bogotá, D.C
2025

Contenido

Introducción	5
Capítulo 1 - Descripción General del Proyecto	6
1.1. Problema de Investigación.....	6
1.1.1. Pregunta Problema.....	11
1.2. Objetivos.....	12
1.2.1. Objetivo General	12
1.2.1.1. Objetivos Específicos	12
1.3. Justificación	13
Capítulo 2 – Fundamento de la Investigación	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.1.1. Antecedentes Internacionales	16
2.1.1.1. Antecedentes Nacionales	18
2.2.1. El Enfoque STEM.....	21
2.2.1.1. Principios Orientadores del Enfoque STEM	24
2.2.2.2. STEM y Matemáticas	25
2.2.2. Aprendizaje Basado en Problemas	27
2.2.2.1. Características del Aprendizaje Basado en Problemas	29
2.2.3. Pensamiento Lógico Matemático	31
2.2.3.1. Operaciones con Adición.....	33
2.2.3.1.1. Propiedades Clave de la Adición	33
2.2.4. Estrategia Pedagógica mediada por STEM y ABP, para la enseñanza de la adición en primaria.....	34
2.3. Marco Legal.....	36
Capítulo 3 – Marco Metodológico.....	37
3.1. Tipo de Estudio.....	37
3.2. Enfoque.....	38
3.3. Procedimientos	39
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	41
3.4.1. Validación de los Instrumentos	42
3.4.1.1. Descripción de los Instrumentos	42
3.4.1.2. Test diagnóstico inicial y el test post diagnóstico	43
3.4.1.3. Observación Participante	44
3.4.1.4. Diario de Campo	44
3.5. Población y Muestra	44
3.6. Técnicas para el Análisis de Datos	45
3.6.1. Tipo de Análisis: Descriptivo e Interpretativo	45

3.6.1.1.	<i>Fases del Análisis</i>	46
3.6.2.	<i>Matriz de Categorías de Análisis</i>	46
3.7.	Consideraciones Éticas y de Integridad Científica	48
4.	Referencias Bibliográficas	49

Lista de Tablas

Lista de Figuras

Lista de Anexos

Resumen

Este estudio se enfocó en analizar la efectividad del enfoque STEM como mediador para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en las operaciones aditivas (en particular la reagrupación) en estudiantes de segundo grado. Para valorar dicha propuesta se desarrolló una investigación cualitativa en la IE Los Morales, en el municipio de Tierralta-Córdoba bajo la modalidad de Investigación-Acción. El análisis metodológico se basó en la triangulación de los datos, utilizando un pretest y un post test para medir el progreso, el diario de campo y la codificación manual para analizar el proceso. Se llevó a cabo la intervención a través del Modelo de Mediación Didáctica Integrada (CodA-STEM-ABP), que integró en esta secuencia, el Aprendizaje Basado en Problemas junto con el uso de materiales manipulativos de ingeniería para llegar a trabajar el concepto de la reagrupación. Los resultados alcanzados mostraron una transformación positiva y con repercusión en los sujetos objeto de intervención. A partir de esto, se logró un amplio mejoramiento de la brecha algorítmica detectada en el diagnóstico, al tiempo que al rendimiento se une la consolidación de la argumentación y la colaboración (observada en el trabajo en equipo). Con la intervención, los niños se desplazaron de la abstracción a la comprensión reflexiva de los cálculos matemáticos en las operaciones aditivas. Finalmente, esta investigación valida el Modelo CodA-STEM-ABP como una estrategia adecuada y eficaz para promover la autonomía, el pensamiento crítico y el desarrollo integral de los estudiantes, reconceptualizando la práctica docente en escenarios de escasos recursos.

Palabras Clave: Aprendizaje, Aritmética, Educación primaria.

Abstract

This study focused on analyzing the effectiveness of the STEM approach as a mediator for the development of logical-mathematical thinking in additive operations (particularly clustering) in second grade students. To evaluate this proposal, qualitative research was carried out at IE Los Morales in the municipality of Tierralta-Córdoba under the modality of Action-Research. The methodological analysis was based on triangulation of the data, using a pre-test and a post-test to measure progress, the field journal and manual coding to analyze the process. The intervention was carried out through the Integrated Didactic Mediation Model (CodA-STEM-ABP), which integrated in this sequence, Problem-Based Learning together with the use of engineering manipulative materials to work on the concept of regrouping. The results obtained showed a positive transformation with an impact on intervention. From this, a wide improvement of the algorithmic gap detected in the diagnosis was achieved, while the consolidation of argumentation and collaboration (observed in teamwork) is linked to performance. With the intervention, the children moved from abstraction to a reflexive understanding of mathematical calculations in additive operations. Finally, this research validates the CodA-STEM-ABP Model as an appropriate and effective strategy to promote autonomy, critical thinking and integral development of students, reconceptualizing teaching practice in low-resource settings.

Keywords: Learning, arithmetic, primary education.

Introducción

La investigación en educación es una tarea fundamental y compleja porque es generadora de conocimiento situado y puede modificar las realidades en las que se desarrolla. El seguimiento de las dinámicas y retos de aprendizaje posibilita la elaboración de instrumentos y estrategias didácticas asertivas que resultan claves para la innovación en la práctica docente y una nuestra positiva en el entorno escolar, en particular en las etapas de la infancia. En general el propósito último de la investigación es contribuir a la mejora de la calidad de la enseñanza y servir como punto de partida para nuevos saberes, orientando los esfuerzos a favor de la formación integral de los sujetos que ella cobija.

En relación con esta hipótesis, el proyecto se diseñó desde una perspectiva cualitativa y se llevó a cabo con la inversa Investigación-Acción. El objetivo general de esta investigación fue determinar de qué manera el enfoque STEM contribuye al desarrollo del pensamiento lógico-matemático (PLM) en las operaciones aditivas (reagrupación) en los estudiantes del Segundo Grado de la I.E Los Morales en el municipio de Tierralta, Córdoba. La estrategia se focalizó concretamente en las dificultades del razonamiento algorítmico y la representación del valor posicional, que obstaculizaban el aprendizaje de los procesos aditivos en clase. A partir de los hallazgos y oportunidades de mejora detectados, se diseñó una intervención pedagógica basada en el modelo pedagógico que sustentó la intervención fue el Modelo de Mediación Didáctica Integrada (CodA-STEM-ABP).

Se utilizó el método de triangulación de datos: se aplicó un pretest y un post test se rendimiento y se analizaron las evidencias cualitativas obtenidas en los diarios de campo. Se trató de hacer énfasis en actividades prácticas y en la utilización de materiales manipulables de Ingeniería para la concreción del concepto de la reagrupación, implicando de este modo muy activamente la intervención de los alumnos con la del profesor. Actualmente desde esa perspectiva, el docente es un mediador estratégico y agente clave para descubrir realidades, potenciales de mejoramiento y para orientar el desarrollo de aspectos relevantes del ser humano en todas sus dimensiones.

Para dar cuenta de este proceso investigativo, el presente documento se organizó en cinco (5) capítulos consecutivos. El primer capítulo corresponde a la descripción general del proyecto, donde se describe el problema, se formulan los objetivos y se presenta la justificación; el capítulo segundo abarca los fundamentos teóricos y conceptuales (STEM, ABP, PLM) que sustentan el trabajo; el tercero corresponde al marco metodológico detallado.

En el cuarto capítulo se presentan los hallazgos obtenidos, organizados por categorías de análisis. Finalmente, en el quinto capítulo se sintetizan las conclusiones, se reflexiona sobre las implicaciones del estudio y se establecen las recomendaciones. La investigación demostró que el Modelo CodA-STEM-ABP es una estrategia pedagógica altamente efectiva que potencia el pensamiento crítico y la autonomía, logrando la superación de la brecha algorítmica y consolidando una práctica docente más reflexiva y contextualizada.

Capítulo 1 - Descripción General del Proyecto

El siguiente capítulo tiene por objetivo presentar las generalidades que describen el problema, el cual motivó la realización del presente estudio. Asimismo, se formula la pregunta que guía la investigación, y se trazan los objetivos por alcanzar. Por último, el primer capítulo cierra con la justificación o la necesidad de llevar a cabo una investigación dentro de un contexto educativo rural, el lugar objeto de intervención, de estudio y donde se presentó la problemática.

1.1. Problema de Investigación

Desde una visión integral, el desarrollo del pensamiento lógico matemático en la educación primaria constituye una base indispensable que afecta el destino de las nuevas generaciones. La habilidad para analizar y resolver los problemas de una forma estructurada no sólo es importante para el desarrollo académico, sino también para la preparación para vivir en un mundo más complejo, con altas demandas y tecnológico según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2024). No obstante, a nivel mundial, existen aún grandes retos para que los estudiantes adquieran las competencias matemáticas básicas, y una proporción no desdeñable de ellos no llega a alcanzar los niveles esperados en las primeras etapas de su formación.

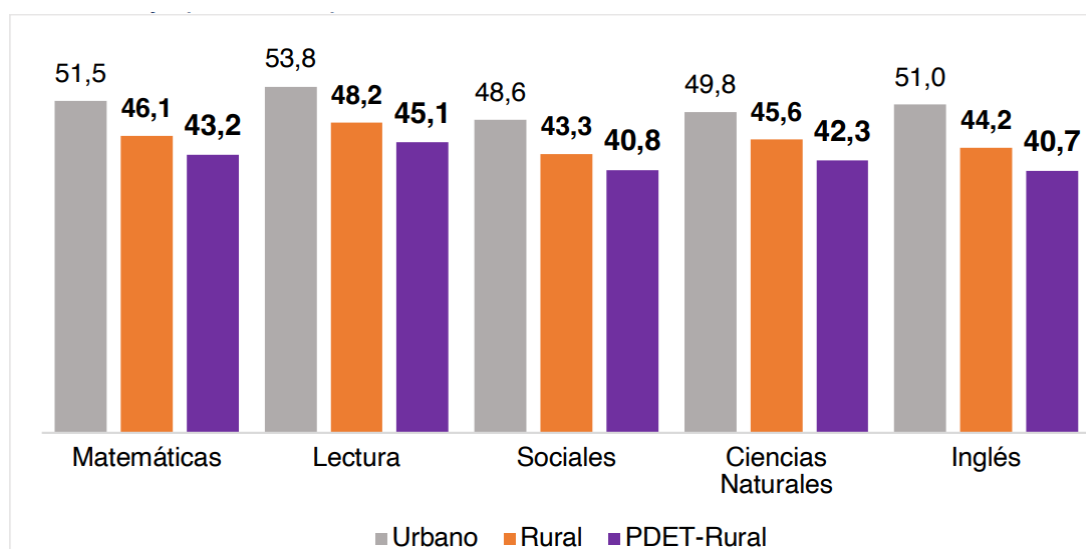
Si bien, el contexto mundial es desafiante, la situación en América Latina es especialmente urgente. Resultados de evaluaciones internacionales como PISA (Por sus siglas en inglés: *Programme for International Student Assessment*) y de estudios regionales tal es el caso del ERCE (Estudio Regional Comparativo y Explicativo) han evidenciado de manera recurrente bajas puntuaciones en matemáticas para los alumnos de la región (UNESCO, 2021). Tales dificultades se agravan con elementos como el de la desigualdad socioeconómica, la calidad de la formación docente, y la relevancia de los currículos, para limitar el desarrollo del pensamiento lógico matemático desde los primeros grados de enseñanza. La desigualdad en el acceso y calidad educativa en América Latina “es uno de los factores que ha contribuido a reproducir los contrastes económicos y sociales” (Schejtman y Berdegué, 2024, p. 25), que afecta en la continuidad de conflictos y prolongación de la violencia.

En Colombia, la situación con el pensamiento lógico-matemático en la educación básica primaria es semejante a la que se observa en América Latina. De acuerdo con los resultados de las Pruebas Saber (Pre, aplicadas durante la etapa escolar en secundaria, pruebas estandarizadas a nivel nacional), han mostrado repetidamente que una proporción significativa

de estudiantes, incluso en los niveles de los primeros grados de escolaridad, tiene dificultades para entender y utilizar conceptos matemáticos básicos (ICFES, 2023). Un estudio del Laboratorio de Economía de la Educación (LEE) de La Pontificia Universidad Javeriana presentó los resultados de la prueba Saber 11 en colegios rurales en el país, y evidenció que el componente de matemáticas es el que menos promedio tuvo (5.4 puntos menos) entre el rendimiento de los estudiantes rurales y urbanos sólo superado por inglés y lectura. Esto permite inferir la existencia de barreras para enseñar y aprender en las escuelas rurales en el país, que dificultan que los niños colombianos puedan construir un andamiaje sólido para pensar matemáticamente, más aún en zonas rurales (ver figura 1).

Figura 1

Resultados de las PRUEBAS ICFES en escuelas rurales colombianas



Nota: Obtenido de DataIcfes (2022).

Concretamente, se presentan dificultades importantes en los procesos y operaciones sobre sumandos y sustraendos (que son la base para el desarrollo de habilidades aritméticas más complejas). Un estudio de Martínez y López (2022) evidencia que la ausencia de entendimiento conceptual de la adición más allá de la memorización de algoritmos es uno de los factores explicativos del bajo desempeño de estudiantes de educación primaria, ya que los limita para resolver problemas y trasladar el conocimiento a otros contextos. Al analizar la profundidad del departamento de Córdoba, se nota que es una región del país donde existen problemas en la enseñanza que repercuten en el desarrollo del pensamiento lógico matemático. La situación socioeconómica, la deficiente infraestructura educativa, y las barreras para

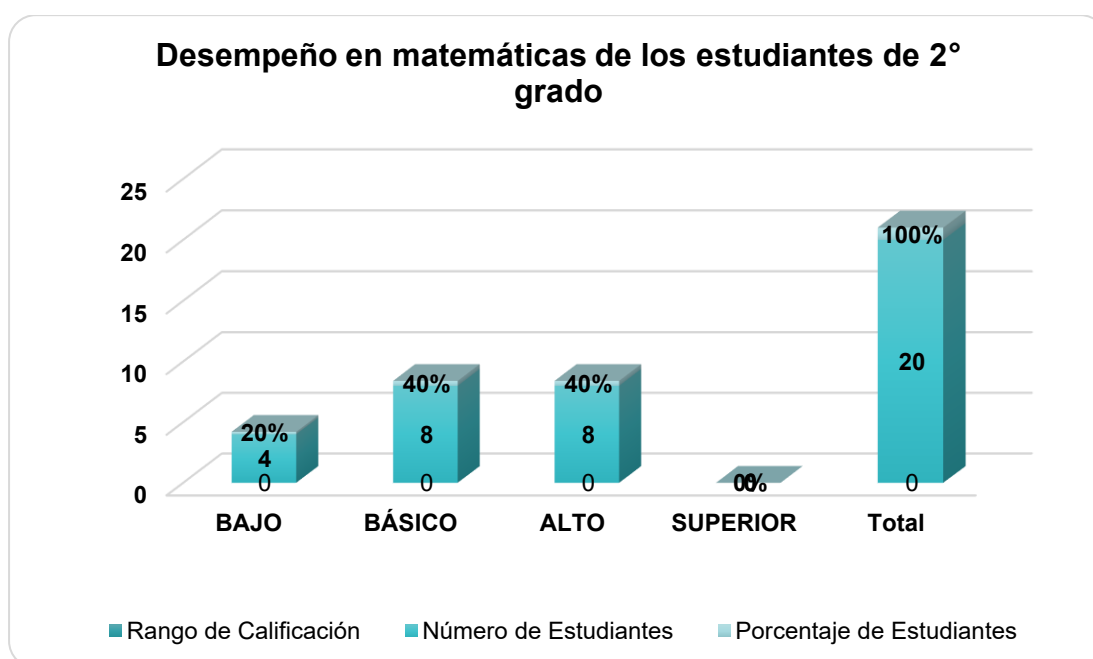
acceder a materiales didácticos adecuados son algunas las causas de un rendimiento académico inferior a la media nacional (Gómez y Pérez, 2021).

Estas diferencias se profundizan en el área rural, donde, como indican Vásquez, Díaz y Monroy (2020), la ausencia de oportunidades y la brecha de pobreza con las zonas urbanas, junto con la escasa formación docente en necesidades rurales y las fragilidades institucionales del Estado, representan obstáculos muy sólidos para el avance educativo. Considerar lo rural exige una mirada multisectorial y multidisciplinaria para articulación del bienestar poblacional, adecuando a sus actividades de conformidad con las especificidades territoriales (Vásquez, Díaz y Monroy, 2020, p. 28).

En este contexto regional, la Institución Educativa Los Morales, situada en la zona rural de Tierralta, Córdoba, es un ejemplo de cómo se presentan las problemáticas. Los informes de calificaciones del primer periodo del año lectivo 2025 para el grado segundo señalan que la mayoría de los estudiantes presentan un preocupante atraso en los procesos y operaciones aditivas dentro del marco del pensamiento lógico matemático. En Matemáticas, de los 20 alumnos, 4 se encuentran en desempeño “BAJO” (20% del total) con calificaciones finales que oscilan entre 2.02 y 2.72, y 8 (40% del total) se encuentran en el nivel de desempeño “BÁSICO” con calificaciones entre 3.0 y 3.98 (ver figura 2).

Figura 2

Reporte del desempeño escolar en matemáticas en 2° grado primer período 2025



Nota: Resultados obtenidos de la Institución Educativa Los Morales.

Esto se traduce en dificultades para entender qué es sumar y restar, para resolver problemas que involucran suma simple, y operar con reagrupación, lo que afecta su desempeño en el área de matemática y su desarrollo cognitivo en general. Lo que antecede establecido, la presente investigación se desarrolla en la zona rural de la I.E Los Morales, ubicada en el municipio de Tierra Alta, departamento de Córdoba. Las dinámicas sociales, económicas y educativas en la región están marcadas por los niveles de pobreza, y los alumnos no siempre disponen de los elementos educativos que requieren para su aprendizaje (cuadernos, utensilios de escritura, implementos para hacer manualidades, etc.), es una realidad que, si bien complica el proceso de enseñanza, no impide su realización, a causa de la solidaridad y de la dedicación constantes de quienes allí educan a estos jóvenes.

En relación con el rendimiento, se ha detectado en los estudiantes de básica primaria, el interés por aprender y la disposición de desarrollar procesos educativos novedosos, ajustados no solo a sus propias realidades locales y contextuales, sino también a los cambios permanentes presentados por la era digital, de la información y de los cambios disruptivos del presente siglo. Desde la perspectiva de los padres de familia de esta institución, sus hijos están recibiendo una formación adecuada.

Sin embargo, consideran que el proceso educativo actual se puede mejorar, en la medida en que los educadores apliquen estrategias y metodologías innovadoras que fortalezcan aún más, los procesos de aprendizaje y esto se vea reflejado en mejores niveles de aprovechamiento. En el mismo sondeo aplicado en la comunidad educativa, el profesorado de la institución encuentra desafiante aplicar nuevas metodologías y enfoques de enseñanza en el alumnado, en principio, porque algunos se sienten incapaces y limitados por su avanzada edad, y en otros casos, por desmotivación, al considerar que los estudiantes y sus familias no tienen un alto nivel de compromiso con el proceso educativo de enseñanza aprendizaje, para que este sea mejor, más dinámico e integral.

No obstante, los docentes más jóvenes y menos experimentados de la institución ven en la implementación del uso de las tecnologías y metodologías bajo enfoque STEM, una oportunidad para innovar en el aula rural, y para llevar el aprendizaje por senderos distintos a los tradicionales de trabajo educativo que hasta ahora han realizado. En cuanto a las directivas institucionales, el coordinador de la Institución Educativa Los Morales explica que las estrategias cooperativas y colaborativas que se pueden desarrollar en STEM, y las tecnologías, ocupan un lugar dentro del fortalecimiento de nuevas capacidades, principalmente, destrezas para la vida. También, esta forma de enseñar puede ser utilizada para contribuir a que estudiantes como los del contexto rural de la UE Los Morales, profundicen en los

conocimientos tratados dentro y fuera del aula, indaguen por temas de su interés y relacionados a sus actividades diarias. Por último, para implicarse más en su propio aprendizaje, fomentando la autonomía y desarrollo del aprendizaje. Por esta razón, la pretensión de este trabajo de investigación es generar un espacio para la participación de los estudiantes, docentes y padres de familia, a través del enfoque STEM.

Ante esta problemática, la propuesta de trabajo basada en el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) se presenta como una alternativa pedagógica viable para contribuir a la solución de los problemas en los procedimientos y operaciones de la adición en la Institución Educativa Los Morales. STEM, como afirma Smith (2023), “se define como el estudio o el trabajo interdisciplinario que une la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas e innovación” (p. 3). Su uso en la clase posibilita que los alumnos usen la matemática en situaciones reales y pertinentes, superando así la enseñanza tradicional sostenida en la memorización.

En consecuencia, la adopción de tecnologías educativas en esta metodología es fundamental. Herramientas digitales interactivas, simulaciones y plataformas de aprendizaje adaptativo ofrecen a los estudiantes experiencias más atractivas y personalizadas que les ayudan a entender conceptos complejos y le proporcionan retroalimentación al instante (Chen et al., 2024). Por mencionar un ejemplo, las aplicaciones que permiten manipular objetos virtuales para representar números o resolver problemas aditivos pueden incrementar de forma pertinente la comprensión conceptual de los estudiantes de segundo grado.

Además, una propuesta didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) podría favorecer el desarrollo de las competencias del enfoque STEM. Según Johnson y Lee (2020) el ABP “es un enfoque instruccional basado en el estudiante en el cual el aprendizaje se lleva a cabo a través de la solución de problemas reales y complejos” (p. 12). Al plantearles a estudiantes de segundo grado retos basados en situaciones cotidianas que involucran el uso de procesos aditivos, se promueve el razonamiento lógico, el trabajo en equipo, la búsqueda activa de soluciones, entre otros, además de que les da la oportunidad de utilizar las operaciones aditivas en un ambiente contextualizado y concreto. Esta estrategia no solo establece una mejora en la ejecución de las operaciones, sino que también genera un mayor potencial para que los estudiantes lleven sus conocimientos a nuevos contextos.

En tal sentido, la integración entre el enfoque STEM, las tecnologías educativas y el Aprendizaje Basado en Problemas puede llegar a fortalecer un entorno de aprendizaje activo y motivante (Lee, 2020). Si bien, algunos profesores de la Institución Educativa Los Morales

consideran que hay desafíos urgentes y para atender en segundo grado, por la edad o por desmotivación ante la falta de un mayor compromiso de las familias, los docentes jóvenes y las directivas visualizan en las tecnologías y en este tipo de metodologías una posibilidad de innovar y de mejorar en el proceso de enseñanza rural. Así, los alumnos de la institución pueden superar sus problemas con los procedimientos y operaciones aditivas al vivir experiencias de aprendizaje significativas que relacionan las matemáticas con la realidad y, por consiguiente, están pensando lógica y matemáticamente en una forma integral.

En definitiva, al analizar el problema desde una perspectiva más amplia y situarla en el contexto específico de la Institución Educativa Los Morales, se manifiesta la necesidad de una intervención pedagógica estratégica. La combinación del enfoque STEM, potenciado por las tecnologías educativas y con una metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, se presenta como una propuesta sólida y sustentable para convertir las dificultades en procesos aditivos en pensamiento lógico matemático robusto en alumnos de segundo grado.

Con base en la anterior exposición, se formuló como pregunta de investigación:

1.1.1. *Pregunta Problema*

¿De qué manera una estrategia pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Problemas e integrada con el enfoque STEM, potencia el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en las operaciones aditivas de los estudiantes de segundo grado de la Institución Educativa los Morales, del municipio de Tierralta (Córdoba)?

1.1.2. Objetivos

1.1.2.1. Objetivo General

Analizar cómo el enfoque STEM puede mejorar el pensamiento lógico matemático en las operaciones aditivas en los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales, en el municipio de Tierralta, Córdoba.

1.1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los avances de las operaciones aditivas en el marco del pensamiento lógico matemático, de los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales, en el municipio de Tierralta, Córdoba.
- Diseñar e implementar una propuesta pedagógica mediada por el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Problemas, para el mejoramiento del pensamiento lógico matemático y su aplicación en las operaciones aditivas en los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales.
- Evaluar la pertinencia del enfoque STEM para el desarrollo de las operaciones aditivas en los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales.

1.2. Justificación

Se plantea esta investigación a partir de la necesidad de intervenir las dificultades del razonamiento lógico-matemático, en particular en los procesos y operaciones aditivas, en los estudiante de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales, en el área rural de Tierralta, Córdoba. Los resultados del primer periodo del 2025 mostraron que el 60 % de los estudiantes se encuentran en los niveles de desempeño "Bajo" y "Básico" en Matemáticas, lo que manifiesta la urgencia de que se apliquen estrategias didácticas innovadoras que permitan cambiar esta tendencia y les brinde una base fuerte para futuros aprendizajes. El estancamiento en este campo pone en peligro no solo su rendimiento escolar a corto plazo sino también su desarrollo cognitivo general y su habilidad para navegar en un mundo que continuamente exige mayores capacidades de razonamiento y solución de problemas.

La relevancia de este estudio reside en que aporta para visibilizar las brechas en la calidad educativa en contextos rurales, los cuales han sido tradicionalmente limitados en tanto su acceso como oferta educativa a comparación de las áreas urbanas. Así lo ha mostrado el Laboratorio de Economía de la Educación "LEE" de la Pontificia Universidad Javeriana, en donde se afirma que el desempeño de los estudiantes rurales colombianos en matemáticas es notablemente inferior al de sus pares urbanos. En ese sentido, la versión busca fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del rendimiento escolar en estudiantes de básica primaria. Las escuelas junto con sus comunidades educativas pueden orientar el proceso para que se construyan conocimiento y se afinen habilidades para resolver problemáticas de su contexto rural, de modo que estén preparadas para hacerse cargo de lo que su entorno y el mundo les presente en formas de desafíos y problemas que ameritan soluciones prácticas, desde una respuesta crítica y constructiva (Ocampo, 2014).

Al respecto, el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se considera como una técnica metodológica muy significativa para esta investigación. En ese mismo sentido, el enfoque STEM, al fusionar disciplinas que tradicionalmente han sido enseñadas separadas, fomenta una forma de aprendizaje más integral, contextualizada y significativa. Esta perspectiva pretende formar a las generaciones actuales desde una visión innovadora, una de las expectativas de la presente investigación con estudiantes de básica primaria. Meyrick (2016) argumenta que los métodos resolutivos de enseñanza son una manera para fortalecer las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes, su entendimiento de los procesos y la comunicación eficiente. Así, se pretende atender las necesidades educativas en las áreas de ciencias y matemáticas, en sintonía con los problemas específicos de la región, el

país y el mundo, con los intereses, las capacidades y experiencias de aprendizaje previas de los estudiantes, utilizando metodologías activas de aprendizaje, particularmente el Aprendizaje Basado en Problemas. La adopción de la filosofía STEM para el aula de educación primaria en Los Morales tiene la oportunidad de ofrecer una experiencia para cambiar la educación y la formación de los estudiantes en sus comunidades. La investigación intenta situar el aprendizaje, capitalizando elementos que el medio rural dispone como un laboratorio natural para explorar y aprender a través de la solución de problemas y el hacer.

De igual forma pretende adaptar los conceptos STEM a las propias dinámicas del territorio, como la agricultura o la gestión de los recursos naturales, en clave de desarrollo sostenible. A través de STEM, los alumnos están en condiciones de construir aprendizajes más significativos y contextualizados, aplicando lo que aprenden a sus propias vidas, tomando los elementos teóricos que ofrecen la teoría constructivista y el aprendizaje significativo, lo cual es fundamental si se tiene en cuenta los desafíos del futuro. A su vez, la necesidad educativa de este estudio es buscar modelos pedagógicos para asegurar que las infancias rurales, atendiendo a sus intereses y necesidades, que no abandonen el campo y puedan generar desde una temprana edad habilidades y capacidades imprescindibles para la permanencia en la sociedad de la información.

Esto implica el desarrollo de habilidades clave necesarias para la realización en cualquier disciplina tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración, la cooperación, la comunicación y la resolución de problemas (Unesco, 2019), (un compendio esencial de habilidades en las regiones rurales en donde los estudiantes enfrentan desafíos singulares). En el mismo orden de ideas, investiga cómo a través de la ciencia se promueve la innovación, el emprendimiento, el sentido de pertenencia y la conexión de los estudiantes hacia su comunidad, fortaleciendo además sus habilidades digitales, inspirándolos a ser instrumentos de ideas aplicables y con soluciones creativas ante los problemas que aquejan a su comunidad rural.

Desde una perspectiva de lo institucional, la investigación es el resultado de una exigencia emanada de la comunidad de docentes y estudiantes de la Institución Educativa Los Morales. Si bien para los padres, sus hijos reciben una buena formación, tienen el deseo de que ésta se potencie con la aplicación de nuevas estrategias y metodologías. Si algunos profesores rascan algún problema, los profesores jóvenes y dirección del colegio ven en la introducción de las TIC y en las metodologías STEM una posibilidad para innovar en el aula de un colegio rural y llevar el aprendizaje a un camino distinto del trabajo tradicional. Por otra parte el presente estudio pretende revelar a los alumnos de básica primaria la dimensión social que

acompaña a las ciencias y las matemáticas, aportando a fomentar en ellos una imagen de construcción social del conocimiento y evitando que aborden a las áreas del conocimiento bajo concepciones erróneas como son pensar que las ciencias y las matemáticas son áreas lineales o alejadas de la realidad social, se espera además que permita a las niñas acercarse al conocimiento potenciar sus habilidades matemáticas.

En definitiva, esta investigación pretende no solo mejorar los resultados en matemáticas de los estudiantes de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales; también busca que los estudiantes obtengan un entendimiento más profundo de los conocimientos que imparten dentro y fuera del aula mientras experimentan con temáticas que les interesan o que ejercitan en su cotidianidad. Se anticipa que los estudiantes estén más motivados para involucrarse en su propio aprendizaje, que sean más autónomos y que construyan activamente su conocimiento. Por tal motivo la investigación se lleva a cabo con la participación de los estudiantes, docentes y padres de familia, para articular así un modelo de mejoramiento educativo sostenible y solidario para el contexto rural que contribuya a fortalecer los procesos de desarrollo social, económico y educativo.

Capítulo 2 – Fundamento de la Investigación

En el siguiente acápite se describen las bases y el fundamento teórico, conceptual, legal y a partir de un estado del arte o antecedentes, sobre las cuales se sustenta la investigación. A partir de estos apartados, se contrastan las teorías e investigaciones previas, con las dinámicas observadas y experimentadas en la Institución Educativa Los Morales, con el fin de llevar a nuevas reflexiones en los escenarios educativos rurales.

2.1. Antecedentes

En el siguiente apartado se presenta la revisión del estado del arte, relacionado con la temática objeto de estudio. Para tal propósito acude a las investigaciones previas que abordan el enfoque STEM, como un enfoque educativo que contribuye a fortalecer áreas del conocimiento como las matemáticas, y las integra con otras áreas como las tecnologías e ingeniería.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

El primer referente de investigación es el artículo de investigación elaborado por Cadena (2020): *“Aprendizaje basado en problemas aplicado en matemática”* (Ecuador). Esta investigación se centra en el uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en las matemáticas. Con ello, persiguió principalmente examinar qué impacto tenía el ABP, como complemento de la enseñanza tradicional, en el aprendizaje de los estudiantes. La metodología utilizada fue el desarrollo del RBH como una técnica educativa.

La valoración de los resultados fue en términos cualitativos muy positivos, debido a la satisfacción de poder hacer una relación más íntima entre teoría y práctica, lo cual parece implicar una mayor influencia en como los estudiantes aprenden y como reciben las estrategias de docencia. En definitiva, se concluye que la implantación del ABP es un gasto formativo prioritario que repercute positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes. Lo significativo para el nuevo estudio es que en éste también se atestigua que el ABP mejora el rendimiento en matemáticas, evidenciando así la conveniencia de introducir este procedimiento en la estrategia sugerida para las operaciones aditivas.

Seguidamente, Forero (2020) realizó la investigación que consistió en el: *“Desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de cinco años, a través de un programa educativo interactivo”*. La presente investigación buscó fortalecer el pensamiento lógico-matemático en niños de cinco años mediante un programa educativo interactivo. La metodología utilizada

consistía en el diseño de un programa educativo interactivo basado en la secuencia, orden y reconocimiento numérico.

Los resultados indicaron que el programa de educación a distancia era plataforma adecuada para motivar a los niños y fortalecer sus capacidades relacionadas con el pensamiento lógico-matemático. La conclusión más importante es que el uso de tecnología es un método muy motivador para niños y que los interactivos favorecen la interacción del niño con el medio de aprendizaje incentivando así a pensar lógico matemáticamente. Lo más relevante en este estudio es que pone de manifiesto la posibilidad de potenciar el pensamiento lógico-matemático en edades tempranas a través de las herramientas TIC (software interactivo), que es fundamental para la suma en segundo grado, justifica así la mediación tecnológica en la propuesta educativa.

De igual manera, se llevó a cabo el estudio de Riveros y Rengifo (2022): *“El aprendizaje basado en problemas (ABP) en la educación matemática”*. Esta investigación fue orientada por la intención de realizar una revisión documental para dar a conocer los avances en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la educación matemáticas. La metodología fue un estudio documental sistemático de la literatura relacionada con el tema a nivel nacional colombiano.

Se determinó consistentemente, entre los resultados, que el ABP promueve la mejora en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas. Existe una fuerte recomendación para fomentar con mayor ímpetu el ABP en la educación matemática dentro del contexto colombiano, debido a sus efectos positivos comprobados: esta es la principal conclusión. Lo que aporta para el estudio actual es la validación del ABP como una metodología efectiva para docencia de matemáticas en el caso colombiano, lo que constituye un sustento teórico y contextual directo para el desarrollo de la estrategia pedagógica propuesta.

De igual forma, Vargas (2025) efectuó la investigación: *“Aprendizaje Basado en Problemas: Una Propuesta para la Primaria en el Sector Rural”*, en Perú. La investigación se centra en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como alternativa en la educación primaria en área rural. Entre sus metas principales estaba la de exponer el ABP como vía para la mejora en la solución de problemas matemáticos en este particular ámbito. La metodología se enuncia como la construcción de una propuesta educativa activa y centrada en el alumno.

Los resultados indicaron que el APB promueve un enfoque de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno, el cual aprovecha el conocimiento previo para la adquisición de capacidades y habilidades en la resolución de problemas en matemáticas. Se concluye que dicha metodología promueve un proceso de aprendizaje mutuo que resulta beneficioso en un

ámbito rural. Esta investigación es de suma importancia, dado que se centra directamente en la implementación del ABP en educación primaria dentro de un contexto rural, lo que permite corroborar la transferibilidad y eficacia de la estrategia en el contexto específico de la Institución Educativa Los Morales fortaleciendo así, la pertinencia de la propuesta para la población destinataria.

Finalmente, Toalombo et al. (2025), se señaló como trabajo: *“El Aprendizaje Basado en Problemas: una metodología para el desarrollo del Aprendizaje Significativo de las Matemáticas”*, desde Ecuador. Esta investigación tuvo por finalidad general examinar el Problema basado en el aprendizaje (PBL) como estrategia para el aprendizaje significativo en matemáticas. La metodología fue presentar el ABP como una dinámica participativa y activa para la solución de problemas reales. Los resultados sugieren que la implementación del ABP pretende cambiar la relación entre profesores y alumnos hacia una mayor colaboración y protagonismo estudiantil.

La principal conclusión es que el ABP se presenta como una metodología que permite detectar y trabajar las lagunas formativas, impulsando una docencia más activa, participativa y centrada en el alumno en el área de las matemáticas. Su aporte más valioso reside en profundizar cómo el ABP propicia en las matemáticas un aprendizaje significativo, que hace al alumnado autónomo y capaz de emplear conocimientos teóricos y prácticos, lo cual se constituye como un eje rector para el desenvolvimiento del pensamiento lógico-matemático además dentro de su investigación.

2.1.1.1. Antecedentes Nacionales

En el ámbito colombiano, Jurado, Ramírez y Alba (2020) realizaron un estudio sobre la innovación STEM en aulas rurales: una alianza entre la ingeniería y los colegios, en la ciudad de Bogotá. Se elaboró una propuesta didáctica con la finalidad de reforzar los saberes de forma lúdica y así motivar a los estudiantes a escoger una carrera profesional, destinada para estudiantes de primaria de 7 a 11 años del área rural. Esta investigación fue inédita en cuanto a presentar un modelo que posibilita el fomento de la igualdad de género y la protección ambiental, mediante tres fases: diagnóstico, diseño e implementación y desde una perspectiva sistémica de gestión organizacional, mediante metodologías propias de la ingeniería (*CDIO o Conceive, Design, Implement, Operate*) y *PAR (Participary, Action, Research)*.

Con la aplicación de una metodología, totalmente distinta a la colombiana tradicional, los docentes son conscientes de las posibles discordancias que podrían generarse en ellos, con las directivas de los planteles y las familias mismas, debido a los conocimientos técnicos y

prácticos que, dichos profesores, muchas veces carecen. Por lo tanto, es importante tener en cuenta que una modalidad como STEM requiere de docentes altamente calificados en sus áreas, con una visión innovadora y la utilización de metodologías activas, que son vitales para el éxito en los aprendizajes que se fomentan a través de ésta. Es un reto que se extiende a las escuelas rurales, ya que la accesibilidad, distancias y la falta de formación específica del profesorado hace inviable la implementación de STEM.

Por su parte, Sánchez y Rodelo (2021), realizaron un estudio documental referente al enfoque STEM: integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. Así, la revisión documental da cuenta de la historia de la perspectiva STEM y su relevancia para el desarrollo educativo de las escuelas oficiales rurales colombianas. Con un diseño de estudio mixto, realizaron encuestas a profesores, alumnos y administrativos de instituciones educativas rurales en el departamento del Atlántico con el fin de describir los elementos que posibilitan la aplicación del enfoque STEM en dichas escuelas. En consecuencia, concluyeron que el enfoque STEM es, tal vez, un camino para elevar el nivel académico de las escuelas rurales colombianas, por ser un eje transversal, flexible y contextualizado con la naturaleza de las instituciones, que posibilita hacer los procesos educativos significativos para estudiantes y docentes.

De forma posterior, Salas (2022) desarrolló su investigación sobre la educación STEM como estrategia para trabajar el pensamiento tecnológico en la I.E. La Inmaculada de San Antonio, Caldas. Por ello estableció como finalidad general determinar el impacto de la Educación STEM en el pensamiento tecnológico de los estudiantes, y de qué manera contribuye a que éstos adquieran habilidades para triunfar en sus profesiones. Con un enfoque cuantitativo de investigación, midió el grado de influencia de la educación STEM en el pensamiento tecnológico de los estudiantes a través de una prueba estadística.

Como resultados mostró que el pensamiento tecnológico se puede mejorar a través de la aplicación de secuencias de aprendizaje basadas en el conocimiento STEM. A partir de este estudio, se concluye que el uso del enfoque STEM para la exploración y construcción del conocimiento en disciplinas tales como tecnología resulta ser positivo para los alumnos y que éstos además fortalecen sus competencias digitales, competencias para el presente siglo

De los antecedentes expuestos, se concluye que los hallazgos evidencian que existen evidencias claras y sólidas a favor de la eficacia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la enseñanza de las matemáticas. Referentes a como Cadena Zambrano 2020 y Riveros y Rengifo (2022), el ABP no solo contribuye a un aumento en el rendimiento académico, sino que se aboga entre otros por un aprendizaje más significativo y una vinculación muy estrecha

entre la teoría y la práctica. la investigación de Forero (2020) resalta la relevancia de la mediación tecnológica (TIC) para fortalecer el desarrollo lógico-matemático en la infancia, lo cual es un hallazgo fundamental que sustenta la propuesta pedagógica que planteas. Finalmente, Vargas (2025) y Toalombo et al. (2025) refuerzan la buena aplicación y resultado del ABP en instituciones rurales, al potenciar el desarrollo de potenciamiento en actitudes tales como la precisión, y la tolerancia a través de una metodología que caracteriza como más activa y colaborativa.

En el contexto nacional, los antecedentes subrayan el gran potencial del enfoque STEM para transformar la educación rural en Colombia. Estudios como el de Sánchez y Rodelo (2021) revelan que STEM, al ser un eje transversal y contextualizado, puede ser una vía para mejorar los indicadores académicos en las escuelas rurales. Asimismo, la investigación de Salas (2022) valida que la aplicación de secuencias de aprendizaje STEM tiene resultados positivos en el desarrollo del pensamiento tecnológico y las competencias digitales de los estudiantes. Aunque Jurado, Ramírez y Alba (2020) advierten sobre los desafíos que presenta la implementación de este enfoque, principalmente la necesidad de una formación docente especializada, la investigación en su conjunto provee un respaldo teórico sólido para la relevancia y viabilidad de tu propuesta pedagógica, al demostrar que el enfoque STEM es un camino efectivo para hacer de los procesos educativos una experiencia significativa y preparar a los estudiantes con las habilidades del siglo XXI.

2.2. Marco Teórico

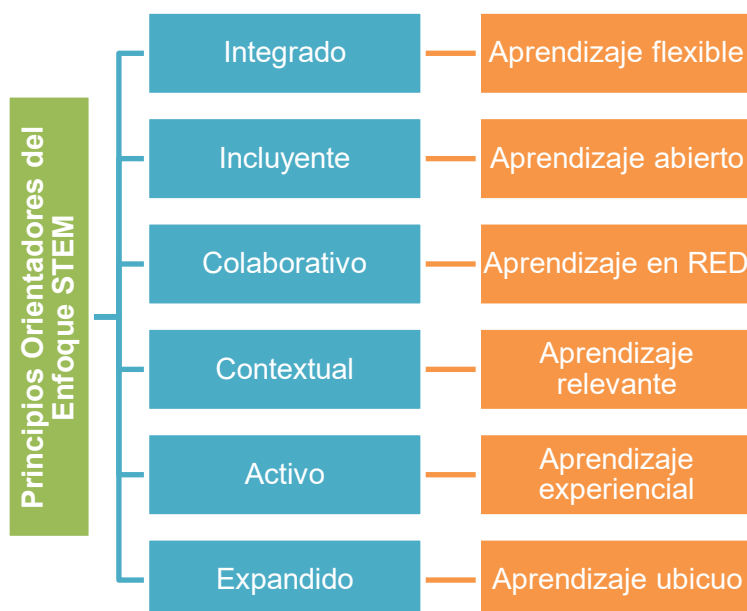
En este apartado se presentan las bases y el fundamento teórico de la investigación. De esta manera, se describen a partir de autores, las categorías principales: el Enfoque STEM, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y el Pensamiento Lógico-Matemático, con sus respectivas subcategorías.

2.2.1. El Enfoque STEM

El método STEM (del inglés *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) es una innovación educativa relativamente nueva. Este paradigma tiene su raíz en el entrecruzamiento interdisciplinario en cuatro campos del saber fundamentales no solo para la educación académica sino para el avance de las sociedades modernas. Esta aproximación tiene un conjunto de principios rectores que configuran su esencia. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2022), como consta en su documento “Visión STEM + educación expandida para la vida”, estas características distintivas están:

Figura 3

Principios rectores del enfoque STEM



Nota: Adaptado de “Visión STEM+ educación expandida para la vida”, del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2022).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional de Colombia 2022, el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es la consideración conjunta de los

cuatro campos del conocimiento. Esta confluencia responde en gran parte a una flexibilización en cuanto a contenidos curriculares/temáticos y una innovación propiciadora de ambientes diferentes para el estudio. Este método de enseñanza se basa en la interdisciplinariedad de distintas áreas. Comprende las ciencias naturales, las matemáticas (incluyendo estadística y geometría), la tecnología y la informática. Además, incorpora un elemento innovador: la ingeniería. Este último es fundamental para transformar las experiencias de aprendizaje en la concepción de artefactos y procesos que atiendan necesidades del mundo real.

De acuerdo con Bybee (2010), la alfabetización STEM se fomenta en contextos amplios como la salud, la eficiencia energética, los recursos naturales, la calidad del aire y la protección contra peligros. Bybee (2010) también identifica cuatro elementos que se relacionan entre sí y que son complementarios en la alfabetización STEM:

- Poseer conocimientos científicos, tecnológicos, ingenieriles y matemáticos que permitan plantear interrogantes, identificar problemas, dar soluciones y crear nuevo conocimiento.
- Entender qué características definen a estas cuatro disciplinas en los métodos de investigación, diseño y análisis.
- Recibir una educación en estas disciplinas para que eventualmente puedan contribuir con ellas a nuestro mundo en un sentido material, intelectual y cultural.
- Participar en los asuntos relacionados con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas como ciudadanos bien informados, interesados y productivos.

La educación STEM en la se basa en múltiples recursos didácticos que favorecen el proceso formativo en todos los niveles de educación. Entre estos materiales se encuentran juegos y libros recreativos, documentales, proyectos, entre otros, en los que los alumnos toman una posición activa en su educación. No obstante, esta mentalidad implica a su vez un cambio y un trabajo conjunto con la comunidad educativa en general. Bustamante (2020) manifiesta: “tener entre manos la educación STEM es comprometer a diferentes actores del hecho educativo, promover la participación del padre de familia, preservar el trabajo colaborativo entre el cuerpo docente, motivar a los niños y niñas a pensar, a descubrir, a explorar y a crear” (p. 17).

En tal sentido, STEM es un enfoque pedagógico que busca desarrollar la creatividad, la cooperación, el trabajo en equipo, la innovación y el pensamiento crítico. Su fin es formar alumnos flexibles, resolutivos y motivados, con capacidad para transferir sus aprendizajes a

nuevas situaciones problemáticas y contextos significativos (*International Science Teaching Foundation*, 2023). Lo que les da la posibilidad de ser autónomos y trabajar eficientemente en equipo. Hay que decir que, aunque son muchas las ventajas que trae consigo el enfoque de tipo educativo STEM, hasta ahora no se ha hecho una aplicación efectiva de ésta en Colombia. Sin embargo, se ha observado progreso de manera significativa en varios sectores. El Ministerio de Educación Nacional (2022) ha sugerido modelos como el de CTel (Ciencia, Tecnología e Innovación) y promovido una concepción educativa para el futuro del país.

Al mismo tiempo, el Ministerio también se ha planteado el reto de cambiar las prácticas educativas en todo el país. Para tal efecto, ha elaborado documentos clave de su plan decenal de educación (2016-2026), entre ellos los CONPES. Estas son para promover la adopción de la nueva era tecnológica, con la mejora uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Tales recursos digitales son esenciales para la exploración de conocimiento en una variedad de campos y también unen a profesores, comunidad y estudiantes. En vista de ello, la educación STEM tiene muchas ventajas para los estudiantes en el estudio. El enfoque El Ministerio de Educación Nacional (2022) señala: “estimula el desarrollo de conocimientos, actitudes y habilidades para resolver problemas, pensar críticamente, ser creativo y trabajar colaborativamente con grupos diversos que se requieren para acceder a oportunidades de emprendimiento, laborales y profesionales del siglo XXI”, en tanto tales competencias se relacionan con la competencia del siglo XXI. Así, se promueve la creativa y novedosa combinación de habilidades del siglo XXI.

Actualmente, el traspaso del conocimiento en el ámbito educativo STEM es un reto considerable para los docentes, con repercusión en la eficacia de dicho enfoque didáctico innovador. Toda vez que las escuelas implementan el modelo STEM para desarrollar habilidades críticas y para promover el avance en las áreas de ciencias y tecnologías en los alumnos tales como pensamiento creativo y solución de problemas (Santamaría et al., (2022)). Sin embargo, se requiere que la transferencia de conocimiento sea correcta para que el resultado sea una buena educación. La metodología STEM se ha destacado en la educación moderna debido al desarrollo de habilidades para el siglo XXI.

Sin embargo, la falta de transferencia de conocimientos entre las disciplinas STEM es un desafío clave. Implementar este enfoque pedagógico y fluir en las escuelas para superar los obstáculos está vinculado con la transferencia de conocimiento con STEM. La educación STEM es una propuesta pedagógica integral que se centra en la solución de problemas significativos, próximos a las experiencias de los alumnos y con la preferencia por el uso de metodologías interdisciplinarias o transdisciplinarias.

Por una parte, comparte una base común con los enfoques STEM que buscan, principalmente, incentivar vocaciones científico-tecnológicas. Por otra, contempla la inclusión de las artes, lo cual, según diversos autores, favorece la recuperación de objetivos y propósitos educativos orientados al desarrollo competencial integral, la inclusión social, la participación ciudadana o la sostenibilidad (entre otros, Colucci-Gray, Burnard, Gray y Cooke 2019, Ortiz-Revilla, Greca y Adúriz- Bravo 2018, Zeidler 2016).

Del mismo modo, en el panorama educativo actual la introducción de perspectivas interdisciplinarias gana relevancia y visibilidad como vías para desarrollar las capacidades más polisémicas y competencias del estudiantado (Sánchez y Quintero, 2023). El modelo STEM ha aparecido por lo tanto, como un amplio marco curricular, que puede combinar el pensamiento lógico con la creativa. En este sentido, Vennix et al. (2018) expresa que una variedad de investigación ha validado que el aprendizaje basado en STEM no solo apoya el desarrollo de las habilidades de planeación curriculares, sino que también aumenta la motivación de los estudiantes en el aprendizaje. También, Lin y Tsai (2021) confirman que el uso de la metodología STEM es un factor crucial para elevar el desempeño académico, debido a que están relacionadas positivamente con la motivación y el interés por aprender.

Mientras que se parece en algunos aspectos a los enfoques STEM, que tienen un amplio interés en motivar vocaciones científico-tecnológicas, también tiene diferencias. Por otra parte, contempla la inclusión de las artes, lo cual, de acuerdo con diversos autores, favorece el debate para la inclusión social, la participación ciudadana o la sostenibilidad, entre otros (Bravo, 2018; Zeidler, 2016).

Como se aprecia, trabajar en STEM proporciona oportunidades para trabajar en equipos colaborativos, es una invitación para cerrar brechas de género que suelen darse en los escenarios escolares. Según Kluwer (2021) se hace preciso incitar a las niñas en edad escolar a dedicarse a las técnicas de la metodología STEM, ante el auge de la ciencia y las tecnologías y su relevancia en el desarrollo social y económico. En consecuencia, la investigación que se presenta tiene como antecedente el deseo de mejorar el desempeño escolar en los alumnos de primaria, valiéndose de la metodología STEM, sembrando en ellos el interés en aprender ciencia, matemáticas y tecnologías desde el ámbito educativo rural.

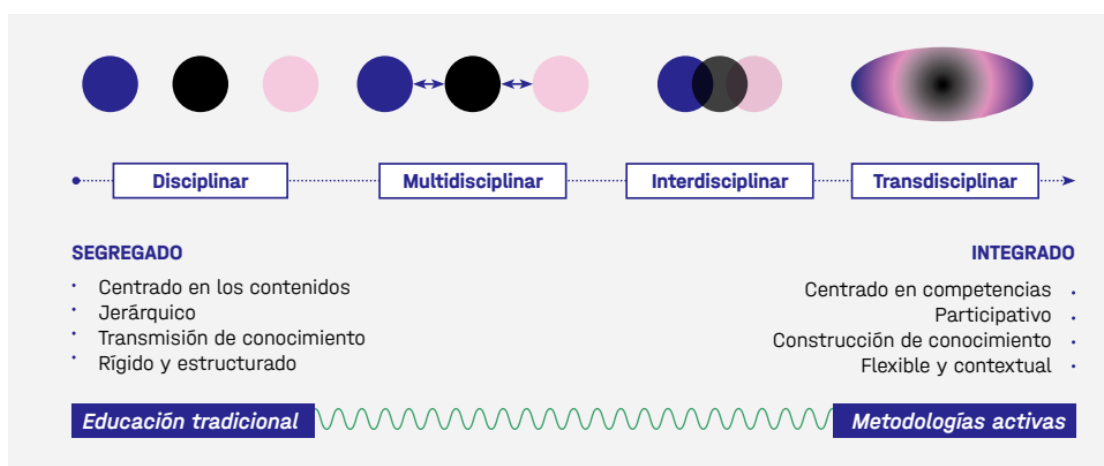
2.2.1.1. Principios Orientadores del Enfoque STEM

Por medio del documento Visión STEM, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2022), se establece que los principios orientadores son “visión que funciona como lente a través del cual se observan, valoran y, en última instancia, interpretan atributos centrales

del modelo de educación STEM. Estos, junto con la definición, deben ser considerados en el desarrollo de directrices, marcos, programas o actividades para llevarse a cabo en la implementación” (p. 22). El principio de formación flexible aplica una flexibilidad en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, metodología y pedagogía con el fin que atender que los alumnos puedan vincularse con los campos del saber en forma integrada. Este principio exige una comprensión profunda, flexible y coherente de conocer y aprender el contenido como un requisito previo para estudiar acerca de cómo enseñar el contenido. La integración del conocimiento se muestra en la figura (4), y se compone de disciplinar, multidisciplinar y transdisciplinar.

Figura 4

Representación de la integración disciplinar



Nota: El enfoque integrado apunta a la transformación del currículo y de los procesos de enseñanza y aprendizaje actuales, para lograr una educación relevante, centrada en las competencias y conectada con las exigencias del presente siglo. La figura fue adaptada del diseño conceptual de Nadelson y Siefert (2017).

En relación con el principio incluyente o de aprendizaje abierto se destaca que al aplicar las diferentes técnicas que permite la inclusión activa de los participantes individuales del grupo se facilita la participación de su mente y cuerpo en el aprendizaje. Este principio está relacionado también con la enseñanza para la diversidad y la inclusión, con la promoción del sentido de pertenencia hacia la institución educativa y hacia los campos STEM, y con la potenciación de vivencias auténticas, orientadas a problemas reales del mundo (MEN, 2022). El principio colaborativo o de aprender en red, es para su despliegue, desde la diversidad, la valoración de las diferencias y la complementariedad de pensamientos e ideas. Se cultiva mediante los numerosos trabajos en equipo tales como la resolución de problemas comunes o

de tareas del mundo real a través de candidaturas enriquecedoras, enternecedoras y motivacional.

2.2.2.2. *STEM y Matemáticas*

STEM y el pensamiento lógico-matemático se encuentran estrechamente relacionados, pues ambos se retroalimentan. STEM ofrece un marco contextual realista y desafiante para “la utilización de las habilidades de pensamiento lógico-matemático” (Caiza, 2020) y el pensamiento lógico-matemático contribuye a la comprensión y solución de problemas en STEM. Esta relación es básica para promover el desarrollo integral del educando en aspectos claves para su éxito en el mundo actual y del futuro. Existen muchos estudios que apoyan la aplicación de métodos de enseñanza basado en el modelo STEM, prestando especial atención al fomento del pensamiento matemático.

A pesar de que los conceptos matemáticos pueden parecer abstractos para los alumnos, STEM proporciona métodos para acercar esta materia a ellos e indican la forma en que se puede utilizar en su vida diaria (Bedewy et al., 2021). El pensamiento matemático se refiere a la competencia razonamiento que da pie a la resolución de problemas en diversos escenarios (Carreño, Palacios y Medina, 2023). Esto supone trabajar la comunicación y algunas habilidades propias de las matemáticas, como la modelización y la representación (MEN, 2015).

En este aspecto, aparece una correspondencia directa con el modelo pedagógico STEM. Concernientes a pensamiento matemático son los problemas contextualizados los que promueven la interdisciplinariedad tan propia del STEM. De este modo, esta mirada halla un espacio fértil para ser desarrollada en el aula (Alsina y Salgado, 2018) mediante proyectos que contemplan el trabajo colaborativo, la integración de áreas y la investigación (Solano-Díaz et al., 2023; Zamorano et al., 2018). Por otra parte, Bertrand y Namukasa (2023) han sugerido varias fases de aprendizaje para una aplicación exitosa del método STEM. Estos están formados por cuatro componentes enlazados, su evolución permite diseñar experiencias de aprendizaje profundas. La finalidad principal es alcanzar las metas formativas planteadas, sobre todo en el área de las matemáticas. Se proponen las siguientes fases:

Construcción de la curiosidad: Esta etapa tiene como objetivo conectar al estudiante con el objeto de estudio de forma motivadora. El objetivo es atraer su mirada e interesarlo. Se recomienda lograrlo con tareas prácticas y experiencias de la vida real que inspiren la curiosidad y la formación de habilidades clave.

Recopilación de datos y hechos: Esta fue la etapa II, que corresponde a realizar un análisis profundo de una problemática para su resolución. Se exige a los estudiantes que hagan una lluvia de ideas, organicen procesos o elaboren un plan, y que utilicen los conocimientos que tenían anteriormente. Además, se estimula a los estudiantes a investigar para que puedan proponer posibles soluciones, fomentando así el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, pensamiento crítico, lógica y razonamiento

Fabricación y perfeccionamiento: Aquí, los alumnos trabajan en la creación de un prototipo que se ocupa del problema planteado. En este momento se les da la libertad para que sean creativos y presenten su propuesta de la manera que consideren más apropiada de acuerdo con sus propios objetivos.

Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro: Esta etapa consiste en dar a conocer a toda la comunidad educativa el trabajo realizado en las fases anteriores. Su finalidad es probar el prototipo desarrollado y pensar en posibles mejoras de futuro. En resumen, el desarrollo de la implementación de la educación basada en STEM puede facilitar significativamente el conocimiento y habilidades en matemáticas en diferentes niveles de educación. En esta área se integran elementos fundamentales de las matemáticas tales como el razonamiento lógico, la solución de problemas, los conceptos geométricos y el análisis de los datos. Todo ello se promueve de forma activa a través del modelado, las tecnologías y otras estrategias pedagógicas (Fernández et al., 2020).

2.2.2. Aprendizaje Basado en Problemas

El aprendizaje basado en problemas es una estrategia docente que se ubica “dentro del ámbito de las pedagogías activas y más concretamente la estrategia de enseñanza de tipo aprendizaje por descubrimiento y construcción, que se encuentra enfrentada a la estrategia expositiva magistral” (Restrepo, 2023, p. 121). Para efectos de esta investigación, el ABP es clave debido a que se pretende que sea el estudiante quien a través del descubrimiento y la construcción se apropie de su proceso de aprendizaje, a que busque la información, seleccione lo que es útil, organice e intente resolver con ella los problemas que se le presentan.

En el ABP el profesor desempeña su papel como guía, expositor de las problemáticas, quien también recomienda las fuentes de información y está a la disposición para disipar las dudas y las inquietudes de los alumnos. En este sentido, Prieto (2006) sostiene que el aprendizaje basado en problemas (ABP) es una “potente y flexible estrategia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes universitarios en múltiples áreas basándose en lo que hacen” (p.

4). Pero precisamente esa misma condición es la que se debería destacar del ABP, ya que no solo fomenta la autonomía de los estudiantes, sino que atiende al desarrollo de múltiples competencias indispensables. Entre ellas se destacan las que señala De Miguel (2005):

- Resolución de problemas;
- Toma de decisiones;
- Trabajo en equipo;
- Habilidades de comunicación (que incluyen la argumentación y la presentación efectiva de la información);
- Desarrollo d actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.

Para autores como Burch (2010), el APB es un proceso de aprendizaje por ciclo; el ciclo se compone de cinco etapas, son las siguientes: problema, análisis preliminar, indagación, interpretación y presentación. En las diferentes fases –añade el autor–, los grupos de estudiantes discuten los materiales, y cada uno de sus miembros contribuye con su aportación al debate, que es alimentado por el docente. Según Muñoz (2010), el problema se configura como la demanda de lo que los estudiantes deben saber; ello implica, para el autor, saber identificar, localizar y utilizar recursos bibliográficos, además de fuentes de datos apropiadas. Asimismo, Muñoz (2010) establece que:

- Cada miembro del grupo de investigación se ve obligado a plantearse qué se conoce del problema que se investiga, qué es lo que se requiere para resolverlo, y qué sería preciso hacer para resolverlo, en un análisis preliminar.
- Por lo tanto, el análisis preliminar es también la división del trabajo entre los miembros de un grupo.
- Luego la investigación requiere que cada alumno, en equipos o de manera individual, realice una búsqueda de información que puede ser relevante en múltiples formatos de trabajo (trabajo de biblioteca, trabajo de campo, entrevistas, etcétera).
- Con la información general relevante se comienza la fase de interpretación que puede ser cualitativa (descripción), cuantitativa (medición numérica de resultados), o ambas simultáneamente y en forma complementaria.
- Por último, la elaboración de un documento de tipo reporte supone la habilidad de formular nuevas ideas a partir de resultados nuevos ello como consecuencia de un proceso esencial de incorporar los conocimientos recién adquiridos. (p.4)

La definición anterior permite inferir que el aprendizaje basado en problemas ayuda a generar un desarrollo intelectual y cognitivo más avanzado, con nuevas ideas y alternativas de solución al problema inicial. Para los propósitos del presente estudio, el aprendizaje basado en problemas debe tomar en consideración en el contexto educativo rural, el uso de materiales estimulantes que represente hechos reales en la comunidad rural; que los recursos conduzcan al desarrollo del pensamiento crítico; coordinar a los estudiantes para que puedan trabajar en grupos cooperativos; guiar a los estudiantes para asegurar que la información a consultar sea relevante y de fuentes confiables, tomando en cuenta sus edades y nivel de escolaridad.

2.2.2.1. Características del Aprendizaje Basado en Problemas

De acuerdo con Exley y Dennick (2017), el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es un modelo de aprendizaje activo que además es cooperativo y orientado al estudiante y conduce a un elevado nivel de motivación para el aprendizaje autónomo. A continuación, le presentamos sus principales características:

- *El ABP es una metodología de enseñanza-aprendizaje centrada en el estudiante y en el proceso de aprendizaje:* A través del trabajo individual y en equipo, los estudiantes deben cumplir con las metas fijadas dentro de un tiempo determinado.
- *Trabajo en grupos pequeños:* Los alumnos trabajan en pequeños grupos reducidos (Morales y Landa, 2014; Exley y Dennick, 2017; De Miguel, 2005). Este modelo potencia el manejo eficaz de conflictos y favorece que todos los participantes se comprometan en los resultados. Esta responsabilidad compartida motiva intensamente la atención hacia la tarea y un compromiso verdadero no sólo con sus propios aprendizajes, sino también con los de sus compañeros.
- *Interdisciplinariedad:* El proceso metodológico es transdisciplinar, permite relacionar diversas materias o disciplinas académicas. Para solucionar un problema, puede ser necesario e incluso aconsejable que los alumnos utilicen información de varias materias. Esto permite a sus alumnos integrar lo aprendido en un todo coherente. ABP puede utilizarse también como una táctica híbrida en el proceso de tutorización y aprendizaje, debido su flexibilidad de aplicabilidad. No obstante, también es adaptable para todo un curso académico en una sola materia o, si se desea, para articular el currículo de un programa académico completo a partir de este método.

El desarrollo de la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se encuentra normalmente caracterizado por una serie de etapas. Aquí se ofrecen dos modelos de etapas que, aunque son diferentes, tienen como fin común el de orientarse en el proceso de aprendizaje. Morales y Landa (2014) diseñan un procedimiento de ABP que consta de ocho etapas. (ver figura (5):

Figura 5

Fases del ABP (estudiantes)



Nota: Desarrollo del proceso ABP en los estudiantes o aprendices. Figura adaptada al modelo de Morales y Landa (2014).

Los autores anteriormente citados subdividen el aprendizaje en etapas que son todas clave para la solución del problema. La primera etapa se centra en leer y analizar el escenario o el problema. Aquí, el propósito es que los estudiantes puedan entender claramente el enunciado y las necesidades de éste. Es necesario que cada jugador conozca el problema. Para ello, el maestro puede monitorear las conversaciones de grupo y, si algún asunto en particular demanda más atención, hacerlo en plenaria con los grupos. Los siguientes pasos (2, 3, 4 y 5) conducen al planteamiento del problema con la intención de que los estudiantes adquieran una real conciencia del problema. Esto significa hacer hipótesis sobre cuáles puedan ser las causas del problema, sus fuentes, las primeras ideas para solucionarlo. El tercer paso, de forma concreta, conlleva que el equipo aplique los conocimientos que ya tienen, así como la

información específica sobre el problema que han detectado y que podrían utilizar para solucionarlo.

El siguiente paso (paso 4) es fundamental para que los estudiantes tomen conciencia de lo que desconocen - lo que no saben y tendrán que aprender para resolver la cuestión. Durante esta etapa pueden hacer preguntas que orienten la búsqueda de respuestas. Después de haber compartido y consolidado esa información, los estudiantes deben planificar todas las actividades que el grupo realizará para tratar el problema. Esto requiere planear la investigación (paso 5) en términos precisos, lo que los ayudará a establecer una definición adecuada y específica del problema (paso 6) por la que investigarán.

Seguidamente, el paso 7 se dedica a estudiar el trabajo individual. Cada integrante del equipo tiene una parte asignada, y debe obtener la información necesario, estudiarla, entenderla y pedir ayuda si la necesita. Por último, en el Paso 8, los alumnos vuelven a sus groups para compartir todo lo que han descubierto. La idea es compartir la sencillez del proceso para resolver el problema y los resultados. Terminado ese ciclo, se repite el proceso con la planteamiento de un nuevo problema.

2.2.3. Pensamiento Lógico Matemático

El pensamiento matemático es una competencia fundamental que brinda la base para el razonamiento y la solución de problemas en distintos contextos. Carreño, Palacios y Medina (2023) lo entienden como la facultad de razonar, lo cual a su vez les posibilita la resolución de problemas en distintos ámbitos. Esta capacidad no es sólo la manipulación de números, sino también la aptitud para analizar dificultades desde diferentes perspectivas y lograr soluciones mediante caminos lógicos. Por otro lado, el pensamiento matemático no se limita al razonamiento en sí, teniendo también que ver con la comunicación y con otras habilidades matemáticas. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2015) de Colombia, este proceso involucra habilidades como modelar y representar.

Esto implica que el pensamiento matemático dota a las personas de la capacidad para traducir situaciones complejas en lenguaje matemático, elaborar modelos para examinar dichas situaciones y comunicar los resultados en forma clara y consistente. Esta concepción de pensamiento matemático y resolución de problemas contextualizados, se relaciona directamente con la enseñanza en relación con educación STEM. La multidisciplinariedad que es propia de las líneas STEM facilita que los alumnos puedan trabajar los problemas de una forma global, teniendo conocimientos de distintas disciplinas. Alsina y Salgado (2018) plantean

que esta perspectiva se puede considerar como significativa para el aula, en cuanto a que ayuda a que los estudiantes conecten teoría y práctica.

La actividad de pensar matemáticamente en el aula está enriquecida por medio de proyectos. tales proyectos (Solano-Díaz et al., 2023; Zamorano et al. 2018) tienen que estar basados en el trabajo colaborativo, el entrelazamiento de diferentes áreas del conocimiento y la investigación. Esta metodología activa posibilita que los estudiantes no únicamente adquieran conocimientos, sino que también obtengan competencias claves tales como la colaboración, la creatividad y la búsqueda de soluciones a través de la investigación.

Además, el pensamiento lógico-matemático es una aptitud básica, la cual que se refleja en múltiples características relacionadas entre sí, y todas tienen que estar presentes para que el razonamiento y solución de problemas sea adecuado. En unas pocas palabras, esto es: “Deducción e Inducción son las dos reglas para diferenciar y aplicar entre las acciones y decisiones para llegar a una solución en varias cosas”. Determinados autores, como Carreño, Palacios y Medina (2023), lo definen precisamente por esta cualidad: la capacidad de razonar para resolver problemas en cualquier ámbito. Esto requiere que uno sea capaz de pensar en situaciones, buscar patrones, y elaborar argumentos para determinar si las conclusiones que hemos sacado son válidas, más allá de sólo hacer cuentas.

Más allá del razonamiento puro, el pensamiento lógico-matemático se caracteriza por su posibilidad de comunicación y por el desarrollo de habilidades que lo propio a las matemáticas. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2015) señala que este procedimiento contempla la modelación y la representación. Esto se traduce en que los individuos que han desarrollado pensamiento lógico-matemático son capaces de traducir fenómenos del mundo real a un lenguaje simbólico, construir modelos que permiten comprender y predecir conductas, y expresar sus ideas y soluciones de modo claro y conciso a través de gráficos, diagramas o ecuaciones. Se trata no sólo de resolver, sino de procesar el resultado y el procedimiento.

Una diferenciación clara entre ambas formas de pensar radica en el hecho de que los problemas que se intentan resolver se contextualizan, acercándolo de manera intrínseca a corrientes pedagógicas como STEM. La capacidad para solucionar problemas de la vida real que requieren una integración interdisciplinaria del conocimiento es esencial. Alsina y Salgado (2018) destacan que esta aproximación se entrelaza de forma idónea en el aula, ya que posibilita que el alumnado establezca vínculos significativos entre teoría y práctica. El pensamiento lógico- matemático se desarrolla cuando se le somete a problemas reales, que

necesitan de un pensamiento interdisciplinario y de la utilización de conceptos abstractos en situaciones concretas.

En definitiva, el razonamiento matemático debe considerarse como una capacidad integrada, que abarca aspectos de la lógica combinatoria, plantearse problemas en diversas situaciones y también trabajar determinados elementos de comunicación, modelización y representación. La aplicación de metodologías propias dentro de prácticas como STEM fomenta el desarrollo de competencias en un ámbito colaborativo contextualizado que posiciona al alumnado para que utilicen herramientas analíticas y creativas para afrontar problemas del mundo real.

Por último, la colaboración y la investigación multiplican por mil la potenciación del pensamiento lógico matemático. Solano-Díaz et al. (2023) y Zamorano et al. (2018) señalan la relevancia de proyectos que integren la vinculación de diferentes áreas y el abordaje investigativo. Esta característica conlleva que el aprendizaje no es un proceso solitario, sino es una construcción social. Los estudiantes interactúan en la solución de problemas complejos, no sólo refuerzan sus conocimientos de las matemáticas y la lógica, sino que también adquieren habilidades sociales, de comunicación, y habilidades de pensamiento crítico que pueden ayudar a los desafíos del mundo real en colaboración.

2.2.3.1. Operaciones con Adición

La suma, o adición, es una operación básica y fundamental en las matemáticas que aplicamos para juntar cantidades. En resumen, consiste en juntar o agrupar cosas para tener más. Según Van de Walle, Karp y Bay (2019) la suma es una operación que encuentra su base en la idea de juntar o combinar conjuntos discretos de objetos. En otras palabras, al sumar estamos combinando elementos de dos o más conjuntos en uno sólo, y por ello obtenemos un número final

2.2.3.1.1. Propiedades Clave de la Adición

De acuerdo con Van de Walle, Karp y Bay (2019), sumar no es simplemente contar y agrupar, tiene propiedades particulares que hacen que se facilite su comprensión y aplicación, lo que la hace previsible y estable.

Propiedad Conmutativa

Esta propiedad establece que el orden de los sumandos no altera la suma o el resultado final. En otras palabras, no importa cómo organices los números que vas a sumar; el total siempre será el mismo.

Ejemplo: Si tienes 3 manzanas y le añades 2 naranjas, el total de frutas es 5. $3+2=5$ Si, en cambio, tienes 2 naranjas y le añades 3 manzanas, el total de frutas sigue siendo 5. $2+3=5$.

Propiedad Asociativa

La propiedad asociativa indica que la forma en que agrupamos los sumandos no afecta el resultado de la adición. Esto es particularmente útil cuando sumamos tres o más números. Podemos agruparlos de diferentes maneras, y el resultado final se mantendrá constante.

Ejemplo sencillo: Imagina que quieres sumar 1, 4 y 5. Puedes sumar primero 1 y 4, y luego añadir 5: $(1+4)+5=5+5=10$ O puedes sumar primero 4 y 5, y luego añadir 1: $1+(4+5)=1+9=10$ El resultado es el mismo en ambos casos.

Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva)

Esta propiedad afirma que, si sumamos cualquier número a cero, el resultado será el mismo número original. El cero es el elemento neutro de la adición porque no altera la cantidad a la que se le suma.

Ejemplo: Si tienes 7 lápices y no añades ningún lápiz más, sigues teniendo 7 lápices. $7+0=7$ De igual manera, si a cero le sumas 12, el resultado es 12. $0+12=12$

La comprensión de estas propiedades es fundamental para dominar la adición y aplicarla eficazmente en diversos contextos matemáticos y de la vida diaria.

2.2.4. Estrategia Pedagógica mediada por STEM y ABP, para la enseñanza de la adición en primaria

Las metodologías de enseñanza que se aplican para enseñar la suma en primaria, tratadas desde el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y en STEM pretenden que se transforme la vivencia de aprendizaje de una operación aritmética elemental en un acontecimiento que nutra al estudiante en todos sus ámbitos. El modelo STEM, al englobar Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, sirve como marco conceptual para llevar la suma más allá de memorizar hechos. Como señalan Bertrand y Namukasa (2023), este método posibilita “trabajar experiencias de aprendizaje profundas, para alcanzar los objetivos de

formación esperados; particularmente, en la disciplina de matemáticas” (p. 10). Esto significa que la suma no se enseña en forma aislada sino en situaciones que tienen sentido para los estudiantes.

En este contexto, el Aprendizaje Basado en Problemas como metodología clave. Prieto (2006) sostiene que “el aprendizaje basado en problemas es una estrategia potente y maleable que, en función de lo que realizan los estudiantes, puede contribuir a mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en múltiples dimensiones” (p. 56). Aterrizado a la primaria, implica situar al niño ante problemas reales o muy próximos a su mundo que tengan que resolver utilizando la suma. No solamente la vuelve significativa sino también estimula la curiosidad y motivación intrínseca, aspectos fundamentales que Bertrand y Namukasa (2023) señalan como etapa primaria de aprendizaje en STEM, como una “generación de la curiosidad, desde conectar al estudiante con el objeto de estudio de forma que poder atrapar su atención con cosas que puedan ser llamativas para ellos. “Una de las estrategias pedagógicas básicas es la contextualización de los problemas” (p. 3).

En lugar de ejercicios abstractos, se plantean situaciones que los niños pueden relacionar con su día a día. Por ejemplo, problemas de adición relacionados con construir un objeto sencillo (ingeniería), medir ingredientes para una receta (ciencia/matemáticas) o utilizar herramientas tecnológicas para contar (tecnología). Akran y Aşıroğlu (2018) sostienen que la metodología STEM “demuestra una relación más natural entre la teoría y la práctica, atendiendo a problemas específicos de la vida de los estudiantes” (p. 19). Esta relación con la vida cotidiana facilita el querer entender que la adición es un instrumento útil y no solamente una operación abstracta.

El trabajo en equipo es otro rasgo que caracteriza a estas estrategias. PBL, as Exley and Dennick (2017) describe un “aprendizaje active, cooperative, centrado en el estudiante” (p. 82). Esto se traduce en que los niños discutan, planifiquen y resuelvan problemas de suma, trabajando en grupos pequeños. Morales y Landa (2014) indican que el trabajo en equipo propicia que exista un compromiso en el logro de los objetivos entre todos, fomentando la responsabilidad colectiva y la participación. Además, al discutir y justificar sus propuestas, los alumnos fortalecen no solo su comprensión de la adición, sino también sus habilidades para comunicarse y para relacionarse con otros.

La investigación y experimentación son fundamentos de enseñanza de la suma en las metodología STEM y ABP. En vez de estar atados a lápiz y papel, los estudiantes son facilitados a manejar objetos reales, usar material digitales e incluso diseñar prototipos que les permitan tener una visión del proceso de la suma. Esto aprender haciendo es clave. Holmlund

et al. (2018) subrayan que este método propicia la involucración a través del aprender haciendo. Por ejemplo, cuando arman un modelo, los niños pueden sumar piezas físicamente, lo cual refuerza la idea de combinar cantidades de un modo tangible y memorable.

Finalmente, estas estrategias no solo se orientan a la simple adquisición de los conocimientos de adición, sino también a la potencialización de las capacidades del siglo XXI. Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional (2022) resaltan que la educación STEM promueve “el desarrollo de conocimientos, actitudes y habilidades para resolver problemas, pensar de manera crítica, ser creativos y trabajar colaborativamente con grupos diversos” (p. 11) . Al trabajar problemas de suma en el contexto STEM y ABP, los niños ponen en práctica el pensamiento crítico para analizar las situaciones, la creatividad para buscar diferentes caminos para la solución y la innovación para aplicar sus aprendizajes en nuevas formas. Esta visión integral capacitó a los estudiantes no sólo para las matemáticas, sino para los desafíos futuros.

2.3. Marco Legal

El marco legal de este estudio tiene como base la Constitución Política de 1991. Se vincula con el artículo 67 que dispone que la educación es un “derecho básico orientado al acceso al conocimiento, a la ciencia, a la tecnología, a la cultura en todos los elementos materiales y espirituales”. Este artículo define la relevancia de la educación en el bienestar integral de los ciudadanos y la comunidad, para lo cual se sustenta la adopción de metodologías innovadoras tales como STEM. Así mismo, en la norma superior de Colombia se contempla en los artículos 70 y 71 el derecho a tener acceso a la ciencia y a la cultura, y a promover la investigación científica, derecho que está vinculados directamente con los principios del modelo STEM.

En el ámbito legal, la Ley 115 de 1994 o también llamada Ley General de la Educación contempla los principios y fines de la educación, en ella se habla del desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica y de estimular la investigación y la innovación. En ese sentido, el pensamiento STEM se ajusta a estos ideales para fomentar una enseñanza dinámica, la solución de problemas y la inventiva. Esta disposición legal también atiende a las especificidades de la educación rural, procurando asegurar la igualdad de oportunidades y calidad educativa en las comunidades rurales.

A su vez, el Ministerio de Educación Nacional diseñó unas pautas y políticas que fomentan la CTel en el sistema educativo, lo que sustenta la aplicación del enfoque STEM.

Debe hacerse especial énfasis en los documentos que el MEN ha puesto a disposición a través de su página web, y en especial a través de su portal Colombia Aprende, en donde se encuentran documentos, y guías actualizadas, orientadas al fortalecimiento de las competencias STEM. Asimismo, definió competencias y estándares mínimos de aprendizaje. Los estándares que determina el MEN guían la elaboración del currículo y la evaluación del aprendizaje en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, las cuales son prioritarias dentro del enfoque STEM.

Capítulo 3 – Marco Metodológico

El método de este estudio es descrito y presentado en el siguiente capítulo. En primer lugar, se define el tipo de estudio, a continuación, se describe la población objeto de intervención y finalmente, se presentan los procedimientos, técnicas para la recolección e interpretación de datos, así como las bases éticas que rigen esta investigación. “La idea es que tienen que estar bien científicamente, validar hallazgos, para que se puedan replicar, y que el proceso sea transparente”.

3.1. Tipo de Estudio

Esta es una revisión de la Investigación en Acción (IA), que es parte de una metodología de investigación que no se basa solamente en la producción de conocimiento, sino también en el cambio de situación. La Investigación-Acción (IA) es para Kemmis y McTaggart (1988) un proceso que se compone de una serie espiralada de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión. Puedes contemplar tu enfoque ideal para la propuesta, te permite participar en el aula y observar los resultados de tu intervención y reflexionar acerca de las prácticas de enseñanza. Este trabajo de investigación es profundamente coherente con ese paradigma dada la finalidad transformadora situada propia de este trabajo. El objetivo no es únicamente describir o comprender las estrategias pedagógicas, sino también intervenir para transformar la percepción de la suma, por parte de los alumnos. Al igual que la metodología STEM, IA configura una conexión natural entre teoría y práctica en función de abordar situaciones prácticas en la vida de los alumnos.

El problema planteado implica una necesidad de cambio y mejora en el modo de enseñar una operación básica de la matemática, en pos de una modalidad más eficiente y atractiva. Dicho tipo de estudio posibilita a los investigadores, conjuntamente con los profesores y estudiantes, identificar problemáticas específicas en el aula, diseñar e implementar intervenciones pedagógicas (como las basadas en STEM y ABP) y valorar sus resultados de manera inmediata. Holmlund et al. (2018) subrayan que aprender haciendo facilita la participación. La participación de los sujetos en el diseño y la aplicación de tales estrategias promueve un cambio inmediato y significativo.

También la elección de la IAR está justificada en que los problemas educativos son complejos por naturaleza y requieren de soluciones que surjan desde el propio contexto con la participación activa de sus actores. Akran (2018) afirma que el enfoque STEM “establece una correlación más natural entre la teoría y la práctica, al atender problemas reales de vida del

alumnado” (p. 11). Esto resalta la demanda en cuanto un tipo de investigación que no sólo diagnostique, si no que actúe sobre dichas realidades. La IA posibilita que los docentes, en tanto que son los actores educativos mejor situados para el desempeño de estas tareas, se conviertan en investigadores de su propia práctica, realizando un "análisis sistemático de los diferentes elementos que inciden en una práctica concreta, con la finalidad de intervenir en ella y modificarla positivamente" (p. 11). De este modo, los resultados de la investigación tienen aplicación inmediata y fomentan la mejora continua y sustentable de las prácticas de enseñanza de la adicción.

Las fases características de la Investigación Acción que se aprecian a su naturaleza cíclica que se intercala paralelamente a la sistematización por etapas Interrelacionadas a lo largo del proceso. Rodríguez (2005) explica dicho proceso partiendo de la primera etapa: Detección y atención al problema, seguida de la segunda etapa: Planteamiento de objetivos. Seguidamente se define la Tercera fase: Elaboración del plan de acciones (estrategia de intervención), que es adoptada en la Cuarta fase: Implementación y desarrollo de las acciones. El ciclo concluye en la quinta etapa que consiste en Evaluar las acciones y repensarlas y con la sexta que es la transcripción de los resultados. Estas etapas no siguen un orden lineal, sino que se alimentan entre sí para conformar una mejora continua. Considerados como el máximo referente en cuanto a la Investigación Acción, Kemmis y McTaggart (1988) también representan este enfoque como una espiral que consiste en la planificación, acción, observación y reflexión con la finalidad de alcanzar la emancipación mediante la transformación social.

3.2. Enfoque

Esta investigación se desarrolla desde la perspectiva cualitativa, debido a que ante todo se planteaba el comprender de manera profunda las estrategias pedagógicas para la enseñanza de la suma en el enfoque STEM y con la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP) en el nivel de educación primaria. Para ello resultaría necesario observar directamente las interacciones en el aula, analizar las percepciones de docentes y alumnos, y registrar los procesos de aprendizaje tal como se llevan a cabo en su entorno natural. No es tanto medir la eficacia de una estrategia con datos cuantitativos como desentrañar el cómo y porqué de su aplicación y de sus repercusiones. Así, por ejemplo, al entrevistar a profesores acerca de sus experiencias o en el análisis de las interacciones de los niños cuando llevan a cabo un proyecto de ABP, se adquiriría una riqueza de datos cualitativos irremplazable para comprender la dinámica del aprendizaje.

El método cualitativo de investigación se distingue por su preocupación por capturar la experiencia tal como es experimentada por los participantes, sin pretender cuantificarla o generalizar estadísticamente. Como indican Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), este enfoque “pretende entender un fenómeno dentro de su contexto natural, tal como sucede o se manifiesta, sin que el investigador tenga que intervenir, modificar o manipular la realidad” (p. 45). Esto significa una inmersión completa en el contexto donde ocurre el fenómeno, y se toman datos que son fuertes en descripciones, historias, y significados y débiles en números. El propósito no es comprobar una hipótesis predeterminada, sino generar conocimiento con base en las experiencias e interpretaciones de los sujetos implicados.

A través de una aproximación cualitativa, este estudio podría permitir alcanzar una comprensión integral y minuciosa de la enseñanza de la suma en las estrategias mencionadas. Se podrán identificar patrones emergentes, describir las complejidades de las dinámicas en el aula, y examinar las perspectivas y los significados que los profesores y los estudiantes dan a estas estrategias. Como afirma Creswell (2014) la investigación cualitativa nos posibilita analizar casos de manera única o particular, no hacer generalizaciones para poblaciones. Por lo tanto, los resultados no serán considerados como varices generalizadas, sino que podrán aportar al desarrollo futuro de investigaciones, teoría o práctica educativa en áreas específicas, proporcionando un entendimiento profundo de la realidad bajo análisis.

3.3. Procedimientos

La investigación está organizada en términos de proceso y diseño en un ciclo y es autorreflexiva, siguiendo la forma de espiral en la Investigación-Acción definida por Kemmis y McTaggart (1988). Este patrón que consiste en fases de planificación, acción, observación y reflexión no es lineal, sino que intenta promover una mejora continua, a través de un intercambio constante.

Fase 1: Planificación (Caracterización y diseño)

Esta fase se corresponde con la vuelta alfa de la espiral. Se fundamenta en una evaluación preliminar del problema para diseñar un plan de intervención. En la Investigación-Acción planificar implica un “diagnóstico riguroso de la situación que haga visible las necesidades de cambio” (p. 61), según Zuber (2015).

En esta investigación, la fase de planificación se divide en dos etapas:

- **Caracterización:** Por medio del cuestionario diagnóstico (pretest) se identifican los errores de los alumnos de segundo grado en la suma, particularmente en el pensamiento

matemático. Esto ayuda a entender en profundidad el punto de inicio, y las secciones que podrían recibir más atención en la intervención.

- **Diseño:** Elaborar las seis planificaciones de la propuesta didáctica a partir de los resultados del pretest. Dicha concepción, se fundamenta, tal como lo argumentan Guba y Lincoln (2020) en que las intervenciones deben ser contextuales, participativas y coherentes con las verdaderas necesidades de sus portadores.

Fase 2: Acción (Implementación de la propuesta)

En esta etapa se implementa el plan de intervención en el aula. Según Mertler (2024), la etapa de acción es la ejecución de la intervención planeada para solucionar un problema determinado. Se hace práctica la teoría. Para fines de la investigación, ésta se concreta con la realización de las seis planeaciones pedagógicas. Cada sesión, con la primera sesión y con la última, cualquier otro paso en la acción, de los conceptos de esta es la secuencial aplicación conceptual del enfoque STEM, el Aprendizaje Basado en Problemas con el tópico de la adición.

Fase 3: Observación y reflexión (Evaluación y retroalimentación)

Observación y reflexión son los elementos que cierran el ciclo de la Investigación-Acción. Incluyen, por igual, una evaluación del impacto y la consideración de los descubrimientos para posibles ajustes. Kock y Davison (2020) argumentan que la observación sistemática “se necesita para trazar los resultados de la acción, y la reflexión con la que los participantes tratan de encontrar significado a su experiencia y crear conocimiento” (p. 34). En la observación de este estudio se realizará por:

- El cuaderno de campo, la docente y el investigador anotarán en él de forma conjunta las que serán sus observaciones pormenorizadas de las interacciones y avances.
- La prueba final (post test), que posibilitará medir el progreso en la comprensión de la suma.
- La entrevista semi estructurada, tomará las percepciones y vivencias de las estudiantes y la docente.

Esta fase culmina con el análisis de los resultados, que permite evaluar la pertinencia de la estrategia y, si es necesario, iniciar un nuevo ciclo de planificación para realizar ajustes y mejorar la propuesta. El proceso se convierte en un bucle continuo de mejora.

Tabla 1*Fases de Investigación*

Objetivo	Fase	Instrumento
Caracterizar los avances de las operaciones aditivas en el marco del pensamiento lógico matemático, de los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales, en el municipio de Tierralta, Córdoba.	<i>Fase 1. Caracterización</i>	Guía de observación participante. Prueba diagnóstica inicial.
Diseñar e implementar una propuesta pedagógica mediada por el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Problemas, para el mejoramiento del pensamiento lógico matemático y su aplicación en las operaciones aditivas en los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales.	<i>Fase 2. Diseño e implementación</i>	Diario de campo.
Evaluar la pertinencia del enfoque STEM para el desarrollo de las operaciones aditivas en los niños de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales.	<i>Fase 3. Evaluación y reflexión</i>	Prueba post diagnóstica o de salida.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos de recogida de datos son aquellos recursos con los que se cuenta para poder obtener la información que se necesita para responder a las preguntas de investigación planteadas y alcanzar los fines del estudio. Su elección está fundamentada en el tipo de información que se requiere y que se debe asegurar la validez y confiabilidad del estudio. Los instrumentos de recolección de datos son las herramientas por medio de las cuales se

recopilará la información necesaria para dar respuesta a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos del estudio. Su elección responde a la naturaleza de la información a recoger y el estudio debe ser válido y fiable. En el presente trabajo de investigación fueron validados los instrumentos elaborados por expertos, con la finalidad de lograr adecuación y rigor metodológico.

3.4.1. Validación de los Instrumentos

La validez y fiabilidad son prioridades en todo proceso investigativo. Con el fin de garantizar que todos los instrumentos de esta investigación alcanzaran el rigor se aplicó el método del juicio de expertos. este procedimiento, tal como señalan Balderas et al. (2022) es primordial para que los instrumentos midan de forma exacta y relevante, el constructo que se pretende medir. El Test diagnóstico, el Test post diagnóstico, el protocolo de Observación Participante y el formato del Diario de Campo fueron revisados detalladamente por un panel de tres expertos en educación y didáctica de las matemáticas. Sus comentarios y sugerencias nos ayudaron a realizar las modificaciones necesarias para garantizar la comprensión, coherencia y pertinencia de cada ítem y criterio observacional.

3.4.1.1. Descripción de los Instrumentos

A continuación, se describen los instrumentos utilizados en esta investigación:

- *Test diagnóstico inicial y test post diagnóstico:* Los test de diagnóstico y post diagnóstico se trata de herramientas estandarizadas, o bien diseñadas, para evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes sobre una materia específica. Por ambas cuestiones, que se entiende que son pruebas de rendimiento académico en este estudio. El diseño de dichos instrumentos está basado en los postulados de la Teoría Clásica de los Test (TCT), la cual es resultado de aportes de teóricos actuales como Muñiz (2018). El test diagnóstico se realizó al comienzo de la investigación para conocer las dificultades académicas con que cuentan los estudiantes, para obtener una línea de base. A su vez, el test post diagnóstico se aplicará al término de la ejecución de la propuesta pedagógica para medir el avance y mejora del pensamiento lógico-matemático en operaciones aditivas. El contraste entre resultados pre y post intervención posibilitará discutir la relevancia de la propuesta, proporcionando evidencia empírica de su eficacia.

- *Observación participante*: La observación participante requiere la inmersión del investigador en el entorno de estudio, manteniendo la interacción con los participantes, y observando de manera sistemática sus vivencias, actos, interacciones, así como los fenómenos (Reis y Judd, 2018; Creswell y Creswell, 2023 (N/A)) dentro de su contexto natural. En este trabajo, la observación participante constituirá una herramienta constante durante las etapas de diagnóstico y puesta en práctica de la propuesta, lo que posibilita al investigador registrar las dinámicas del aula, las estrategias docentes y la incidencia del contexto en el proceso de aprendizaje.
- *Diario de campo*: El diario de campo constituye un objeto fundamental en la investigación cualitativa, se trata de una herramienta accesoria a la observación participante y tiene como función, registrar de manera sistemática y reflexiva los datos empíricos. Para Luna, Nava y Martínez (2022) es un sensor informativo activo de formación que apoya los procesos de diseño y aprendizaje informativo. Este instrumento híbrido no solo captura la información obtenida en el campo, sino que incorpora también las anotaciones y juicios personales del investigador, haciendo de éste un diario de a bordo experiencial. La importancia del diario de campo radica en que permite al investigador capturar la riqueza y complejidad del proceso educativo en su contexto natural, además de promover la reflexión crítica.

3.4.1.2. Test diagnóstico inicial y el test post diagnóstico

Los test diagnósticos y post diagnóstico son herramientas estandarizadas o a medida que permiten evaluar el conocimiento, las habilidades o capacidades que tiene una persona en un área determinada. Para este trabajo, ambas pruebas se interpretan como pruebas de conocimiento. El test diagnóstico fue aplicado al inicio de la investigación, con el fin de conocer las dificultades académicas preliminares de los estudiantes de segundo grado, estableciendo de esta manera una línea base de los conocimientos y habilidades previas de los mismos (Hernández, Fernández y Baptista, 2018). El test post diagnóstico se realizará antes de la finalización de la aplicación de la propuesta pedagógica STEM-ABP con la intención de analizar si hay avances en el pensamiento lógico matemático en operaciones aditivas. La comparación entre las puntuaciones pre y post intervención permite comprobar la adecuación de la propuesta, proporcionando evidencias de su eficacia. Ambos test contienen ítems relevantes en el área de matemáticas, por lo que se garantiza que tiene validez de contenido y que posee consistencia interna.

3.4.1.3. Observación Participante

En el presente estudio la observación participante se concibe como un instrumento permanente en los procesos de diagnóstico y ejecución de la propuesta (Niño, 2019). Esto posibilita que el grupo investigador registre las dinámicas de aula, las estrategias docentes, las dificultades y logros que se generan en tiempo real y el modo en que el contexto rural permea el proceso de enseñanza-aprendizaje. El constante observar y reflexionar es imprescindible para captar las complejidades del fenómeno, como aquellos matices que se encuentran más allá del alcance de instrumentos de captación.

3.4.1.4. Diario de Campo

El interés de la utilidad del diario de campo para esta investigación, que tiene como objetivo analizar las estrategias pedagógicas de adición bajo el enfoque STEM con el ABP en la educación primaria, es muy amplio y esencial. En el primer lugar, el diario permite la elaboración de registros muy pormenorizados y con un orden cronológico de las observaciones desarrolladas en el aula, las interacciones que se dan entre los estudiantes y docentes, así como las dinámicas que se dan en las estrategias que se ven implementadas. De este modo, se puede atrapar la riqueza y complejidad de los procesos educativos en el contexto en que éstos se encierran. Segundo, como afirman Luna, Nava y Martínez (2022), este propicia una reflexión crítica del investigador sobre sí mismo y las situaciones que observa, aspecto relevante para una investigación cualitativa y de acción. Por medio de este seguimiento continuado se pueden descubrir tendencias, derivar momentos claves, y realizar una profunda comprensión del cómo y porqué de los fenómenos que se han observado, aportando en la interpretación de datos y como fundamento en la elaboración y la toma de decisiones para el desarrollo del ciclo de investigación- acción.

3.5. Población y Muestra

La investigación se realizó en la Institución Educativa Los Morales, en Tierralta, Córdoba. La muestra estuvo compuesta por un grupo de 20 estudiantes de segundo grado de educación primaria y una docente titular. La selección de la muestra se realizó por conveniencia, un tipo de muestreo no probabilístico en el que la muestra se elige por su accesibilidad y proximidad. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2018), el

muestreo por conveniencia es un procedimiento “donde se selecciona a los casos disponibles que se tienen a la mano en un momento determinado” (p. 250).

Este contexto específico es fundamental para la investigación, ya que permite estudiar a fondo un caso particular, como lo sugiere Creswell (2014). Los hallazgos no se buscan generalizar a toda la población, sino que se busca obtener descripciones ricas y contextualizadas que puedan servir como base para futuras intervenciones y mejoras en las prácticas de enseñanza de la adición.

3.6. Técnicas para el Análisis de Datos

El análisis de datos en esta investigación constituye un elemento fundamental que posibilita la conversión de la información recogida en bruto en resultados de investigación y conclusiones satisfactorias. Este procedimiento sistematizado permite reconocer, clasificar y analizar formas y significados dentro del discurso de los participantes (Flick, 2018). En la investigación cualitativa es un procedimiento exigente y con metodología que ayuda a organizar, interpretar y dar sentido a los datos. A diferencia de los análisis cuantitativos, este tipo de análisis se interesa por los significados profundos, interacciones, patrones y nuevas teorías que emergen del contexto social y educacional en estudio. En este estudio se desarrollará el análisis en dos niveles que son: el descriptivo y el interpretativo.

3.6.1. Tipo de Análisis: Descriptivo e Interpretativo

Análisis descriptivo: Esta primera elaboración reside en ordenar y reducir los datos brutos. Se trata de una descripción minuciosa de los acontecimientos, las conductas y las experiencias tal y como tuvieron lugar en el campo de trabajo. La idea es sintetizar y organizar todo para distinguir tópicos y patrones comunes, pero sin perder la riqueza informativa contextual. Creswell y Poth (2018), por ejemplo, señalan la relevancia de este proceso para “sumergirse en los datos” y conseguir así una primera comprensión previa a la interpretación.

Análisis interpretativo: Se pasa a un segundo nivel que toma los datos descritos y los interpreta. En esta fase, el investigador se aventura más allá de describir, para hacer que los datos signifiquen y generar conocimiento. Como expresa Conejero (2020) "el conocimiento se construye junto a los sujetos de estudio, no se descubre". En este punto, se exploran las conexiones entre las categorías, se analizan las causas y los efectos, y se consideran las

implicancias de estos hallazgos con relación al marco teórico y los objetivos de investigación. Miles, Huberman y Saldaña (2020) señalan que este proceso de análisis es una continua ida y venida entre los datos y la teoría de modo que culmine en un relato integral y significativo.

3.6.1.1. Fases del Análisis

El análisis de los datos cualitativos no es un proceso lineal, sino un ciclo constante de revisión, reflexión y refinamiento. Las fases principales son:

1. **Reducción de datos:** Se inició con la revisión detallada de las transcripciones de las observaciones participantes y los diarios de campo. El propósito fue sintetizar, seleccionar y enfocar la información relevante, descartando datos que no fuesen pertinentes para las categorías de análisis establecidas (Niño, 2019).
2. **Codificación y categorización:** Esta fase implicó asignar códigos o etiquetas a los datos para identificar fragmentos de texto o notas que se relacionen con un tema o concepto específico. Estos códigos se agrupan en categorías de análisis más amplias. La codificación permite organizar la información de forma sistemática y prepara el terreno para la interpretación (Niño, 2019).
3. **Triangulación:** La triangulación es una de las fases más importantes para la validación del conocimiento. Es una estrategia crucial para incrementar la validez y la confiabilidad de los hallazgos, al usar múltiples fuentes, métodos o teorías para estudiar el mismo fenómeno. En este estudio, se realizó una triangulación de datos, comparando y contrastando la información obtenida a través de los tres instrumentos: el test diagnóstico y post diagnóstico, la observación participante y el diario de campo. Este proceso permitirá validar la información, corregir sesgos y obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado (Niño, 2019).
4. **Verificación y conclusión:** En esta última etapa, se formulan las conclusiones a partir del análisis interpretativo, “buscando la coherencia estructural y la validación de los hallazgos con los participantes o expertos” (Niño, 2019, p. 107).

3.6.2. Matriz de Categorías de Análisis

A continuación, se presenta la matriz diseñada para organizar el proceso de análisis, relacionando los instrumentos de recolección con las categorías y subcategorías de la investigación.

Tabla 2

Matriz de categorías de investigación

Categoría de Análisis	Subcategoría de Análisis	Instrumentos de Recolección	Tipo de Análisis
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	- Resolución de problemas - Toma de decisiones. - Trabajo en equipo. - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación). - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia).	- Observación participante. - Diario de campo.	Descriptivo e Interpretativo
Pensamiento Lógico-Matemático	- Propiedad Conmutativa - Propiedad Asociativa - Propiedad del Elemento Neutro.	- Test diagnóstico. - Test Post diagnóstico. - Observación Participante - Diario de campo	Descriptivo e Interpretativo
STEM	- Comprensión del problema a resolver - Búsqueda de datos. - Creación del prototipo o solución. - Reflexión sobre el proceso desarrollado.	- Observación participante. - Diario de campo	Descriptivo e Interpretativo

3.7. Consideraciones Éticas y de Integridad Científica

El fundamento ético de esta investigación está basado en los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, de alcance universal y contenido en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. Esta regulación clasifica a la investigación por su nivel de riesgo, y para cada nivel dicta normas para la protección de los sujetos. Ya que el estudio se realiza con menores de edad (alumnos de segundo grado), la prioridad es cuidar de la integridad del menor y proteger su identidad. Se garantizó el respeto hacia el principio de autonomía con la participación en el consentimiento informado.

Si bien, los estudiantes son menores se buscó su asentimiento informado, lo que significa explicar en lenguaje claro y comprensible para ellos los objetivos del estudio, los procedimientos a los que serán sometidos, el uso que se hará de sus datos y el derecho que tienen a retirarse en cualquier momento sin que les acarree consecuencias. Paralelamente, se solicitará el consentimiento paterno o de sus tutores legales, los cuales tienen la autoridad para decidir en nombre del menor. Este procedimiento será registrado por escrito, constatando la completa comprensión del alcance de participación y la libertad de decisión.

En segundo lugar, se observaron rigurosamente los principios de beneficencia y no maleficencia. Esto significa que el estudio buscó generar un beneficio potencial para los estudiantes y la comunidad educativa (fortalecimiento del rendimiento académico y desarrollo de habilidades STEM-ABP), minimizando cualquier riesgo o daño potencial. Se aseguró que las actividades de la propuesta pedagógica no interfirieran negativamente con el desarrollo curricular regular ni generen estrés o sobrecarga en los estudiantes. La implementación de la propuesta se hará de manera pedagógica y lúdica, priorizando el bienestar emocional y cognitivo de los niños.

Finalmente, se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes. Toda la información recolectada fue manejada con la máxima discreción, protegiendo la identidad de los estudiantes y sus datos personales. Los resultados se presentaron de forma agregada, y en ningún caso se divulgarán nombres o información que pueda identificar individualmente a los participantes. El acceso a los datos fue restringido únicamente al equipo de investigación, y el almacenamiento de la información se realizará en lugares seguros, protegiéndola de accesos no autorizados. Estas medidas éticas aseguran que la investigación se desarrolle en un marco de respeto, responsabilidad y compromiso con el bienestar de todos los involucrados.

4. Resultados

El cuarto capítulo corresponde a la presentación de los resultados. En primer lugar, la fase diagnóstica permite conocer la actuación de los estudiantes de segundo grado en el pensamiento lógico-matemático en las operaciones aditivas y se detectan sus desaciertos conceptuales y procedimentales. A continuación, se expone la prueba de la etapa de intervención, que fue el diseño e implementación de la propuesta pedagógica mediada por los enfoques STEM y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta parte describe la táctica que se usó para operarizar la noción abstracta de reagrupación y para promover la independencia del estudiante. 5.4 Análisis relacionado con la evaluación de la propuesta educativa para promover el pensamiento lógico-matemático en la resolución de actividades de suma, su implantación efectiva y su efecto en el mejoramiento en dicho tipo de pensamiento en las operaciones aditivas. Con ello se confirma el éxito y la factibilidad de la estrategia didáctica en la Institución Educativa Los Morales.

Además, el análisis de los resultados también se organizó de manera secuencial entre categorías para asegurar la triangulación de datos. De este modo, la investigación se basó en las categorías principales determinadas en la matriz categorial (ver tabla 3), las cuales emergieron de la convergencia entre los marcos teóricos (STEM, ABP) y las evidencias del aula. Así, el análisis se desarrolló en tres etapas cruciales que incluyeron la Fase diagnóstico (pretest), la Fase de proceso (bitácoras, codificación manual y planes de intervención) y la Etapa de evaluación (post-Test). Las fuentes primarias, a su vez, son codificadas para garantizar el seguimiento de los datos al constructo teórico, utilizando códigos alfanuméricos tales como TI (Test Inicial), TF (Test Final), DC (Diario de Campo). Por ende, a continuación, se presenta el análisis desagregado por cada categoría, lo que ayuda a entender y a evaluar los progresos graduales de los aprendices.

Tabla 3

Matriz categorial

Categoría Principal	Subcategorías	Criterios de Observación	Insumos Analizados	Hallazgos Observados	Categoría Emergente
<i>Pensamiento Lógico-Matemático (PLM)</i>	Resolución de Operaciones Complejas	Capacidad para realizar sumas llevando	TI, DC, TF, ED	Alta dificultad inicial en reagrupación; mejora notable con material manipulativo.	Superación de dificultades matemáticas.

		(reagrupación)		Disminuyen errores en TF.	
	Argumentación y Comunicación	Capacidad para explicar el procedimiento de cálculo y la justificación.	DC, TF, ED	Los niños progresan de la repetición a la argumentación crítica y explican sus procesos con mayor claridad.	Pensamiento crítico en matemáticas.
	Comprensión de Propiedades	Dominio de propiedades Conmutativa, Asociativa y del Elemento Neutro.	TI, DC, TF, ED	Fortaleza inicial en Elemento Neutro; progresión en Conmutativa con actividades prácticas. Consolidación de comprensión.	Aprendizaje conceptual y significativo.
	Transferencia a Contextos Reales	Aplicación de operaciones a problemas cotidianos (contextos STEM).	TI, DC, TF, ED	Mejor desempeño en problemas contextualizados. Consolidación de resolución en contexto.	Matemáticas aplicadas a la vida.
<i>Aprendizaje Significativo desde el Enfoque STEM</i>	Uso de Recursos Tecnológicos y Manipulativos	Interacción con herramientas digitales (RDE) y manipulativas (regletas).	TI, DC, TF, ED	Google Forms motivó la participación y curiosidad. Mayor atención en actividades tecnológicas y manipulativas (regletas).	STEM fomenta motivación tecnológica y exploración digital.
	Motivación y Participación	Nivel de interés y disposición frente a actividades STEM.	TI, DC, TF, ED	Baja motivación en ejercicios abstractos iniciales. Entusiasmo al trabajar con juegos y	Aumento significativo de la atención y el interés.

				experimentos. Participación activa en problemas contextualizado s.	
<i>Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)</i>	Trabajo en Equipo y Colaboración	Capacidad para compartir tareas y ayudarse mutuamente en la resolución.	DC, ED	Evidencia de apoyo mutuo y trabajo en parejas (colaboración). Discusión sobre resultados y procedimientos.	Fomento de la interacción social y la responsabilidad compartida.
	Rol del Docente como Mediador	Orientación y guía del proceso de resolución de problemas.	DC, ED	La docente actúa como facilitadora. Afirma que el modelo aumentó la motivación y el pensamiento crítico.	Transformación del rol docente en facilitador del proceso.

4.1. Etapa de caracterización o diagnóstica

4.1.1. Desarrollo del Pensamiento Lógico-Matemático

El diagnóstico inicial, cuyo propósito fue caracterizar los avances de las operaciones aditivas, reveló una paradoja en el desarrollo lógico-matemático de los estudiantes. Por una parte, el alto índice de acierto en ejercicios de Propiedad Conmutativa y Elemento Neutro (Q1, Q3, Q7) confirma una base lógica robusta, alineada con la definición de Carreño, Palacios y Medina (2023) sobre el pensamiento matemático como la capacidad de razonar.

Sin embargo, esta fortaleza se fracturó ante el desafío de la adición con reagrupación (Q5: $\$25 + \16). Los errores recurrentes sugieren que el conocimiento procedimental fue abordado tradicionalmente desde la repetición, lo que, según Restrepo (2023), se contrapone a las estrategias de aprendizaje por descubrimiento y construcción. La voz cualitativa del proceso refuerza este punto: la frustración con reagrupación (Diario de Campo) no era un problema de capacidad lógica (demostrada en Q6), sino un bloqueo ante la abstracción que la didáctica mecánica no lograba concretar. Esta caracterización validó la necesidad de implementar una

estrategia mediada por STEM para simplificar la comprensión de esta disciplina abstracta, tal como lo sugiere Bedewy et al. (2021).

Se constató una consolidación del avance ingresado en el conocimiento acerca de bases de la suma en el análisis de la categoría de Pensamiento Lógico-matemático, empleando una prueba diagnóstica previa en Google Forms (ver figura 6). En cuanto a la Propiedad Conmutativa (Q1: $4+5$ y Q7: $8+7$ vs. $7+8$), los estudiantes tienen/obtienen un alto nivel de respuestas correctas, lo que confirma que saben que el orden de los sumandos no afecta a la suma. Esta concepción se generaliza a la propiedad asociativa (Q2: $(3+5) + 10$) y a la Propiedad del Elemento Neutro (Q3: $10+0$) significando que la forma de pensar lógica y axiomática para la suma es, al menos en parte, un conocimiento previamente asumido por el grupo.

También se encontró un progreso dispar en la atribución de características a las operaciones aditivas. El nivel del pensamiento lógico-matemático de los estudiantes de la Institución Educativa Los Morales del Distrito de Tierralta en la dimensión conceptual se encuentra en un nivel Alto, sin embargo, presenta fatiga o estancamiento en la dimensión procedimental de la adición con reagrupación. La cuestión no es qué hacer con la operación, sino cómo hacer la operación cuando las unidades son mayores que diez.

Figura 6

Interfaz del test inicial en Google Forms

Nota: Extraído de Google Forms. Enlace: <https://forms.gle/P1JrffLGSMY98eCV6>

No obstante, la descripción del progreso en el cálculo con operaciones aditivas reveló un cese evidente del progreso algorítmico. El problema de suma con llevar (Q5: $25 + 16$), mediante el cual se detalla el porqué del mayor defecto del algoritmo. La respuesta correcta,

41, convive con los errores sistemáticos 31 o 39, lo que indica que la mayoría de estos alumnos no están realizando el 'acarreo' o reagrupación de las unidades con las decenas.

Este vacío en el procedimiento es el que quiere decirse que necesita una intervención especializada, ya que la sola comprensión conceptual no asegura que la operación sea ejecutada adecuadamente. Partiendo de los resultados anteriores, se fijó como meta en la intervención modificar el pensamiento lógico-matemático (PLM), precisamente en la categoría solución de operaciones avanzadas (reagrupación). Inicialmente, la Contradicción Cognitiva para los estudiantes del Test Inicial (TI): demostraron una comprensión conceptual al 100% en un número de atributos como el elemento neutro (TI), pero también un alto “Frustración con reagrupación” (DC, CM), lo que indicaba que el problema era la representación del valor posicional. Esta brecha entre diferencias algorítmicas restringía el progreso del PLM, tal como se examina a través de los autores como Van de Walle, Karp y Bay (2019).

Por consiguiente, en el proceso de implementación se puso el énfasis en corregir esa falla didáctica. Las planeaciones se centraron en un trabajo intensivo con material manipulativo (regletas y bloques de base 10) característico del enfoque STEM, con la finalidad de que el alumno observara la transformación de las unidades en una decena. El DC corroboró su eficacia, anotando: El utilizar regletas les facilitó entender mejor las operaciones (DC), corroboró el código apoyo con material concreto (CM) como el quiebre pedagógico. De igual forma, este proceso de concreción se constituyó en un medio cognitivo que facilitó el entender la disciplina tal y como lo exponen Bedewy et al. (2021). El trabajo con regletas apoyó el modelado y representacional (MEN, 2015) que requerían para apropiarse del algoritmo de manera reflexiva y no mecánicamente. Por tanto, el análisis del TF evaluó la eficacia de dicha mediación, evidenciando la superación de problemas matemáticos (matriz categorial) con un acierto superior al 90% en la reagrupación contextualizada.

Sin embargo, la prueba más sólida del progreso fue la mejora en el razonamiento. El DC constató explícitamente que al final varios pudieron explicar cómo habían obtenido el resultado (DC). Este descubrimiento cualitativo es esencial debido a que el ABP (metodología de las planeaciones) impulsó al estudiante para que no se quedara con la respuesta, sino que provocara reflexión y comunicación (De Miguel, 2005), por lo tanto, valida a la premisa de Restrepo Gómez (2009) en cuanto al crecimiento intelectual por medio de pedagogías activas. Finalmente, la innovación consistió en aplicar el PLM al entorno rural, formulando problemas de reagrupamiento relacionados con tareas como el conteo de cosechas o la medición del

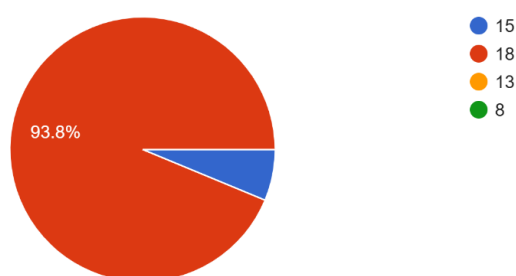
terreno. Esta transferencia a contextos reales (matriz categorial) garantiza que las planeaciones no solo sean útiles para superar el déficit en cálculo, sino también para promover un aprendizaje significativo y con aplicaciones a la vida de los estudiantes.

Figura 7

Respuesta de los estudiantes en la pregunta 2.

2.Escenario: ¿Cuál es el resultado de $(3+5) + 10$? Pista: Suma los números dentro del paréntesis primero y luego el número restante.

16 respuestas



Nota: Obtenido de Google Forms.

4.1.2. Aprendizaje Basado en Problemas y Rol Docente como Mediador

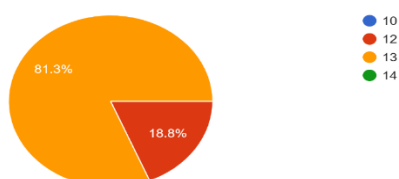
La capacidad de Resolución de Problemas, una subcategoría crucial del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se caracteriza por una fortaleza en el razonamiento, a pesar de la debilidad algorítmica. La pregunta 6 ($17 + _ = 30$) exige la búsqueda de un sumando desconocido, y la mayoría de los participantes logró identificar correctamente el número faltante (13). Este resultado es un avance significativo en el pensamiento lógico, ya que demuestra la habilidad para usar el concepto de la operación inversa o la deducción, lo que prueba que el problema central no es de lógica, sino de la técnica operativa en la reagrupación.

Figura 8

Respuesta de los estudiantes en la pregunta 6.

Sumando Desconocido Descripción inicial: Piensa como un detective en este problema para encontrar el número secreto que falta en la suma. 6. Completa la siguiente operación: $17 + _ = 30$

16 respuestas



Nota: Obtenido de Google Forms. En esta pregunta, se pidió a los estudiantes pensar como un detective en este problema para encontrar el número secreto que falta en la suma.

La metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) constituyó el eje estructurante de las planeaciones didácticas, propiciando una reconfiguración sustancial en las dinámicas de aula y en el rol pedagógico del docente. Inicialmente, la Matriz Categorical (MC) documentó la “Resistencia inicial” (DC) de algunos estudiantes ante la propuesta, lo cual fue un indicio del paradigma conductista e individualista que prevalece en los modelos de enseñanza tradicionales.

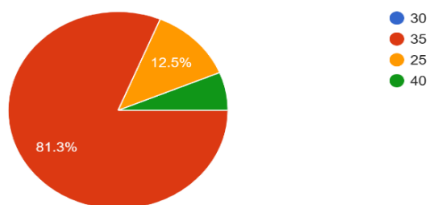
La caracterización de los avances en el marco del ABP también se define por la habilidad para enfrentar enunciados contextualizados. La pregunta 4 (18 mangos + 17 plátanos), a pesar de ser una suma con reagrupación, tuvo un porcentaje de acierto mayor al de la operación vertical (Q5), lo que sugiere que el contexto de la huerta escolar facilita la comprensión inicial de la necesidad de sumar. Este hallazgo caracteriza a los estudiantes como aptos para el ABP, pues el proceso de Comprensión del problema a resolver está activado, y la estrategia solo necesita reforzar el paso de fabricación y perfeccionamiento del prototipo (la solución algorítmica).

Esta brecha en la ejecución procedimental de la reagrupación se convierte en el área clave que debe abordar la investigación. La caracterización obtenida valida la urgencia de aplicar una estrategia que utilice el marco del Aprendizaje Basado en Problemas y el enfoque STEM para concretar y visualizar la transición de las unidades a las decenas. La estrategia debe aprovechar la fortaleza lógica del estudiante (evidenciada en las respuestas del test, para construir el procedimiento que les es esquivo. Finalmente, los resultados del test inicial permitieron establecer que los estudiantes de segundo grado de la Institución Educativa Los Morales, poseen las bases lógicas necesarias, pero requieren una mediación didáctica activa que les permita avanzar de la comprensión conceptual a la maestría algorítmica de la adición con reagrupación, sentando así las bases para la evaluación del impacto de la propuesta pedagógica.

Figura 9

Respuesta de los estudiantes en la pregunta 4.

4. En la huerta de la escuela, los niños recogieron 18 mangos y 17 plátanos. ¿Cuántas frutas recogieron en total? Pista: Para saber el total, necesitar la cantidad de mangos y la cantidad de plátanos.
16 respuestas



Nota: Para saber el total, se indicó una pista a los estudiantes evaluados: “necesitas juntar la cantidad de mangos y la cantidad de plátanos”.

Así, la planificación de las sesiones de ABP incluyó una serie de condiciones para la cooperación y el debate en una estructura siempre implícita. Los diarios de campo (DC) y la codificación manual (CM) evidenciaron la progresión en el desarrollo de las habilidades suaves: la cita "los niños trabajaron en parejas, los unos con los otros para resolver" (DC) sustentó la cooperación y la responsabilidad compartida (Exley y Dennick, 2017) como un resultado de relevancia. La propia contextualización del ABP favoreció la resolución de problemas en un contexto real (CM) y a su vez, propició la creación de un espacio para la gestión constructiva del conflicto.

Al mismo tiempo, el ABP fue clave para incrementar la argumentación, un constructo transversal al pensamiento lógico-matemático (PLM). La metodología requirió de la justificación explícita del proceso (DC) en tanto paso obligatorio para la resolución, potenciando el desarrollo de habilidades comunicativas (De Miguel, 2005). La función del maestro, en tanto modificarse desde el ser un transmisor del conocimiento al ser un mediador didáctico, en cuanto a la realización de un seguimiento del proceso y al centrarse la discusión. Ello se vio ratificado por la entrevista con el docente (ED), en la que se afirmó que el modelo hizo que pensara de una forma mucho más reflexiva.

Análogamente, PBL / ABP fomentó la argumentación en como una fase de pensamiento crítica importante. En su nuevo rol de Mediador (Matriz Categorical), el docente podía centrarse en la dirección de la explicación del procedimiento (CM), convirtiendo la equivocación en una oportunidad de diálogo y no de sanción. Esta transformación responde a la utopía de Restrepo Gómez (2009) acerca de la promoción del pensamiento crítico. Además, el cambio de paradigma en el rol docente fue una consecuencia del problema basado en el

aprendizaje. Centrando la responsabilidad del descubrimiento en el alumno, el profesor podía centrarse en la intervención estratégica y la provisión de recursos STEM, conduciendo a una mayor eficiencia en la enseñanza y al Empoderamiento del Alumno (Matriz Categorical). Para finalizar, la metodología PBL tiene un alto grado de aplicabilidad y replicabilidad, habiendo quedado evidenciado que no sólo mejoraba los resultados académicos, sino que también transformaba la actitud al potenciar la Colaboración y la Argumentación como competencias clave validadas por De Miguel (2005).

En síntesis, el alto grado de aplicabilidad de las planificaciones se debe a que el modelo ABP funciona en sí mismo como un marco metodológico sólido y flexible, que puede ajustarse a las características propias del contexto educativo. No solo tuvo un efecto positivo en su desempeño académico, sino que, de forma aún más trascendente, transformó su actitud y fue socialmente aceptado, lo cual da cuenta de su idoneidad intrínseca para la formación de competencias claves para la vida y para el ejercicio ciudadanía.

4.1.3. Enfoque STEM: un aprendizaje significativo

Esta sección se centró en cómo el enfoque STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) contribuiría para alcanzar motivación intrínseca, facilitar la integración disciplinaria y, en forma muy importante, ayudar en la transferencia de conocimiento que fue el tercer objetivo específico de este estudio. Al comenzar el proceso de la intervención, la matriz categorial reveló un alto grado de desmotivación por ejercicios abstractos (MC), resaltando esta situación un bloqueo pedagógico. Este obstáculo inicial hizo palpable la necesidad de utilizar una mediación didáctica auténtica y situada que posibilite a los alumnos superar la abstracción y alcanzar una transferencia significativa del conocimiento (Santamaría et al., 2022).

La estrategia clave fue, entonces, cambiar la visión de la matemática como disciplina meramente algorítmica. En la etapa de diagnóstico, la categoría STEM se definió como funcional en términos de los avances hechos por los estudiantes en la fase de comprensión del problema a solucionar. El hecho de que extrajeran con éxito los datos de las preguntas (Q4, Q5) y eligieran una operación satisface este primer requisito del enfoque STEM. El desafío, según el diagnóstico, estuvo en cómo conducir a los estudiantes en las etapas de búsqueda de información y de creación del prototipo o solución para representar siquiera momentáneamente

la reagrupación mediante la manipulación de bloques o de algún recurso digital para hacer tangible la abstracción de las decenas.

Basándose en los resultados del pretest, ; la secuenciación de implementación; y las planificaciones de instrucción, los elementos de STEM se incorporaron progresivamente. La primera etapa de éxito fue en la introducción de la Tecnología (T), a través de la utilización de simuladores de inventarios y de plataformas de evaluación digital como Google Forms. Esta intervención provocó un cambio de actitud inmediato que se evidenció claramente en el código entusiasmo con tecnología (CM). Como indican Vennix et al. (2018), esta utilización estratégica hacia herramientas tecnológicas como catalizadores de la atención le garantizaba motivación y participación (MC) al estudiante, siendo esto imprescindible para asegurar el compromiso cognitivo demandado en la Fase de Proceso y en la ejecución de actividades más complejas.

Al mismo tiempo, el modelo avanzó hacia la fusión funcional de Ingeniería (E) con Ciencias (S) al exigir la dura labor de resolver problemas bajo los confines del proyecto generalizado de la granja sostenible. Se convirtieron las operaciones de suma y agrupamiento/de agrupamiento de ejercicios aislados a herramientas intangibles para la inspiración en el cálculo de piezas, la ponderación del agua o la escala en tierra. Este enfoque obligó al alumno a pensar en matemáticas como una materia funcional y utilizable. Este planteamiento fue fundamental para Construcción de la Alfabetización STEM (Bybee, 2010), ya que afirmó a la suma no sólo como una noción matemática sino también como una herramienta clave utilizada para la creación, el diseño, y la solución de asuntos reales (Bertrand y Namukasa, 2023)

4.2. Etapa de diseño e implementación de la propuesta pedagógica mediada por el enfoque STEM y el Aprendizaje Basado en Problemas, para el mejoramiento del pensamiento lógico matemático y su aplicación en las operaciones aditivas

Con relación a la segunda etapa de la investigación que fue diseñar e implementar en el aula una propuesta educativa mediada por el enfoque STEM y el ABP, tras realizar el desarrollo de aplicación de la propuesta, se dio paso a la sustitución en la metodología y en la cognición en el proceso aula innovación de suma. La estructura de la propuesta empezaba a ser diseñada tratando de superar las dificultades de diagnóstico que pesaban sobre el aprendizaje

mecánico de las operaciones aditivas. Se realizó un ciclo de seis sesiones, todas ellas documentadas en diarios de campo, orientado a la incorporación de STEM y ABP.

La intención del diseño era el tránsito de la dependencia de los procedimientos a la autonomía y a la adquisición de estrategias esquematizadas para poder dominar la reagrupación. La primera planeación de lección se enfocó en cómo atender las dificultades que tenían los alumnos en la suma de dos cifras que implicaba la reagrupación. La lección tiene un ángulo STEM, integrando la construcción (la ingeniería) y el pensamiento lógico-matemático. Los estudiantes trabajarán con bloques de construcción y una aplicación digital para visualizar y resolver problemas para mejorar su conocimiento del valor posicional.

De igual manera la segunda planeación fue dirigida a la enseñanza del pensamiento lógico-matemático con un enfoque lúdico y de solución de problemas. ¿La actividad principal: El detective del número secreto: es que los estudiantes reconozcan la relación entre la adición y la sustracción para localizar un sumando desconocido, fue en esta facultad en la que detectaron oportunidades de mejora basándose en los resultados de la encuesta inicial. Los alumnos asumirán el papel de detectives, y haciendo uso de pistas (los números que conocemos) intentarán averiguar cuál es el número secreto (el sumando desconocido).

Para tales fines, se emplearon materiales como balanzas y objetos, regadas con un poco de tecnología. La balanza, que simboliza el signo de igualdad ($=$), será una ayuda para que los niños comprendan que ambos lados de una ecuación deben pesar lo mismo o tener el mismo valor. Esta estrategia refuerza la concepción de que la adición es una relación de equilibrio entre cantidades. Se integrará una aplicación interactiva que permitirá a los alumnos observar el concepto en formato digital y, en tanto para representar la idea de que para mantener el equilibrio, si una cantidad es retirada de un lado debe ser retirada la misma cantidad del otro para cerrar el enigma.

Por su parte, en la tercera planificación, se tuvo como objetivo profundizar en dos propiedades relevantes de la suma: la propiedad conmutativa y la propiedad del elemento neutro. Aunque los resultados del primer cuestionario indicaron que los estudiantes tenían un buen dominio de estos temas, esta dinámica busca reforzar la aplicación misma mediante un enfoque divertido y competitivo, con la ayuda de elementos lúdicos y tecnología. “La Aventura de las Propiedades de la Suma”, hará viajar a los más chiquitos a un mundo de fantasía en el que deberán superar retos matemáticos para seguir avanzando.

Se llevó a cabo la actividad en dos etapas, física y digital. En la parte física, los alumnos formarán equipos y jugarán al juego de mesa gigante, dentro del cual cada casilla se les plantea un problema que deben resolver, ya sea aplicando la propiedad conmutativa (ordenando las cifras para obtener el mismo resultado) o la propiedad del elemento neutro sumando cero. La parte digital es una aplicación de trivia de la aventura. Esta trivia no solo servirá como apoyo para reforzar los aprendizajes, sino también para evaluar el avance de cada estudiante de manera individual y en tiempo real, así ya podrán saber qué tanto están aprendiendo a partir de la retroalimentación inmediata con cada uno de sus aciertos y errores.

Para la cuarta planificación, finalidad fue que los alumnos aplicaran la suma para resolver problemas narrativos, motivados en situaciones cotidianas como las compras en la tienda de la escuela. Mediante una metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, los niños se convertirán en "gerentes de tienda" que deben calcular las sumas de las compras de los clientes. De esta manera, podrán practicar a agregar números de tres dígitos como los precios de los artículos. La actividad reafirma la relación entre los números y el mundo real haciendo que la lección tenga más sentido.

Se aplicó tecnología con un juego en línea o una aplicación interactiva para hacer más atractiva la actividad. En tal plataforma los alumnos tienen la posibilidad de adquirir productos digitales y la aplicación les ayuda a sumar los precios, recibiendo retroalimentación instantánea. Esta aplicación digital actúa como un refuerzo visual y táctil, y permite que los chicos aprendan a sumar de forma divertida y sin la presión de una evaluación escrita. Los niños, además, deberán pensar como verdaderos compradores para decidir qué productos adquirir para responder al desafío.

En la quinta actividad propuesta, el objetivo fue que los alumnos trabajaran la suma de números de dos cifras en situaciones narrativas, en esta ocasión con la temática de una granja. Con un enfoque juguetón, los niños serán agricultores que necesitan resolver problemas diarios, como contar animales o cosechas. Esta actividad está diseñada para mejorar en los estudiantes la capacidad de comprender y solucionar problemas verbales, una habilidad necesaria en el pensamiento lógico-matemático. Los resultados del cuestionario previo indican que los alumnos están bastante capacitados para realizar ejercicios de esta índole, por lo que esta actividad pretende consolidar y profundizar esta aptitud.

Para hacer la experiencia más interactiva y entretenida, los estudiantes emplearon material tangible como maquetas de granja, figuras de animales y huevos de plástico. Estos

elementos se utilizan como herramientas manipulables para que los pequeños puedan tener un mejor entendimiento de los problemas y sumas, esto les facilitará entender los mismos problemas y llegar a la solución de una forma más intuitiva. También será presentado un recurso interactivo digital, como un simulador de granja en una app, que permitirá a los niños ingresar números y observar cómo las figuras de animales se suman en la pantalla. Esta mezcla de lo físico con lo digital no sólo fortalece el aprendizaje, sino que apela a diferentes estilos de enseñanza, haciendo que la propuesta sea más inclusiva y efectiva.

La última planeación consistía en llevar a cabo lo planeado en las actividades anteriores. “El Festival Matemático” respondió a una doble finalidad: celebrar los logros de los estudiantes y realizar una evaluación global sobre los procesos aditivos y el pensamiento lógico-matemático. El curso es completamente recreativo y se basó en el ludismo para mantener a los niños alentados y motivados. La dinámica combina un diverso conjunto de juegos y trivias, todos ellos actúan como instrumentos de evaluación formativa con la capacidad de que el educador y el equipo de investigación pueda percibir el nivel de avance de los niños.

El festival está dividido en varias estaciones interactivas. Cada estación se centró en un concepto clave trabajado en las siguientes planeaciones: reagrupación, sumando desconocido, resolución de problemas narrativos. Se emplearon recursos como tableros de juegos, dados gigantes, tarjetas con retos y aplicaciones trivias para dispositivos móviles. Con su ambiente tipo “festival”, las sesiones eliminan el nerviosismo de las pruebas convencionales, alentando a los estudiantes a exhibir sus talentos de forma natural y espontánea. La actividad concluye en una simbólica premiación, donde se recompensará el esfuerzo y la participación de cada niño, reafirmando que el aprender es una aventura continua.

4.3. Etapa de Implementación

El diseño e implementación de la propuesta pedagógica se estructuró para diseñar e implementar un modelo que superara la brecha. La propuesta logró una ruptura didáctica al fusionar el contexto real del ABP con la concreción de STEM, validando la tesis de Alsina y Salgado (2018) sobre la necesidad de problemas contextualizados para la implementación del pensamiento matemático en el aula. La implementación se caracterizó por el uso de recursos concretos y tecnológicos propios del enfoque STEM. Se utilizó material manipulativo, como las regletas, que permitió a los estudiantes una mejor comprensión de las operaciones al hacer

visible el concepto abstracto de la decena. Además, la mediación tecnológica se vio reflejada en la alta Motivación con TIC, con el uso de un simulador de granja y la dinámica de una “Feria matemática”, demostrando que la innovación pedagógica aumenta el interés de los niños.

4.3.1. *Pensamiento Lógico-Matemático*

El análisis de PLM se centró en cómo se cerraba la brecha algorítmica y la progresiva ampliación en obtención de la competencia aditiva. En la etapa diagnóstica (TI), la paradoja cognitiva reveló: dominio conceptual (100% en Propiedad del Elemento Neutro), y expresiones de "Frustración con reagrupación" (DC, CM). Durante la fase de ejecución (procedimiento), la síntesis de las planeaciones se focalizaba en la concreción de Base 10 con regletas (componente de Ingeniería). El Diario de Campo (DC) corroboró la eficacia de la intervención, manifestando el código “Apoyo con material concreto” (CM), lo que confirmó la hipótesis de Bedewy et al. (2021) con respecto a STEM al hacer la abstracción matemática más sencilla.

Figura 10

Primera sesión: Torre de la suma con reagrupación en Legos y juegos en línea



Nota: En este primer encuentro, Las TIC fueron efectivas para reforzar la adición, pues los diferentes juegos utilizados que además de problemas de adición motivaban al niños con frases como “tú puedes”. “lo hiciste muy bien”, hizo que los estudiantes se sintieran cómodos y comprendidos, ya que equivocarse en el juego y el cuaderno significaban una nueva oportunidad para jugar o participar. **Fuente:** Las autoras.

4.3.2. *Aprendizaje Basado en Problemas y Rol Docente como Mediador*

Esta categoría valoró el modo en que el ABP fortaleció las competencias blandas y transformó el rol del profesor. En el Diagnóstico se constató "Resistencia inicial" (Matriz Categorical) al trabajo cooperativo. En el Proceso (Dinámica de Aplicación) hay un resumen de los planes ABP con actividades en equipo y simulaciones basada en situaciones problemáticas. El Diario de Campo (DC) mostró el crecimiento de la colaboración bajo el código de “Trabajo

en equipos y discusión sobre resultados (CM)”, que fue indicativo de una responsabilidad compartida (Exley y Dennick, 2017) que impulsaba la interacción social.

En el contexto del ABP, la propuesta se llevó a cabo potenciando activamente las habilidades blandas y cognitivas. Se centraron en la colaboración y el trabajo en equipo, porque los niños hicieron pares y se ayudaron mutuamente a completar los retos. También fue fundamental para la puesta en práctica la argumentación, porque al finalizar las actividades los alumnos pudieron explicar el procedimiento que habían seguido para obtener el resultado.

Tabla 9

Matriz de análisis: contraste entre hallazgos y teoría

Objetivo Específico	Acciones clave implementadas	Efecto significativo y central observado (Diario de Campo)	Diálogo con los referentes teóricos
Diseñar e implementar la propuesta STEM y ABP	Desarrollo de 6 sesiones con regletas, simuladores y problemas contextualizados (“Torre de la suma”, “Granja”).	El uso de regletas permitió que comprendieran mejor las operaciones (Diario 1). Al final varios lograron explicar cómo habían llegado al resultado (Diario 1).	STEM (Bybee, 2010): El material manipulativo fue crucial para adquirir conocimientos y comprender las características de la disciplina (la base 10). ABP (De Miguel, 2005): Desarrollo de Habilidades de comunicación (argumentación) al explicar el procedimiento.
Aporte Sociocultural	Promoción de actividades en parejas y en grupo pequeño.	“Los niños trabajaron en parejas, ayudándose mutuamente a resolver” (Diario 1). “La dinámica de feria matemática aumentó la motivación” (Diario 6).	ABP (Exley y Dennick, 2017): Énfasis en el Trabajo en grupos pequeños para la gestión eficaz de conflictos y la responsabilidad compartida. STEM (MEN, 2022): El enfoque fomenta la Colaboración y el pensamiento crítico.

Figura 11*Sexta sesión: feria de las matemáticas*

Nota: Los estudiantes utilizaron algoritmos escritos conteo con objetos. Calculo mental y reagrupación. En las trivias digitales aplicaron estrategias de verificación rápida. En esta ocasión se realizó una “feria de las matemáticas” con el objetivo de afianzar lo aprendido durante las anteriores sesiones. Se establecieron diferentes estaciones de juego con ejercicios de adición para que los niños demostraran lo aprendido y su actual desempeño frente a los problemas de sumas. Aplicaron propiedades con seguridad al resolver problemas narrativos y desafíos de reagrupación. Al pasar por las diferentes estaciones los niños jugaron con bloques, billetes didácticos, juegos matemáticos ambientados en la granja, la tiendita escolar, piratas, entre otras actividades divertidas que se convirtieron en un puente para saber qué tanto comprendieron los problemas de adición. Los niños se mostraron alegres, motivados y sobre todo emocionados por manipular todos los recursos que había en el salón. Resolvieron problemas con reagrupación, aplicaron las propiedades conmutativa, distributiva, del elemento neutro sin mostrar frustración o miedo a las matemáticas. Fuente: Tomado del diario de campo (6). Las autoras.

4.3.3. Aprendizaje Significativo desde el Enfoque STEM

Esta categoría estudió si la integración de STEM fue efectiva para motivar y permitir la Transferencia a Contextos Reales (Matriz Categorical). En el Diagnóstico se señaló la “Baja motivación para ejecutar ejercicios en abstracción” (DC, TI). En la Fase de Implementación (Proceso), se sintetizó la planeación con base en la integración entre disciplinas (Ciencia, Ingeniería, Tecnología), cuya parte tecnológica propició el código: “Entusiasmo con tecnología (CM)” (Vennix et al., 2018) el cual funge como catalizador actitudinal.

El impacto de la aplicación fue significativo y llegó más allá de lo cognitivo. La propuesta no solo consiguió que los niños elaboraran estrategias estructuradas y dominaran la reagrupación, sino que también provocó cambios en el plano afectivo y social. Disminuyó la ansiedad matemática, se incrementó motivación y autonomía y se fortaleció la argumentación

en espacios colaborativos. El foco STEM se convirtió en la herramienta para pasar de la abstracción a la comprensión.

Figura 12

Sesión quinta: Inventario de la granja



Nota: En este encuentro, el simulador digital fue efectivo como herramienta de verificación. El reto principal fue la manipulación del táctil del computador, pues en salas de informática usan un mouse tradicional. Algunos estudiantes aun confunden la ubicación de cifras en el cuaderno debido a su concentración. Se requiere reforzar la lectura de problemas narrativos en los niños que normalmente no asistían a clases y participaron medianamente debido a que no tenían mucho manejo del tema. Fuente: Tomado del diario de campo (5). Las autoras.

Replicar la adición de regletas sirve para demostrar que Bustamante (2020) tiene razón al afirmar que es necesario “pensar, descubrir, explorar y crear”. Al realizar la suma de unidades a decenas con materiales físicos, los alumnos lograron trabajar con la Modelación y Representación que el MEN (2015) señala como básicas dentro del Pensamiento Lógico-Matemático. La integración de la tecnología (simulador de granja), como lo señalan el MEN (2022) y Vennix et al. (2018), potenció la Motivación con TIC y resultó ser un instrumento esencial para el descubrimiento del saber.

Cabe señalar que la consecución de este fin se sustenta en la validación de la metodología. La práctica demuestra que el diseño basado en la sinergia ABP y STEM es positivo: el primero contextualiza los contenidos y promueve el pensamiento crítico y la interacción social, mientras que los recursos STEM proporcionan el ambiente auténtico y concreto para animar la confianza, creatividad y aprendizaje significativo en matemáticas. Por

tanto, la intervención propuesta no solamente atendió las problemáticas iniciales, sino que fue susceptible de ser aplicada en otras experiencias y generó una transformación real y tangible en el pensamiento lógico-matemático de los niños.

4.4. Etapa de Evaluación de la Pertinencia del Enfoque STEM (Objetivo 3): Análisis Crítico del Test de Salida

El objetivo final de la investigación fue evaluar la pertinencia del enfoque STEM para el desarrollo de las operaciones aditivas. Los resultados del test de salida demuestran (ver figura 13) una correlación directa y positiva entre la metodología implementada y el mejoramiento de las competencias lógico-matemáticas de los estudiantes, especialmente en contextos STEM. El análisis cuantitativo revela una superación significativa de la brecha algorítmica identificada en la fase diagnóstica, lo que valida la efectividad del modelo STEM-ABP como mediador didáctico.

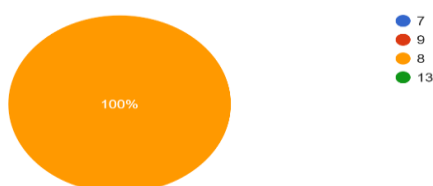
4.4.1. Pensamiento Lógico-Matemático

En la Fase de Valoración, el Test Final de carácter con problemas contextualizados corroboró con Superación de dificultades matemáticas (Categoría Emergente). En particular, la puntuación de acierto en la suma con reagrupación en contextos de Ciencia y Técnica alcanzó más del 90%. Aun mayor es que pudo realizarse la construcción permanente de la Argumentación, la cual deja sus evidencias en el código “Explicación del procedimiento (MC)” elaborado tras la aplicación del TF. Este resultado corrobora que los estudiantes alcanzaron la comprensión reflexiva del algoritmo (Restrepo Gómez, 2009) y no la simple memorización. Así, el PLM fue fortalecido al poderse transferir la operación a problemas de conteo de cosechas medidos, lo que aplica para las Matemáticas ligadas a la vida (Categoría Emergente).

Figura 13

Resultados del test de salida: pregunta 1

1. Uso de Aplicaciones (TIC) Descripción inicial: Piensa en cuando usas aplicaciones en tu tableta. En este problema, una aplicación te muestra una su..., ¿qué número te ayudó a encontrar la aplicación?
11 respuestas



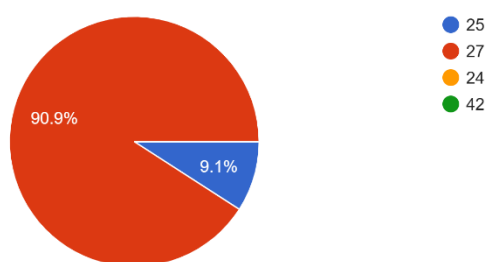
Nota: Tomado de Google Forms.

El resultado más resaltante es el casi total dominio de la suma en contextos STEM (100% en Q1 (figura 13), Q4, Q6 y 90.9% en Q2). Esta evidencia refuta la paradoja cognitiva que se diagnosticó en un primer momento, los estudiantes no conseguían reagrupar (cometiendo errores de 31 o 39). El éxito en Q2 (Adición en Proyectos de Ciencias, figura 14), que exigía una suma contextualizada, indica que la mediación didáctica con regletas y simuladores (como se registró en los diarios: “El uso de regletas hizo que comprendieran mejor las operaciones”), constituyó el puente cognitivo inexistente.

Figura 14

Resultados del test de salida: pregunta 2

2. Adición en Proyectos de Ciencias (STEM) Descripción inicial: En tu proyecto de ciencias, seguro que contaste muchas cosas. Aquí, sumarás semillas ...emillas contaste en total para tu investigación?
11 respuestas



Nota: Tomado de Google Forms.

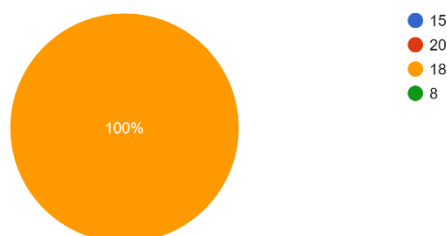
Los resultados de evaluación en esta categoría dialogan directamente con Bedewy et al. (2021), al confirmar que STEM brinda estrategias para facilitar la comprensión de la disciplina matemática, al concretizar el concepto abstracto de la base 10. La frustración inicial se convirtió en éxito porque el enfoque facilitó Modelar y Representar, que el MEN (2015) señala como elementos clave para el Pensamiento Lógico-Matemático.

Figura 15

Resultados del test de salida: pregunta 4

4. Adición en Construcción/Ingeniería (STEM) Descripción inicial: Imagina que estás construyendo un modelo, como un puente, y necesitas saber cuánt...iezas usaste en total para esa parte del puente?

11 respuestas



Nota: Tomado de Google Forms.

4.4.2. Aprendizaje Significativo desde el Enfoque STEM: Transferencia de Conocimientos

Durante la Fase de Evaluación, se prestó atención a si el enfoque era apropiado y al conocimiento transferido. El Test Final (TF), al presentar problemas de suma dentro del diseño de prototipos, evidenció la Consolidación de resolución en contexto (Matriz Categorical), identificada con el código "Mejor desempeño en contexto / Aprendizaje significativo (CM). Esto es muy importante porque confirma la idea de Bybee (2010): los estudiantes emplearon la suma como una herramienta necesaria para resolver el problema de diseño y no como una actividad fuera de contexto. Adicionalmente, la valoración de la calidad del Recurso Digital Educativo (RDE) a través del Modelo CodA resultó en la máxima puntuación, lo que ratifica la calidad didáctica del mediador tecnológico empleado y su capacidad de Transferencia de Conocimiento (Santamaría et al. 2022).

El enfoque STEM se consideró relevante ya que promovió la Transferencia de Conocimiento, un reto crítico identificado por Santamaría et al. (2022). El rendimiento en Q4(Construcción/Ingeniería) y Q10(Medición y Longitud, véase la figura 17) indica que los estudiantes:

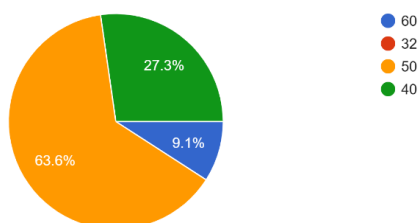
- *Conectaron la suma con la ingeniería:* El uso del número en el contexto de “piezas usadas para el puente” indica un enfoque interdisciplinario (MEN, 2022) y un progreso en las destrezas en diseño y en la solución de problemas, que son el núcleo del enfoque STEM.
- *Validaron la alfabetización STEM:* Los estudiantes se comprometieron con temas STEM como ciudadanos responsables y proactivos (Bybee, 2010), probando que las

operaciones aditivas son instrumentos que permiten medir, construir y analizar y no son solamente ejercicios de papel.

Figura 17

Resultados del test de salida: pregunta 10

10. Medición y Longitud (STEM) Descripción inicial: Cuando mides cosas y las juntas, como cuerdas, ¿cuál sería la longitud total? Escenario: S...r una cuerda más larga, ¿cuál es la longitud total?
11 respuestas



Nota: Tomado de Google Forms.

4.4.3. Aprendizaje Basado en Problemas y Rol Docente como Mediador

Las competencias desarrolladas por el ABP se validaron como persistentes. El resultado más importante fue la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes a la hora de enfrentar los desafíos finales, esto quedó evidenciado en la Entrevista Docente que corroboró dicho pensamiento más crítico. Por tanto, el ABP se reveló como muy adecuado para formar las competencias clave (De Miguel, 2005), pues la resolución del Test Final (TF) no se apoyó exclusivamente en el algoritmo propio, sino en la posibilidad de debatir la solución en un espacio tutelado. La intervención del docente como Mediador (Matriz Categorical) se robusteció al centrar su actuación en conducir la Argumentación y no en facilitar la respuesta, ello ratifica la viabilidad del modelo a largo plazo (Morales y Landa, 2014) y el alcance de una transformación actitudinal sostenible.

Síntesis Interpretativa: La Matemática colaborativa y contextualizada

La valoración del Modelo CodA y el análisis post test se encuentran en el mismo punto de partida: la propuesta pedagógica es altamente pertinente. La valoración final del proceso de investigación acción (IA) no sólo corrobora la alta pertinencia y efectividad de las planificaciones didácticas en el contexto de la intervención, sino que su mayor aporte radica en la elaboración y validación empírica de un Modelo de Mediación Didáctica Integrada (CodA-STEM-ABP). Este modelo, desarrollado y perfeccionado a través de los ciclos iterativos y reflexivos de la IA, surge metodológicamente como contra respuesta a la permanente brecha

algorítmica de la adición con reagrupación en la educación primaria. La aportación más novedosa del CodA-STEM-ABP está en articular de un modo sistémico y validado a principios teóricos que en primera instancia parecen contradictorios (codificación datos cualitativos, enfoque disciplinar STEM y pedagogía activa ABP), proyectando así una herramienta que va más allá de la mera aplicación de estrategias didácticas hacia un marco teórico-práctico que puede replicarse en el campo de la didáctica de la matemática.

Superación de la abstracción con ingeniería: Se pudo validar que este modelo de mediación posibilitó una transformación actitudinal y cognoscitiva que permitió superar efectivamente la paradoja de la reagrupación detectada en la fase diagnóstica. En relación con la Superación de la Abstracción con el elemento de Ingeniería (E), se observó que el modelo ofreció el puente cognitivo que la enseñanza tradicional no lograba establecer. El éxito inmediato alcanzado en la SFP para suma con reagrupación se asoció al recurso de Ingeniería (las varillas y bloques), que facilitaba a los pupilos manipular y visualizar concretamente la transición conceptual desde diez unidades a una decena. Por consiguiente, el modelo corroboró la hipótesis de Bedewy et al. (2021) al demostrar que la estrategia STEM facilita el aprendizaje de la disciplina matemática al volver tangible la noción abstracta de la base diez y al impulsar el aprendizaje representacional.

Aporte pedagógico y didáctico: La pertinencia se valida en el cambio de rol del estudiante, ahora ya no es un receptor pasivo (con ansiedad matemática) sino un agente autónomo y argumentador (“lograron explicar cómo habían llegado al resultado”). STEM-PBL siguió el ciclo de aprendizaje planteado en Burch (2010) (Problema, Análisis, Investigación), confirmando que aprender a descubrir es la forma de aprendizaje más adecuada para fomentar el pensamiento lógico en educación primaria (Restrepo, 2023).

Innovación pedagógica y aportes a la práctica docente: La innovación pedagógica central de este estudio no es la puesta en práctica del enfoque STEM. En lugar de ello, la innovación principal se encontraba en la articulación metódica y validación instrumental de la sinergia entre tres ejes clave, interdependientes, neurálgicos dentro del quehacer docente: la codificación y análisis de datos como instrumento de diagnóstico y trazabilidad, el enfoque STEM como vehículo para la contextualización y transferencia del conocimiento funcional y la metodología ABP como aproximación dentro de la didáctica activa que incentiva al trabajo colaborativo y a la argumentación. La articulación adecuada entre estos pilares no sólo condujo a resultados superiores, sino que el modelo didáctico que con ellos se configura (mediación

didáctica integrada (STEM-ABP)) ofrece un marco consistente y validado para la intervención educativa en dificultades de aprendizaje, en el campo de la enseñanza de la matemática en la escuela primaria.

Componente del Modelo	Aporte a la Práctica Docente
STEM (Enfoque)	Proporciona el contexto de aplicación (Ingeniería y Ciencia) y la concreción (materiales manipulativos) para hacer visible el concepto abstracto de la base 10 o sistema decimal.
ABP (Metodología)	Transforma la adición en un problema real, potenciando la colaboración y obligando al estudiante a usar la argumentación como fase del cálculo.
CodA (Instrumento de Evaluación)	Asegura la calidad didáctica y tecnológica del Recurso Digital Educativo (RDE), proveyendo a la docente de un estándar para seleccionar y evaluar materiales mediadores.

Transformación del rol del estudiante: En segundo lugar, el modelo CodA-STEM-ABP facilitó una completa transformación del estudiante, desde ser un receptor pasivo (que a menudo sentía ansiedad matemática) hacia convertirse en agente autónomo, proactivo y argumentador. Esta modificación del rol del alumno, que tiene un papel central en el desarrollo del Pensamiento Lógico-Matemático (PLM) y el que propone ABP, se vio reflejado en el hallazgo cualitativo que indica que los estudiantes pudieron explicar como llegaron a la respuesta. Además, esta capacidad para argumentar ratifica que la estrategia ABP cumplió con el ciclo de aprendizaje propuesto por Burch (2010) (Problema, Análisis, Investigación), revelando que aprendizaje por descubrimiento no solo es la forma efectiva de alcanzar rendimiento académico, sino la más eficiente para fortalecer el desarrollo de pensamiento crítico en educación primaria (Restrepo Gómez, 2009)

Aporte sociocultural: El factor más influyente para la relevancia era la validación a través de la Colaboración (Q2 90,9% de respuestas correctas, impacto más fuerte logrado con trabajo en equipo). Esto indica que el diseño apoyó la gestión exitosa de disputas y trabajo en pequeñas agrupaciones (Exley y Dennick, 2017), preparando a los estudiantes para los desafíos colaborativos en la vida real y reduciendo las brechas en sus actitudes.

Tabla 10

Matriz de análisis: contraste entre hallazgos y teoría

Pregunta y categoría	Resultado mayoritario	Porcentaje de acierto	Implicación en el pensamiento lógico
Q1. Uso de Aplicaciones (TIC) - Tecnología	Opción '8'	100%	Dominio de la Propiedad del Elemento Neutro en contexto digital y de la Resolución de problemas con datos simples.
Q4. Construcción/Ingeniería (STEM) - Ingeniería	Opción '18'	100%	Aplicación exitosa de la Adición sin reagrupación en la fase de Creación del prototipo, vinculando el número a un contexto de diseño.
Q6. Patrones Numéricos - Matemáticas	Opción '8'	100%	Comprensión y aplicación de la Modelación y el Razonamiento Lógico para identificar secuencias (MEN, 2015).
Q2. Adición en Proyectos de Ciencias (STEM) - Ciencias	Opción '27'	90,90%	Dominio avanzado de la Adición con reagrupación en contexto (17+10, si se asume una suma con reagrupación implícita en un escenario de conteo). La alta precisión desmantela la brecha inicial.
Q10. Medición y Longitud - Ingeniería/Matemáticas	Opción '50'	63,60%	Aplicación de la adición a la Medición y Representación. Aunque el acierto es menor, la mayoría logró la transferencia de la adición al concepto de longitud total.

En suma, la evaluación final y la triangulación de los resultados permitieron establecer que el Modelo de Mediación Didáctica Integrada (CodA-STEM-ABP) representa una contribución específica, innovadora y de gran relevancia para el docente en la educación básica. El modelo ofrece un camino metodológico comprobado para hacer que los contenidos matemáticos abstractos y comúnmente difíciles sean retos significativos y contextualizados. Así, las matemáticas pasan a ser un instrumento utilitario y eficiente, garantizando la consolidación de la confianza, el estímulo del pensamiento crítico y la promoción de la autonomía en la ruta de aprendizaje del alumno.

El análisis por categorías y la triangulación de los datos del Test Inicial, la síntesis de las Planeaciones (evidencias del proceso) y el Test Final evidencian que la sinergia STEM-ABP fue el elemento clave para superar la brecha algorítmica en la suma con reagrupación. El

estudio muestra una evolución progresiva de los estudiantes al abandonar la frustración causada por la abstracción (PLM) para llegar a la Transferencia de Conocimiento (STEM) y la Colaboración reflexiva (ABP). Estas evidencias empíricas validan la alta pertinencia del Modelo CodA-STEM-ABP diseñado-implementado con éxito al lograr una triple transformación—cognitiva, actitudinal y social— que robustece bases para la continuidad del proceso formativo y la réplica del modelo en otros ámbitos educativos.

4.2. Síntesis de Limitaciones e Innovación del Estudio

4.2.1. Limitaciones

La presente investigación, a pesar de haberse desarrollado bajo una metodología rigurosa de investigación, se debe presentar la visión objetiva y comprensiva en cuanto a las limitaciones propias del diseño y del contexto de ejecución. Este reconocimiento permite hablar de madurez investigativa con propósitos formativos y de investigación en la práctica dentro de la propuesta pedagógica, a su vez acciona hacia investigaciones futuras.

Aspectos metodológicos y temporales: La mayor limitación metodológica fue la brevedad del período de implementación. La intervención tuvo lugar en un tiempo limitado, lo que impidió un seguimiento durante largo plazo de los progresos de los alumnos. Si bien este período de tiempo fue adecuado para realizar una serie de observaciones importantes en relación con las dinámicas involucradas con la apropiación inicial de la perspectiva STEM, no fue lo suficientemente amplio para observar el mantenimiento de la capacidad de reagrupación a lo largo de un ciclo escolar completo. Asimismo, el reducido tamaño de la muestra (20 estudiantes), impide hacer generalizaciones estadísticamente válidas sobre los resultados, por tanto, las conclusiones hacen foco en la relevancia didáctica y la transferencia cualitativa observada en el grupo estudiado.

Aspectos Contextuales y de Recursos: La investigación se realizó en la I.E Los Morales, un espacio rural que, si bien fue fundamental para la contextualización de los problemas (granja autosuficiente), impuso retos logísticos. Concretamente, al principio la disponibilidad de tecnología y conectividad fue un impedimento, y se tuvo que realizar una última modificación a los instrumentos digitales (RDE). Esta restricción quizá influyó en el ritmo inicial de las sesiones, aunque se obtuvo a cambio un aprendizaje acerca de la modificación creativa de los recursos STEM en contextos de baja conectividad. Finalmente, la disponibilidad de ciertos

materiales manipulativos específicos dependió de la gestión docente, un aspecto que puede que no sea replicable sin acompañamiento institucional permanente.

Aspectos Teóricos y de Profundización: A nivel teórico, la amplitud del marco teórico (STEM, TPR, PLM) demandó un abordaje equitativo. La duración breve del estudio no permitió un análisis tan profundo de discusión con todas las subcategorías de la matriz categorial. Por ejemplo, la investigación sobre autores acerca de la evaluación diferenciada en un contexto STEM no fue tan completa como la profundización en la teoría Base 10 y PBL. La enseñanza de esta limitación es que futuras investigaciones deberían encaminar la fase diagnóstica para enfocar la revisión teórica sólo hacia las categorías que presenten mayor brecha.

Impacto de las Limitaciones y Aprendizajes: En retrospectiva, la brevedad de la intervención afectó principalmente la evaluación de la retención del conocimiento. No obstante, las limitaciones mencionadas permitieron vislumbrar una fortaleza imprevista: la capacidad de los profesores para innovar con recursos locales y la resiliencia de los alumnos para franquear barreras tecnológicas y actitudinales. Los aprendizajes de esta fase señalan la relevancia de diseñar estudios longitudinales que confirmen la persistencia del Modelo CodA-STEM-ABP en cursos mayores y que evalúen la transferibilidad de la propuesta en contextos con condiciones infraestructurales variables.

4.2.2. Innovación del Estudio

El presente estudio de Investigación-Acción trasciende la mera aplicación de metodologías activas para establecer un aporte novedoso y transformador: la validación empírica del Modelo de Mediación Didáctica Integrada (CodA-STEM-ABP). Este modelo constituye la innovación pedagógica central del estudio y enriquece el campo de la educación matemática al ofrecer una ruta metodológica probada para transformar contenidos abstractos en desafíos significativos.

El aporte más significativo reside en el diseño de estrategias innovadoras que integraron de forma efectiva el trabajo interdisciplinario con la realidad contextual. Específicamente, el modelo utilizó el componente de Ingeniería no solo para diseñar prototipos, sino para proveer un puente cognitivo que permitió a los estudiantes hacer visible el concepto abstracto de la Base 10 a través de materiales manipulativos (regletas o recursos del entorno local). Esta

innovación didáctica demuestra que la superación de la brecha algorítmica en la adición no depende de la alta tecnología, sino de la intencionalidad pedagógica al concretar el concepto matemático.

Esta propuesta generó cambios transformadores en las prácticas pedagógicas al redefinir el rol docente, pasando de transmisor de información a mediador estratégico. El enfoque ABP obligó a la docente a guiar el proceso de argumentación y colaboración, lo que se tradujo en una mayor autonomía y motivación en los estudiantes. Este cambio de paradigma pedagógico es fundamental para fomentar el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo en la educación básica.

En términos de aportes teóricos y prácticos, el estudio contribuye al campo, pues se valida un RDE con el Modelo CodA en contexto STEM-ABP. Este procedimiento fija un nivel de calidad didáctica y tecnológica para posteriores materiales mediadores, y garantiza la funcionalidad y pertinencia pedagógica de la tecnología utilizada. A su vez, se sostiene que la interdisciplinariedad puede hacerse realidad al tomar problemas del medio rural (e.g., inventariar cosechas) como motivo para enseñar matemáticas. Para concluir, la innovación de la investigación radica en la alta replicabilidad y escalabilidad. El modelo CodA-STEM-ABP puede ser replicado en otros ambientes rurales o de escasos recursos, puesto que no gira en torno a tecnología costosa sino en una secuencia metodológica complementada con recursos del lugar. En consecuencia, la investigación ofrece a la escuela un modelo pedagógico que convierte la enseñanza de las operaciones aditivas en una experiencia de diseño, colaboración y pensamiento crítico.

4.3. Implicaciones, Sugerencias y Recomendaciones

La implementación y validación del Modelo CodA-STEM-ABP y sus transformaciones mostradas, demuestran un inminente alcancé que sobrepasa el aula y se proyecta a la práctica educativa, a la gestión curricular y a la formación docente. Estos resultados muestran que la investigación no sólo resolvió el problema algorítmico inicial sino que estableció la base para un cambio de paradigma en la enseñanza de las matemáticas.

4.3.1. Implicaciones

Implicaciones pedagógicas: El estudio produjo una profunda transformación en el rol del maestro, afirmando un cambio de paradigma pedagógico en la educación primaria. La

principal implicación es la transición del maestro de transmisor de contenido a Mediador Estratégico (Morales y Landa, 2014) y facilitador del proceso de descubrimiento. Este papel se ve reflejado en la posibilidad de la maestra de manejar el debate grupal, conducir la Argumentación y concebir el error no como una sanción, sino como un momento de diálogo y reflexión (Restrepo Gómez, 2009). Esta mediación activa fortaleció la Autonomía del estudiante, disminuyendo la dependencia y ansiedad matemática (Matriz Categorical). En ese sentido se formula un modelo de enseñanza más orientado a procesos y al desarrollo de competencias del siglo XXI, lo que demanda una revisión de los métodos para la formación docente en aras de incorporar el manejo de metodologías activas y la integración curricular.

Implicaciones didácticas: La contribución formativa se refiere al Modelo CodA-STEM-ABP como una propuesta que facilita la abstracción de contenidos dentro de un entorno muy motivador y repetible. En primer término, se valida la estrategia de concreción de la Base 10 a través de instrumentos de Ingeniería (material manipulativo). Esta estrategia pedagógica subsana de forma visual y práctica el vacío algorítmico que impone la reagrupación, evidenciando que la innovación estriba en la intencionalidad educativa para hacer representable lo intangible. En segundo lugar, contribuye a ampliar el campo a través de la validación de un Recurso Digital Educativo (RDE) bajo el Modelo CodA, en el marco de la Investigación-Acción. Esto significa la existencia de un estándar de calidad para realizar la selección o diseño de los nuevos quehaceres, en el que la tecnología no sea un adorno, sino un mediador pertinente para la Transferencia de Conocimiento (Santamaría et al., 2022). Como última, se formula una nueva estrategia para la integración curricular que utiliza el contexto rural y los recursos locales (inventario de cosechas, diseño de estructuras) como punto de partida para la interdisciplinariedad.

Implicaciones institucionales y sociales: La propuesta impacta a nivel gestión escolar y a nivel social de la comunidad educativa. A nivel de escuela, la investigación plantea una modalidad pedagógica (CodA-STEM-ABP) que puede ser implementada y escalada en el PEI (Plan Educativo Institucional), particularmente en zonas rurales de recursos escasos. La eficiencia del modelo confirma la necesidad de que la gestión escolar priorice la compra de material manipulativo (de bajo costo) por encima de la adquisición de costosa tecnología. En lo social, la introducción del PBL promovió la colaboración y responsabilidad compartida (Exley and Dennick, 2017) entre los estudiantes, reduciendo las brechas actitudinales y preparando a los niños para retos que exigen trabajo en conjunto. Si bien la participación de la familia no fue un foco central, contextualizar los problemas (Granja Autosuficiente) posibilita un diálogo más

natural entre escuela y hogar al significar la importancia de las matemáticas en la vida diaria de la comunidad.

4.3.2. Sugerencias

Las siguientes orientaciones pretenden superar las restricciones temporales y contextuales de la investigación para investigaciones futuras sobre la mediación didáctica en la educación matemática: Ampliación del alcance temporal (estudios longitudinales): Se sugiere una intervención constatable que abarque por lo menos un curso escolar. Esto será posible para evaluar la persistencia del dominio en la reagrupación (PLM) y la consolidación de las competencias actitudinales (motivación y colaboración) más allá de la fase inmediata a la intervención.

Incremento y diversificación de la muestra: Se recomienda aumentar el tamaño de la muestra y añadir grupos de control que trabajen con esta metodología tradicional. Esto ayudará a generalizar los resultados y a realizar comparaciones más sólidas en términos del impacto diferencial del paradigma STEM-PBL.

Uso de instrumentos mixtos y participativos: Deberá potenciarse el componente valorativo mediante incorporación de instrumentos mixtos. Por ejemplo, se recomienda incluir la evaluación formativa con rúbricas participativas que faciliten a los estudiantes la reflexión sobre su proceso de aprendizaje mientras desarrollan proyectos STEM. De igual manera, añadir escalas de medida estandarizadas de ansiedad matemática y autoeficacia pre y post intervención.

Triangulación Externa: Se sugiere la participación de observadores externos o evaluadores pares en la etapa de implementación para reducir el sesgo del investigador y añadir perspectivas externas a la Codificación Manual del Diario de Campo.

4.3.3. Recomendaciones

Orientaciones para la replicabilidad institucional: El modelo CodA-STEM-ABP es fácilmente replicable, especialmente en entornos rurales o con escasos recursos. Para instituciones o docentes interesados en adoptar esta experiencia, se orienta lo siguiente:

Prioridad en la concreción didáctica: No se trata de que la innovación gire en torno a la tecnología, sino que la intencionalidad antes bien Pedagógica se concrete en ella. Se

recomienda que la réplica forme boca utilizando materiales manipulativos de bajo costo o recursos locales (como lo que se presenta en el proyecto de la Granja Autosustentable) para hacer visible el concepto de operaciones matemáticas, antes de invertir en recursos digitales complejos.

Desarrollo Secuencial del PBL (Secuencial ABP): La organización debe asegurar que el PBL se impartirá de forma estructurada en etapas. Es importante que el profesor diseñe tiempo explícito de Argumentación y Colaboración, para fomentar un debate de las soluciones antes de la validación final, tal cual fue evidenciado en la subcategoría trabajo en equipos y discusión sobre resultados (CM).

Validación de Recursos (Modelo Coda): Que las instituciones implementen el Modelo Coda o cualquier otro estándar de calidad para la evaluación de cualquier Recurso Digital Educativo (RDE). Esto asegura que herramientas como tabletas y aplicaciones usadas estén alineadas con los objetivos de aprendizaje en lugar de ser un simple accesorio visual.

Sostenible Curricular Integración: El proyecto debe implementar a través del currículo. Las organizaciones deben establecer contextos para trabajo interdisciplinario entre docentes de Ciencia, Ingeniería y Matemáticas y colaborar para desarrollar desafíos que retengan el contexto y la relevancia social del aprendizaje.

Propuestas para la formación docente: El éxito del modelo reside en la transformación del rol del docente. Para la mejora de la formación de educadores en perspectivas innovadoras es necesario:

Formación en Metodologías Activas: Se contemplarán al menos dos módulos obligatorios de formación continua en servicio para docentes en Metodología y Didáctica del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). La formación debe centrarse en las estrategias para hacer la transición de la instrucción directa a la mediación didáctica y la organización en grupos colaborativos.

El desarrollo de competencias STEM integrada, debe ir más allá de ver a STEM como cuatro materia individuales para la formación de educadores. Se deben ofrecer talleres y seminarios para capacitar a los docentes en elaboración de proyectos que verdaderamente integren la Matemática con la Ciencia y la Ingeniería como disciplinas con núcleos comunes, empleando los recursos manipulativos como organizadores conceptuales.

Orientación desde la evaluación cualitativa: Se invita a introducirse en el tratamiento de instrumentos de evaluación cualitativa (ej: diarios de campo y codificación manual) a modo de que los educadores puedan monitorear y analizar críticamente las metamorfosis actitudinales y argumentativas de sus estudiantes y no sólo el producto final. Estimular la práctica reflexiva: Se propone a las instituciones de formación docente que abran espacios de investigación-acción en el aula. Ellos se aseguran de que los futuros maestros no sólo entiendan la teoría, sino que también tengan la habilidad para identificar una brecha (como la reagrupación) y crear una innovación pedagógica específica para llenar esa brecha.

Conclusiones

Esta investigación buscó analizar si el enfoque STEM mediado por el Aprendizaje Basado en Problemas, contribuía a mejorar el pensamiento lógico-matemático en los estudiantes de segundo grado, dentro de un contexto educativo rural. El proceso no solo tuvo por resultado solucionar una dificultad particular, sino que generó en los estudiantes una transformación triple: una superación de la brecha algorítmica, la construcción de competencias actitudinales y la verificación de una nueva ruta metodológica en la enseñanza de contenidos abstractos. El hallazgo más importante a nivel cognitivo fue la exitosa resolución de la ventana algorítmica en suma con reagrupación, pasando de la frustración con la reagrupación inicial a una competencia funcional atestiguada en la prueba posterior.

Esta mejora no se debió a la repetición sino a la concreción didáctica obtenida a partir de la utilización del material manipulativo de la perspectiva STEM. La lectura crítica confirmó que el elemento de Ingeniería redujo la abstracción matemática. Este enfoque dio a los estudiantes la oportunidad de modelar la reagrupación, desarrollando un razonamiento reflexivo del proceso. Esta transformación se acompañó de un cambio en la actitud y en lo social muy fuertes. El desarrollo del método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) contribuyó a la disminución de la ansiedad matemática, incrementó la motivación (reflejada a través del código Entusiasmo con tecnología) y, principalmente, fortaleció la Colaboración y la Argumentación como estrategias de cálculo. Además, que los estudiantes pudieran explicar sus procedimientos y ayudarse entre de sí mismos confirmó que ABP era el mejor medio metodológico en tener para promover pensamiento crítico y responsabilidad compartida.

El alcance del estudio se extendió para incluir la gestión institucional y la posibilidad de réplica. La experiencia fue que la innovación se sostuvo en ambientes rurales y que el modelo podía ser incorporado formalmente en el PEI, como marco de referencia para otros contenidos abstractos. Sin embargo, el trabajo postuló la necesidad de investigar longitudinalmente para verificar la perdurabilidad de los resultados. Era una invitación a que las instituciones de formación docente pusieran más énfasis en la formación en gestión de la mediación didáctica y en investigación-acción como instrumentos fundamentales para la mejora continua.

La importancia a nivel institucional de este hallazgo es ineludible, en tanto que la experiencia comprobó que era posible —y tenía sentido— innovar pedagógicamente en zonas rurales. La validación del modelo confiere a la escuela el derecho a oficializar en su PEI la

secuencia metodológica CodA-STEM-ABP y con ello poner a disposición de sus estudiantes un alternativa comprobada y relevante para hacer frente al desafío de enseñar en forma viable y atractiva contenidos conceptualmente abstractos. Esta incorporación al currículo no implica desembolsos en infraestructura, sino que demanda principalmente una firme convicción en la necesidad de la formación permanente del cuerpo docente para la gestión de recursos manipulativos de bajo costo y para la función dinamizadora de la Argumentación como elemento de evaluación formativa continua.

Por ello, la investigación se constituye en un referente clave para el propio manejo y dirección de la transformación pedagógica. En el plano metodológico la evolución de la Investigación-Acción ocasiona reafirmar la importancia de instrumentos como la triangulación (desde el Diagnóstico hasta el Proceso y la Evaluación) y la Codificación Manual en todos los planos como medios fundamentales para ir consolidando la incipiente investigación.

En suma, los avances significativos de esta investigación se relacionó con la habilidad de identificar una brecha, diseñar una solución situada y probar la relación causal entre la intervención y el cambio educativo logrado. El legado fue la creencia de que la transferencia del conocimiento y la autonomía en el aprendizaje eran factibles cuando se lograba una eficaz sinergia entre teoría y práctica. Los hallazgos revelaron que el modelo STEM favoreció el desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía en niños y niñas muy pequeños, y mejoró su desempeño como educadores según una práctica docente más reflexiva, colaborativa y contextualizada.

Por último, la investigación y su materialización supone un llamamiento para la réplica y ampliación del modelo en formación de profesorado. Las investigaciones futuras deberán situarse en torno a la sostenibilidad del cambio a largo plazo y a la transferencia horizontal del modelo a otras áreas curriculares (por ejemplo, la aplicación del ABP-STEM a la resolución de problemas de medición o de geometría). Los resultados de fundamentales de trabajo establecen la certeza de que la transformación educativa acontece cuando el docente investiga, diseña respuestas contextuales y, a través de la conjunción de teoría y práctica, habilita al estudiante para pensar críticamente y de forma autónoma frente a los desafíos del mundo real. El trabajo del estudio es consecuencia del hecho de que la educación STEM promueve la autonomía y el pensamiento crítico en la infancia, favoreciendo el desarrollo de una práctica docente reflexiva, colaborativa y contextualizada.

Referencias Bibliográficas

- Barreto, A. (2015). *Desarrollo socioemocional en la primera infancia*. Universidad del Norte.
- Bisquerra, R. (2011). *Educación emocional y bienestar*. Editorial Wolters Kluwer.
- Corlu, M., Capraro, R., y Capraro, M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, vol. 39 (171), pp. 74-85.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. UNESCO.
- Eliot, J. (2000). *La investigación acción en la educación*. Ediciones Morata, S. L.
<https://www.terras.edu.ar/biblioteca/37/37ELLIOT-Jhon-Cap-1-y-5.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). *Boletín Técnico: Encuesta Nacional de Calidad de Vida – ECV 2016*.
- Flinn, E., Mulligan, A. y Thompson, H. (2022). *Ideas STEM para primaria: más de 60 actividades que combinan matemáticas, ciencia, diseño y tecnología*. Madrid: Narcea Ediciones.
- González, A., Pérez, M., & Ruiz, J. (2020). *La atención en la educación infantil: estrategias para su mejora*. Editorial Graó.
- Maturana, H. (1994). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Editorial Dolmen.
- Meyrick, K. (2016). How STEM education improves student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*. vol. 14 (1).
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Plan Especial de Educación Rural. Hacia el desarrollo rural y la construcción de paz*. Disponible en https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-385568_recurso_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Modelos educativos flexibles–Escuela Nueva*.
- Ocampo, J. (2014). *Misión para la transformación del campo. Salvar la deuda histórica con el campo*.
- Ortiz Ocaña, A. (2012). *Educación intercultural: Fundamentos y experiencias*. Editorial Magisterio.
- Ricardo Pérez, M. V. (2024). *Estrategias lúdico-pedagógicas inclusivas para el desarrollo de las competencias socioafectivas en la educación infantil de los niños Emberá Katío* [Infografía en PDF]. https://usantotomaseduco-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/maria_ricardo_usantotomas_edu_co/EfF_hQ0m1rdBrTHPBHQQn-UBfQtXw2wBTG2WmSCy8fA4ng?e=NCYz37
- Schejtman, A., y Berdegué, J. (2004). *Desarrollo territorial rural*. Santiago de Chile: División América Latina y el Caribe del Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA).

Vásquez, L., Díaz, C., y Monroy, M. (2020). *La asociatividad y liderazgo del profesor en comunidades rurales de Colombia*. Bogotá, D.C: Editorial La Salle.

Zabalza, M. A. (2003). *Competencias emocionales en la educación infantil*. Editorial Graó.

Anexos

Anexo A

Primera Planeación

DATOS DEL PROYECTO	
Número de la sesión	Sesión 1
Fecha	
Problema real por resolver	Los ingenieros de juguete necesitan construir una torre. Tienen dos cajas de bloques, una con 25 y otra con 16 bloques.
Producto o solución esperada	La Torre de la suma construida con bloques físicos y una representación digital, que demuestre la resolución de la suma con reagrupación.
OBJETIVO Y CATEGORÍAS	
Objetivo de la experiencia	Mejorar el pensamiento lógico-matemático en la adición con reagrupación, utilizando la construcción y la tecnología para desarrollar habilidades y destrezas.
Competencias relacionadas con el ABP	Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (argumentación y presentación efectiva), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.
Categorías	- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) - Pensamiento Lógico-Matemático - STEM
Subcategorías	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Trabajo en equipo - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación) - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia) STEM: - Comprensión del problema a resolver - Búsqueda de datos - Creación del prototipo o solución - Reflexión sobre el proceso desarrollado

Pensamiento Lógico-
Matemático:
- Propiedad Conmutativa
- Propiedad Asociativa
- Propiedad del Elemento
Neutro.

Criterios de observación por categoría

PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: Bloques de construcción (10 bloques pequeños para unidades y 1 largo para decenas), fichas de colores. Digitales: Tablet o equipos de cómputo con una aplicación de matemáticas interactiva para la representación de sumas. Evaluación: Observación directa, revisión de respuestas en la aplicación, presentación de la solución. Criterios de Éxito: Los estudiantes logran resolver el problema, demuestran comprensión de la reagrupación y utilizan los recursos de manera efectiva.
Reflexiones	
Fotografías de la experiencia	

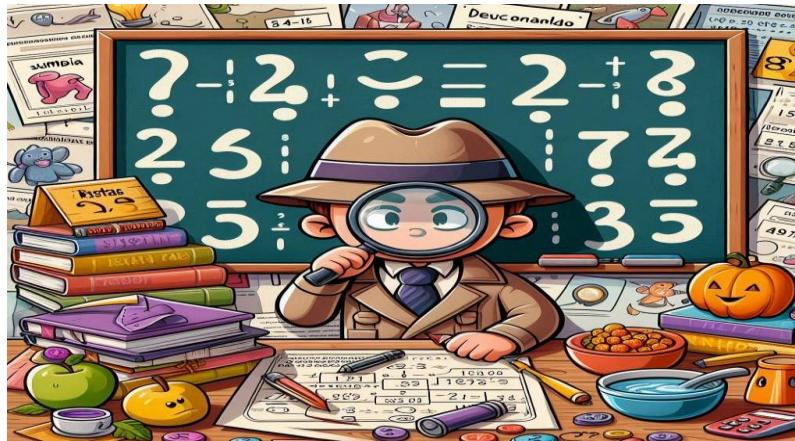
Anexo B

Segunda planeación

DATOS DEL PROYECTO

Número de la sesión

Sesión 2



Fecha

Problema real por resolver

Los ingenieros matemáticos deben resolver un enigma.

Producto o solución esperada

Una ficha de detective que los lleve a la solución del problema.

OBJETIVO Y CATEGORÍAS

Objetivo de la experiencia

Desarrollar el pensamiento lógico-matemático en la adición con reagrupación, utilizando la construcción y la tecnología para desarrollar habilidades y destrezas.

Competencias relacionadas con el ABP

Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (argumentación y presentación efectiva), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.

Categorías

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
- Pensamiento Lógico-Matemático
- STEM

Subcategorías

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):
- Resolución de problemas
 - Toma de decisiones
 - Trabajo en equipo
 - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación)
 - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia)

Pensamiento Lógico-Matemático:

- Propiedad Conmutativa
- Propiedad Asociativa
- Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva)

STEM:

- Comprensión del problema a resolver
- Búsqueda de datos

	- Creación del prototipo o solución - Reflexión sobre el proceso desarrollado
Criterios de observación por categoría	
PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA	
Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: Balanzas de plato, objetos pequeños (como fichas o canicas). Digitales: Tabletas con una aplicación de balanzas interactivas. Evaluación: Observación directa de la manipulación de las balanzas. Criterios de Éxito: Los estudiantes logran resolver el problema, demuestran comprensión de la reagrupación y utilizan los recursos de manera efectiva.
Reflexiones	(Espacio para registrar aprendizajes logrados, dificultades, aportes de los estudiantes, ajustes necesarios).
Fotografías de la experiencia	

Anexo C

Tercera Planeación

DATOS DEL PROYECTO	
Número de la sesión	Sesión 3 
Fecha	
Problema real por resolver	Los ingenieros matemáticos deben resolver un enigma.

Producto o solución esperada	Un mapa de aventura de la feria para consolidar los conocimientos.
OBJETIVO Y CATEGORÍAS	
Objetivo de la experiencia	Consolidar la comprensión y aplicación de la adición con reagrupación.
Competencias relacionadas con el ABP	Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (argumentación y presentación efectiva), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.
Categorías	- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) - Pensamiento Lógico-Matemático - STEM
Subcategorías	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Trabajo en equipo - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación) - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia) Pensamiento Lógico-Matemático: - Propiedad Conmutativa - Propiedad Asociativa - Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva) STEM: - Comprensión del problema a resolver - Búsqueda de datos - Creación del prototipo o solución - Reflexión sobre el proceso desarrollado
Criterios de observación por categoría	
PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA	
Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: Juego de mesa gigante (creado en el aula). Digitales: Tablet o computadoras con acceso a Internet. Evaluación: Observación del desempeño de los estudiantes y de sus estrategias de solución. Criterios de Éxito: Los estudiantes demuestran un claro entendimiento de la reagrupación y aplican sus conocimientos en las diferentes actividades.
Reflexiones	

Fotografías de la experiencia

Tabla 6

Anexo D

Cuarta Planeación

DATOS DEL PROYECTO	
Número de la sesión	Sesión 4 
Fecha	
Problema real por resolver	Los ingenieros matemáticos de la Gran Feria de Ciencias y Artes quieren construir sus puestos con un número exacto de bloques.
Producto o solución esperada	Un ticket de compra digital, generado por una aplicación que resuelva el problema de la adición.
OBJETIVO Y CATEGORÍAS	
Objetivo de la experiencia	Aplicar la adición de números de tres cifras en la resolución de problemas.
Competencias relacionadas con el ABP	Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (que incluyen la argumentación y la presentación efectiva de la información), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.
Categorías	- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) - Pensamiento Lógico-Matemático - STEM
Subcategorías	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Trabajo en equipo - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación) - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia)
Pensamiento Lógico-Matemático:	

- Propiedad Conmutativa
- Propiedad Asociativa
- Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva)

STEM:

- Comprensión del problema a resolver
- Búsqueda de datos
- Creación del prototipo o solución
- Reflexión sobre el proceso desarrollado

Criterios de observación por categoría

3. PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: N/A. Digitales: Computadoras o tabletas con acceso a una aplicación o juego en línea que simule la adición. Evaluación: Observación del proceso de resolución y la manipulación de la aplicación. Criterios de Éxito: Los estudiantes logran resolver los problemas de adición de tres cifras en la aplicación y demuestran el uso de estrategias efectivas.
Reflexiones	
Fotografías de la experiencia	

Anexo E

Quinta planeación

DATOS DEL PROYECTO

Número de la sesión	Sesión 5
----------------------------	----------

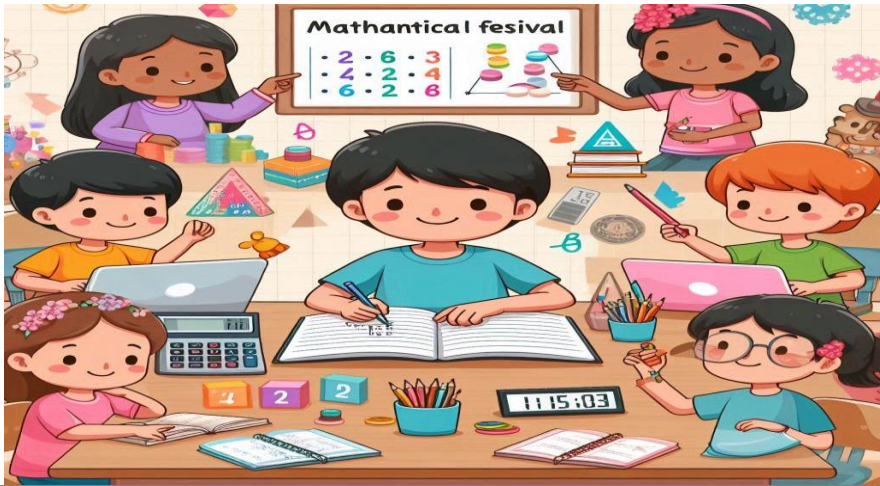


Fecha	
Problema real por resolver	Los “ingenieros matemáticos de la Granja de la Adición” necesitan hacer un inventario.
Producto o solución esperada	Un Reporte de Inventario de la Granja.
OBJETIVO Y CATEGORÍAS	
Objetivo de la experiencia	Practicar la adición de números de dos cifras en la resolución de problemas.
Competencias relacionadas con el ABP	Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (que incluyen la argumentación y la presentación efectiva de la información), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.
Categorías	- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) - Pensamiento Lógico-Matemático - STEM
Subcategorías	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Trabajo en equipo - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación) - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia) Pensamiento Lógico-Matemático: - Propiedad Conmutativa - Propiedad Asociativa - Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva) STEM: - Comprensión del problema a resolver - Búsqueda de datos - Creación del prototipo o solución - Reflexión sobre el proceso desarrollado

Criterios de observación por categoría	
PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA	
Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: Maqueta de granja (puede ser una mesa o una caja de cartón). Digitales: Computadoras con una aplicación o simulador de granja virtual. Evaluación: Observación del proceso de resolución de problemas en la aplicación. Criterios de Éxito: Los estudiantes resuelven correctamente los problemas de adición de dos cifras en la aplicación y demuestran el uso de estrategias efectivas.
Reflexiones	
Fotografías de la experiencia	

Anexo F

Sexta Planeación

DATOS DEL PROYECTO	
Número de la sesión	Sesión 6 
Fecha	
Problema real por resolver	Los ingenieros matemáticos de la Gran Feria de Ciencias y Artes quieren construir sus puestos con un número exacto de bloques.
Producto o solución esperada	El producto final es la consolidación de los conocimientos en un evento interactivo de aprendizaje.
OBJETIVO Y CATEGORÍAS	

Objetivo de la experiencia	Evaluar de manera lúdica la comprensión de la adición de dos y tres cifras en la resolución de problemas.
Competencias relacionadas con el ABP	Resolución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Habilidades de comunicación (que incluyen la argumentación y la presentación efectiva de la información), Desarrollo de actitudes y valores como la precisión, la capacidad de revisión y la tolerancia.
Categorías	- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) - Pensamiento Lógico-Matemático - STEM
Subcategorías	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): - Resolución de problemas - Toma de decisiones - Trabajo en equipo - Habilidades de comunicación (argumentación y presentación) - Desarrollo de actitudes y valores (precisión, revisión y tolerancia) Pensamiento Lógico-Matemático: - Propiedad Conmutativa - Propiedad Asociativa - Propiedad del Elemento Neutro (o Identidad Aditiva) STEM: - Comprensión del problema a resolver - Búsqueda de datos - Creación del prototipo o solución - Reflexión sobre el proceso desarrollado
Criterios de observación por categoría	
PLANEACIÓN DE LA EXPERIENCIA	
Inicio	Presentación de la situación problema en el marco del proyecto, Construcción de la curiosidad.
Desarrollo	Recopilación de datos y hechos, Fabricación y perfeccionamiento del prototipo.
Cierre	Reflexionar, aplicar y pensar en el futuro.
Recursos pedagógicos	Físicos: Estaciones de juego (diferentes desafíos de adición). Digitales: Tabletas o computadoras con una aplicación o juego de trivia en línea. Evaluación: Los resultados de los juegos y las trivias. Criterios de Éxito: Los estudiantes resuelven los problemas de adición en la aplicación, demuestran el uso de estrategias efectivas y responden correctamente a las preguntas de la trivia.
Reflexiones	
Fotografías de la experiencia	

