

**ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO
MÉTRICO, BASADA EN EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL, CON ESTUDIANTES DE
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INTEGRADO DE CÓMBITA.**

CLAUDIA MILENA ALVAREZ RINCÓN¹

LEIDI STEFANY SARMIENTO SAMACÁ²

LEIDY MARY LUZ VILLAMIL PASITO³

Director

SANDRA MILENA ROJAS TOLOSA

¹ claudiaalvarezr@usantotomas.edu.co; <https://orcid.org/0009-0004-5829-0829>;
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000163427

² leidisarmiento@usantotomas.edu.co; <https://orcid.org/0009-0009-4396-476X>;
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002197447

³ leidyvillamil@usantotomas.edu.co; <https://orcid.org/0009-0001-3013-4216>;
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002197263

Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social

Facultad de Educación

Universidad Santo Tomás

Mayo 2025

Resumen

La presente investigación aborda las dificultades en el aprendizaje del pensamiento métrico en matemáticas, caracterizadas por bajos resultados en evaluaciones nacionales e internacionales y metodologías de enseñanza tradicionales que no logran vincular conceptos abstractos con aplicaciones reales. El objetivo principal fue fortalecer el pensamiento métrico de estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita mediante una estrategia pedagógica basada en el pensamiento computacional. La metodología empleó un enfoque cualitativo de investigación-acción participativa, implementando una estrategia pedagógica estructurada en cinco fases: indagación, problematización, resolución, sistematización y transferencia. La población consistió en 31 estudiantes de grado sexto, utilizando herramientas como Scratch para crear calculadoras de conversión de unidades contextualizadas en el sector lechero local. Los instrumentos de recolección incluyeron pruebas pretest y posttest, diarios de campo, observaciones directas y validación por expertos. Los resultados demostraron mejoras significativas en las competencias de conversión de unidades, con incrementos del 70% en el componente de conversión y duplicación del desempeño en medición y estimación. El análisis comparativo reveló que todos los estudiantes igualaron o mejoraron su desempeño, aumentando en 62% los niveles alto y superior. Las conclusiones confirman que la integración del pensamiento computacional con contextos significativos del entorno rural potencia el aprendizaje del pensamiento métrico, promoviendo habilidades del siglo XXI como resolución de problemas, creatividad y trabajo colaborativo. La estrategia pedagógica diseñada bajo el enfoque STEM demostró ser pertinente, flexible y adaptada a las necesidades educativas específicas de la población rural estudiada.

Palabras clave: Pensamiento métrico, pensamiento computacional, enfoque STEM, conversión de unidades, estrategia pedagógica

Abstract

This research addresses the difficulties in learning metric thinking in mathematics, characterized by low performance in national and international assessments and traditional teaching methodologies that fail to connect abstract concepts with real-world applications. The main objective was to strengthen metric thinking in sixth-grade students at the Integrated Educational Institution of Cóbbita through a pedagogical strategy based on computational thinking. The methodology employed a qualitative participatory action research approach, implementing a pedagogical strategy structured in five phases: inquiry, problematization, resolution, systematization, and transfer. The sample consisted of 31 sixth-grade students, using tools such as Scratch to create unit conversion calculators contextualized within the local dairy sector. Data collection instruments included pretest and posttest assessments, field journals, direct observations, and expert validation. Results demonstrated significant improvements in unit conversion competencies, with 70% increases in the conversion component and doubled performance in measurement and estimation. Comparative analysis revealed that all students maintained or improved their performance, with a 62% increase in high and superior achievement levels. The findings confirm that integrating computational thinking with meaningful contexts from rural



environments enhances metric thinking learning while promoting 21st-century skills such as problem-solving, creativity, and collaborative work. The pedagogical strategy designed under the STEM approach proved to be relevant, flexible, and adapted to the specific educational needs of the rural population studied.

Keywords: metric thinking, computational thinking, STEM approach, unit conversion, pedagogical strategy

Tabla de contenido

Resumen.....	2
Abstract	2
Introducción	7
Justificación	9
Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad	11
Identificación.....	11
Descripción	12
Formulación	14
Oportunidades de innovación / alternativas de solución	14
Propósito y objetivos.....	16
Propósito	16
Objetivo General	16
Objetivos específicos.....	16
Matriz de medición de impacto educativo y social	17
Marco de referencia.....	18
Marco contextual.....	18
Revisión de estado del arte	18
Pensamiento computacional – Scratch	18
Pensamiento Métrico - Conversión de unidades.....	21
Enfoque STEM.....	23
Marco teórico	26
Pensamiento Computacional	26
Scratch.....	29
Pensamiento Matemático.....	30
Pensamiento métrico	32
Enfoque STEM.....	36



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Integración del pensamiento computacional en las matemáticas y educación STEM.....	38
Estrategia pedagógica.....	40
Marco conceptual	41
Marco legal y normativo	43
Marco metodológico	44
Categorización de la realidad educativa a abordar.....	44
Enfoque de investigación	46
Tipo de investigación	46
Técnicas de recolección de información.....	46
Técnicas de análisis de información seleccionadas	47
Aplicación y análisis de los resultados	48
Producto o resultado esperado	50
Descripción de la población y muestra	51
Matriz de interesados y beneficiario	51
Recursos previstos.....	53
Resultados	53
Proceso 1. Diagnóstico.	54
Proceso 2. Diseño.	55
Validación del diseño de la estrategia pedagógica por expertos.	58
Proceso 3. Implementación	60
Implementación pedagógica con énfasis en pensamiento métrico y computacional	62
Análisis comparativo Pretest – Post- test.....	74
Componente de Selección (Preguntas I, III, V, VII).....	75
Componente de Conversión (Preguntas II, IV, VIII, IX, X)	75
Componente de Medición y estimación (Pregunta VI)	76
Componente Combinación (Pregunta VIII).....	76
Enfoque STEM.....	78
Conclusiones	85
Visión prospectiva del proyecto	86
Ideas para nuevos proyectos.....	87
Consideraciones éticas	88
Referencias.....	89
Anexos	94

Lista de figuras

Figura 1. Árbol de problemas.....	13
Figura 2. Beneficios del pensamiento computacional en la educación	27
Figura 3. Habilidades del pensamiento computacional en la educación	28
Figura 4. Dimensión del desarrollo del pensamiento métrico	35
Figura 5. Habilidades del enfoque STEM	37
Figura 6. Prueba pretest.....	54
Figura 7. Matriz de coherencia.....	56
Figura 8. Relación diseño de ingeniería y metodología activa.....	57
Figura 9. Resultados de las respuestas.....	61
Figura 10. Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre el avance tecnológico.....	63
Figura 11. Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre los recipientes que se usan para recolectar leche	63
Figura 12. Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre los cambios en la recolección de leche	64
Figura 13. Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre las magnitudes, volumen y precios de productos lácteos	64
Figura 14. Participación en juegos de relación contextualizado con el entorno.....	66
Figura 15. Participación en juegos de relación contextualizado con el entorno.....	66
Figura 16. Desarrollo presentado por un estudiante	67
Figura 17. Desarrollo presentado por un estudiante	67
Figura 18. Resolución lograda por un estudiante.....	68
Figura 19. Programación realizada por un estudiante.....	69
Figura 20. Resultado de la programación lograda	70
Figura 21. Programación realizada por un estudiante	70
Figura 22. Resolución lograda por un estudiante en el sistema	72
Figura 23. Estudiantes participando y resolviendo problemas con Scratch	73
Figura 24. Estudiantes resolviendo problemas de manera escrita y con Scratch.....	73
Figura 25. Estudiantes resolviendo problemas de manera escrita y con Scratch.....	74

Figura 26. Respuesta de los estudiantes según el contexto	78
Figura 27. Comparaciones tecnológicas del contexto	79
Figura 28. Comparaciones tecnológicas del contexto	80
Figura 29. Respuesta dada por un estudiante	80
Figura 30. Estudiantes aprendiendo comprensión lectora	80
Figura 31. Estudiantes usando recursos tecnológicos.	82
Figura 32. Participación y motivación de los estudiantes	82
Figura 33. Configuraciones de aprendizaje tecnológico	84

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de medición y de impacto educativo y social	17
Tabla 2. Magnitudes Físicas. Sistema Internacional de Unidades	33
Tabla 3. Marco STEM + para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica	37
Tabla 4. Marco legal y normativo	43
Tabla 5. Categorización de la realidad educativa a abordar	45
Tabla 7. Matriz de interesados y beneficiarios	52
Tabla 8. Recursos previstos	53
Tabla 6. Fases de la estrategia pedagógica	57
Tabla 7. Resultados fase de indagación	63
Tabla 8. Resultados fase de problematización	65
Tabla 9. Resultados fase de resolución	69
Tabla 10. Resultados fase de transferencia	72
Tabla 11. Comparativo Prueba Pretest – Post-test	75
Tabla 12. Análisis Desempeño Académico.	77
Tabla 13. Análisis de resultados del enfoque STEM	78

Lista de anexos

Anexo 1. Matriz de coherencia conceptual	94
Anexo 2. Pretest y post-test	95
Anexo 3. Validación de expertos	96

Anexo 4. Diarios de campo	98
Anexo 5. Estrategia pedagógica	102

Introducción

La educación matemática contemporánea enfrenta desafíos significativos en la enseñanza y aprendizaje del pensamiento métrico, evidenciados por los resultados obtenidos en evaluaciones estandarizadas nacionales e internacionales. Las pruebas PISA 2022 registraron una disminución de 8 puntos en matemáticas para Colombia, con un descenso de 391 a 383 puntos sobre 500 posibles, situando al 71% de los estudiantes bajo el nivel 2, que corresponde al reconocimiento de situaciones que requieren estrategias básicas de resolución de problemas y extracción de información relevante. Esta problemática se agudiza en contextos rurales, donde las prácticas pedagógicas tradicionales no logran establecer conexiones significativas entre los conceptos matemáticos abstractos y las realidades cotidianas de los estudiantes.

El pensamiento métrico, definido como la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos en diferentes situaciones, constituye un componente fundamental del desarrollo matemático. Sin embargo, las metodologías de enseñanza actuales se caracterizan por enfoques mecánicos y memorísticos que generan desmotivación y apatía en los procesos formativos. Los estudiantes experimentan dificultades para relacionar los temas propuestos con la realidad, particularmente en aspectos como la conversión de unidades y las operaciones matemáticas básicas, lo que resulta en un clima de desconfianza y desinterés hacia las matemáticas.

En este contexto, el pensamiento computacional emerge como una alternativa metodológica innovadora que trasciende el ámbito informático para aplicarse en diversos campos del conocimiento. Definido como el proceso de pensamiento involucrado en la formulación y resolución de problemas de manera que una persona o máquina pueda llevarlo a cabo efectivamente, el pensamiento computacional incluye habilidades como la recolección de datos, análisis, representación, descomposición, abstracción, creación de algoritmos, automatización y simulación. Estas competencias comparten características fundamentales con el razonamiento matemático, particularmente en la resolución sistemática de problemas y el desarrollo del pensamiento lógico.

La investigación se desarrolla en la Institución Educativa Integrado de Cómbita, ubicada en el municipio de Cómbita, Boyacá, caracterizada por su contexto rural y su proximidad al sector productivo lechero. La población de estudio comprende 31 estudiantes de grado sexto, con edades entre 10 y 12 años, provenientes mayoritariamente de zonas rurales y pertenecientes a estratos socioeconómicos 1 y 2. Esta población presenta características particulares derivadas de su formación primaria en escuelas multigrado, donde un solo docente atendía estudiantes de diferentes grados, generando la necesidad de adaptación a un entorno escolar más estructurado en la educación secundaria.

El objeto de estudio se centra en el fortalecimiento del pensamiento métrico mediante la integración del pensamiento computacional, utilizando como contexto significativo el sector lechero del municipio. Esta elección responde a la presencia de unidades de medida no convencionales en los procesos de producción y distribución láctea, como la cantina, el bloque o la botella, que constituyen elementos familiares para los estudiantes y facilitan la comprensión conceptual de magnitudes y conversiones unitarias.

La categorización de la realidad educativa se estructura en torno a tres dimensiones fundamentales. La primera dimensión corresponde al pensamiento métrico, evaluado mediante componentes de selección de unidades, conversión de unidades, medición y estimación, y combinación de procesos para la resolución de problemas. La segunda dimensión abarca el pensamiento computacional, centrado en habilidades de recolección y representación de datos, análisis de información, construcción de algoritmos y simulación. La tercera dimensión integra el enfoque STEM, que articula ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para promover un aprendizaje interdisciplinario y contextualizado.

El diseño metodológico adopta un enfoque cualitativo de investigación-acción participativa, que considera actores sociales capaces de reflexionar y participar en el proceso investigativo. La metodología se estructura en cinco fases secuenciales basadas en el proceso de diseño en ingeniería: indagación, problematización, resolución, sistematización y transferencia. Esta estructura permite organizar las acciones de enseñanza y aprendizaje de manera progresiva, facilitando la construcción activa del conocimiento por parte de los estudiantes.

La estrategia pedagógica denominada "Aprende Convirtiendo Unidades en Scratch" integra el uso de herramientas tecnológicas, específicamente el entorno de programación por bloques Scratch, para crear calculadoras de conversión de unidades contextualizadas en el sector lechero. Esta aproximación permite materializar conceptos abstractos mediante elementos visuales manipulables, promoviendo el desarrollo simultáneo de competencias matemáticas y tecnológicas.

Los instrumentos de recolección de información incluyen pruebas pretest y post-test para evaluar conocimientos previos y posteriores, diarios de campo para el seguimiento cualitativo del proceso,

observaciones directas para documentar comportamientos y actitudes, y validación por expertos para garantizar la coherencia y pertinencia de la estrategia pedagógica. El análisis de información emplea técnicas comparativas, triangulación de datos y análisis de contenido cualitativo para interpretar los resultados obtenidos.

Los resultados preliminares evidencian mejoras significativas en las competencias de pensamiento métrico, particularmente en el componente de conversión de unidades, donde se registraron incrementos del 70%. El análisis comparativo entre pretest y posttest reveló que todos los estudiantes igualaron o mejoraron su desempeño, aumentando en 600% los niveles de desempeño alto y superior. La implementación del enfoque STEM demostró efectividad en múltiples dimensiones pedagógicas, fortaleciendo la integración disciplinaria, el trabajo colaborativo y el uso apropiado de recursos tecnológicos.

Las conclusiones preliminares confirman que la integración del pensamiento computacional con contextos significativos del entorno rural potencia el aprendizaje del pensamiento métrico, promoviendo el desarrollo de habilidades del siglo XXI como resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y trabajo colaborativo. La estrategia pedagógica diseñada bajo el enfoque STEM resultó pertinente, flexible y adaptada a las necesidades educativas específicas de la población rural estudiada.

El documento se estructura en secciones que abordan progresivamente la fundamentación teórica, el marco metodológico, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del proceso investigativo. Esta organización permite al lector comprender la evolución del proyecto desde su conceptualización hasta su implementación y evaluación, proporcionando elementos para la replicación y adaptación de la estrategia en contextos similares

Justificación

Las matemáticas son una herramienta esencial para el desarrollo de las personas y de las sociedades, como lo indica Nelson Mandela (junio 1990), la educación es una herramienta poderosa para generar cambios en el mundo y para tener mejores trabajos. Ser competente en matemáticas contribuye a resolver problemas prácticos y tomar decisiones rápidas en la vida diaria. Estas habilidades son esenciales para la autonomía individual y una interacción eficaz con el entorno. Así, las matemáticas no son solo un conjunto de algoritmos y fórmulas, sino un enriquecedor instrumento de transformación personal y profesional (Buitrago, 2023).

Actualmente la educación enfrenta grandes desafíos en la comprensión de los conceptos matemáticos relacionados con el sistema métrico y la resolución de problemas, ocasionando que los estudiantes no relacionen los temas propuestos con la realidad (Hernández, 2024), como la conversión de unidades y las operaciones; porque se emplea un aprendizaje mecánico y memorístico, genera desmotivación y apatía en su proceso formativo. Al ver a las matemáticas como una ciencia sin sentido, sin ver su aplicabilidad en situaciones reales y cotidianas, se genera un clima de desconfianza y desinterés en los estudiantes (Millán, 2012).

Para atender esta necesidad se encuentra una oportunidad en el enfoque STEM como un enfoque integrado para formar ciudadanos capaces de adaptarse a los cambios de la sociedad y contribuir a la solución de problemas complejos, permitiendo que el estudiante pueda experimentar (Bascopé et al., 2024), generar nuevas ideas, resolver problemas, representar datos y poner en práctica sus destrezas adquiridas, para lo cual requiere poner en juego las cuatro habilidades del pensamiento STEM: científico, creativo, crítico y computacional (Perkins, 2009). Desde el enfoque STEM se pretende vincular prácticas económicas de la región para que los niños den un mayor sentido a los conceptos y procesos matemáticos.

Varios estudios realizados en el marco del enfoque STEM se han centrado en establecer relaciones entre estos pensamientos en particular del pensamiento matemático y computacional ya que, ambos están relacionados con la capacidad de resolver problemas de manera lógica y creativa. Como afirman en Molina et al. (2020), la integración de ambos enfoques en la educación fortalece las competencias necesarias para enfrentar desafíos en el siglo XXI.

La propuesta centra en fortalecer el pensamiento métrico, en lo que corresponde a las magnitudes y conversión de unidades, integrando el pensamiento computacional, ya que incluye prácticas como la el pensamiento algorítmico, abstracción, la automatización, la generalización y la descomposición fundamentales y comunes con el razonamiento matemático y claves para la resolución de problemas (OECD, 2023). El potencial de integrar estos dos pensamientos ha sido reconocido en los últimos años, que ya fue integrado en los planteamientos para el área de matemáticas de la prueba PISA del 2022.

La estrategia propuesta articula el aprendizaje de magnitudes y conversión de unidades con herramientas tecnológicas como Scratch, tomando como contexto significativo el sector lechero de la región. El proyecto se enmarca en la línea de "pensamiento STEM", integrando matemáticas y tecnología para potenciar habilidades como el pensamiento computacional, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas, contribuyendo así a transformar las prácticas pedagógicas mediante experiencias contextualizadas que le aporte herramientas a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad

Realizar un diagnóstico de la realidad del contexto en donde se llevará a cabo un proceso de investigación permite comprender los elementos que constituyen el problema y cómo estos se relacionan con las necesidades y particularidades del contexto institucional. Implica reconocer las características de los estudiantes, las dinámicas escolares, así como los recursos disponibles para asegurar que la propuesta de solución sea pertinente y contextualizada. Además, permite reconocer los elementos teóricos y conceptuales que fundamentan la propuesta y el diseño de estrategias efectivas.

Identificación

El municipio de Cóbbita está en el departamento de Boyacá. El casco urbano está a 8.5 km de Tunja, capital boyacense. Es un territorio enclavado entre valles y montañas. Su población es trabajadora, y servicial orgullosa de sus tradiciones y de sus creencias religiosas. Viven principalmente de la agricultura y la ganadería. La Institución Educativa de Cóbbita pertenece al sector público del centro del municipio. Cuenta con una jornada única, calendario A, una población mixta de aproximadamente 1000 estudiantes en los niveles desde preescolar hasta media académica.

La estrategia se dirige a estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita, con 31 estudiantes del curso 602, conformados por niños, en edades entre 10 y 12 años. Gran parte de los estudiantes residen en la zona rural del municipio, con estratos socioeconómicos 1 y 2. Los estudiantes se destacan por su alegría, ganas de aprender y su interés por el deporte.

Cabe mencionar que, al provenir de zonas rurales, su proceso formativo en la primaria fue orientado por un solo docente, compartiendo el aula con 13 compañeros de diferentes grados (desde preescolar hasta quinto). Esta dinámica les brindaba un ambiente más familiar y cercano. Sin embargo, al llegar a sexto grado, enfrentan el desafío de adaptarse a un entorno escolar más amplio y estructurado. Cada aula está conformada por unos 30 estudiantes, y un docente diferente para cada asignatura propuesta. Esta transición no solo implica adaptarse a un mayor número de compañeros, sino también a distintos estilos de enseñanza y a una rutina más compleja. A pesar de estos retos, los estudiantes demuestran compromiso con su proceso formativo.

La misión de la institución es formar personas responsables, tolerantes y solidarias, capaces de enfrentar y resolver diferentes situaciones de la vida, como ciudadanos comprometidos con la comunidad y el medio ambiente. El egresado podrá orientar sus aprendizajes mediante el uso de tecnologías para desarrollar competencias que lo encaminen a realizarse profesional y laboralmente. Estará estructurado



para la toma de decisiones tendientes a solucionar los problemas que le plantee la vida en cualquiera de los ámbitos, posicionándose como líder de la comunidad.

En el marco del modelo pedagógico institucional, con la propuesta de una estrategia pedagógica enmarcada en el enfoque STEM que integra los pensamientos computacional y matemático, desde situaciones reales, se espera contribuir a superar los bajos resultados presentados en el área de matemáticas obtenidos tanto en las pruebas institucionales como pruebas estandarizadas a nivel nacional e internacional, así como la falta de motivación que presentan los estudiantes de grado sexto por el conocimiento.

Descripción

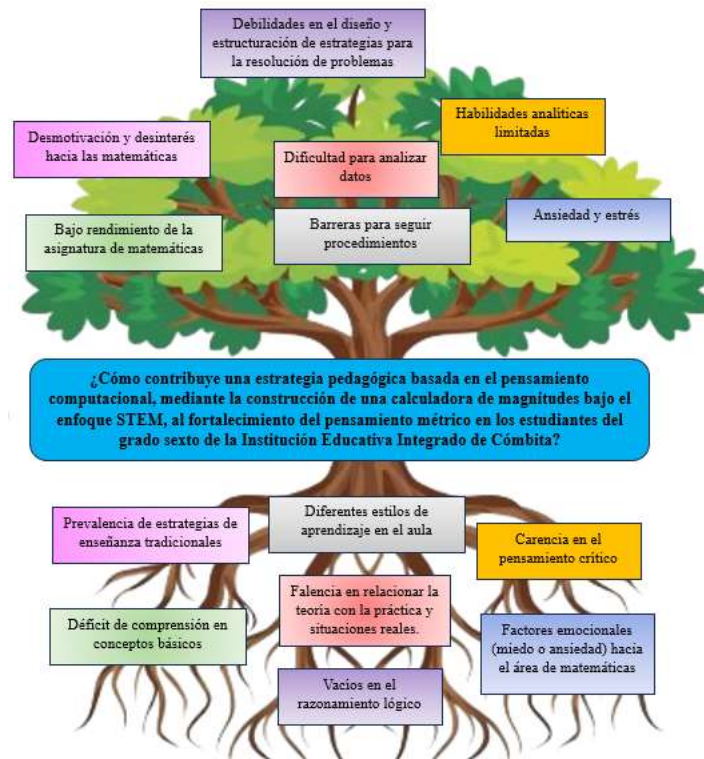
Los promedios de evaluaciones internacionales y nacionales evidencian deficiencias en el rendimiento académico estudiantil en el área matemática. Las pruebas PISA 2022 registraron una disminución de 8 puntos en matemáticas para Colombia, con un descenso de 391 a 383 puntos sobre 500 posibles. El 71% de los estudiantes se situó bajo el nivel 2, que corresponde al reconocimiento de situaciones que requieren estrategias básicas de resolución de problemas y extracción de información relevante (OECD, 2023). Las pruebas nacionales Saber confirman esta tendencia. En el año 2024, la Institución Educativa Integrada de Cóbbita ocupó el puesto 189 en Boyacá con 265,8 puntos globales. En matemáticas obtuvo 55,30 puntos y en lenguaje 54,93 puntos, ambos con reducción respecto al año anterior. Estos datos subrayan la necesidad urgente de fortalecer los procesos académicos mediante estrategias pedagógicas dirigidas a mejorar las competencias fundamentales en matemáticas y lenguaje.

La población objeto de la presente investigación está conformada por 31 estudiantes (niños) de grado sexto de la Institución Educativa Integrada de Cóbbita. Estos estudiantes pertenecen a un centro educativo público y provienen tanto de contextos rurales como urbanos, de estratos socioeconómico 1 y 2. Se encuentran matriculados en jornada única y cuentan con una sala de sistemas equipada con un computador por estudiante y acceso a internet. Con base a la experiencia en el quehacer pedagógico, los maestrantes quienes laboran como docentes de las áreas de Matemáticas y Tecnología Informática de la Institución Educativa Integrada de Cóbbita, han identificado que los estudiantes de grado sexto requieren fortalecer sus habilidades metacognitivas, cognitivas, emocionales y sociales, una vez que se evidenciada su facilidad para distraerse en las actividades asignadas. Por esta razón, resulta necesario diseñar e implementar estrategias que favorezcan la focalización de la atención, así como emplear ejemplos contextualizados que faciliten la comprensión de los contenidos a tratar.

En la figura 1, se presentan causas y efectos que enmarcan las dificultades de aprendizaje de la población de estudio en el área de matemáticas, no solo dentro del aula de clase, sino también fuera de ella.

Figura 1

Árbol de problemas



Nota. Representación del árbol de problemas de los desafíos educativos en matemáticas del grado sexto mediante la estrategia del pensamiento computacional. Elaboración propia.

Las ramas superiores muestran las principales dificultades estudiantiles: debilidades en la resolución de problemas, desmotivación hacia las matemáticas y limitaciones analíticas. El tronco central contiene la pregunta de investigación sobre cómo el pensamiento computacional contribuye al fortalecimiento del pensamiento métrico mediante la construcción de una calculadora de magnitudes bajo el enfoque STEM. Las raíces exponen los factores subyacentes: estrategias de enseñanza tradicionales, déficit en pensamiento crítico, factores emocionales como miedo y ansiedad hacia las matemáticas y desconexión entre teoría y práctica matemática.

El colegio cuenta con herramientas tecnológicas y didácticas tales como: computador, Video Beam y acceso a aulas especializadas (laboratorio, biblioteca y aula de bilingüismo), dotado de materiales didácticos como libros, videos, planeaciones pertinentes a la malla curricular (estándares, competencias y

DBA), plataforma de notas y espacios abiertos que estimulan el proceso de aprendizaje. El sistema evaluativo se compone de tres periodos académicos, donde cada uno tiene dos cortes, que evalúan las competencias cognitivas del saber (50%), procedimentales o instrumentales constituyen el hacer (30%) y competencias actitudinales y comunicativas el ser y convivir (20%).

Formulación

A partir de la identificación y descripción de la problemática, este trabajo de investigación tiene como interés determinar:

¿Cómo una estrategia pedagógica que integra el pensamiento computacional fortalece el pensamiento métrico de los estudiantes de grado sexto de la institución, en particular en el aprendizaje de la conversión de unidades de medida?

Oportunidades de innovación / alternativas de solución

En la institución educativa se han identificado diversas oportunidades para transformar los procesos de aprendizaje y enseñanza desde el enfoque STEM, promoviendo la innovación educativa a través del fortalecimiento de competencias en áreas como matemáticas y tecnología. Sin embargo, las prácticas pedagógicas en estas disciplinas tienden a orientarse a contenidos disciplinares lo cual han generado un estancamiento en la adquisición de nuevas habilidades necesarias en el siglo XXI. Es por ello, que desde el contexto que se quiere abordar esta problemática pueden existir las siguientes alternativas.

1. Diseño de una estrategia educativa que integre el pensamiento métrico y computacional mediante la creación de simulaciones interactivas, representa una oportunidad significativa para potenciar habilidades como la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la abstracción, desde la medición y el manejo de magnitudes en sectores contextualizados, lo cual fortalece la comprensión conceptual y el aprendizaje autónomo. Además, promueven un enfoque interdisciplinario que puede adaptarse a distintos niveles educativos y estilos de aprendizaje.
2. Desarrollo de video juegos educativos con desafíos que involucren actividades de conversión de unidades, alineándose con las tendencias actuales de innovación educativa e interés del estudiante, al integrar tecnologías digitales en el aula sustentada en principios pedagógicos. Por ello, explorar y diseñar estas estrategias no solo responde a una necesidad formativa actual, sino que también abre camino hacia las nuevas formas de enseñanzas que exige el siglo XXI, siendo más creativas y eficaces.

3. Diseño de una estrategia pedagógica que promueva la integración de áreas (matemáticas y tecnología) mediante el pensamiento computacional con actividades y programas interactivos e intuitivos para la enseñanza de la conversión de unidades, aplicadas desde el contexto y características específicas del municipio, involucrando procesos algorítmicos que permitan a los estudiantes fortalecer habilidades como la resolución de problemas, trabajo en equipo y creatividad del siglo XXI.
4. Implementación de aprendizaje colaborativo, diseñando un programa que permita a varios estudiantes conectarse a un mismo entorno, promoviendo el trabajo en equipo de proyectos STEM. Estas estrategias fomentan la resolución conjunta de problemas y la integración de conocimientos interdisciplinarios, fundamental en el desarrollo de competencias de hoy, permitiendo que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos de manera práctica y creativa.

En coherencia con los principios de la educación STEM, que busca una educación más significativa y contextualizada, surge la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que respondan a las realidades culturales y económicas del entorno de los estudiantes. En el caso del municipio de Cúmbita, el sector productivo lácteo constituye una de sus principales características productivas siendo un componente distintivo de la vida cotidiana de la comunidad. Procesos como la recolección, producción y empaquetado de productos lácteos implican el uso frecuente de magnitudes y unidades de medida no convencionales, tales como la cantina, el bloque o la botella. Esta práctica no solo refleja una tradición local, sino que también evidencia el potencial del contexto para ser integrado en alternativas pedagógicas que fortalezcan el aprendizaje de conceptos matemáticos desde la cotidianidad del estudiante.

En este proceso, la tecnología educativa desempeña un papel fundamental, ya que permite dinamizar el aprendizaje y fomentar habilidades contemporáneas, como el pensamiento computacional. Desde esta perspectiva, se propone el uso de herramientas como Scratch, una plataforma de programación por bloques que facilita la creación de actividades interactivas donde los estudiantes pueden simular posibles soluciones a problemas o situaciones relacionadas con las magnitudes abordadas desde el sector lácteo y que respondan a la conversión de unidades de medida para fortalecer tanto la comprensión conceptual como las habilidades digitales.

La tecnología facilita nuevas formas de enseñar y aprender, adaptándose a las competencias modernas, así se elige la alternativa número tres que responde al desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el razonamiento lógico, la abstracción y la capacidad de medir, comparar y analizar datos en escenarios reales, al integrar el pensamiento computacional y el métrico, se permite a los estudiantes aprender teoría y además, resolver situaciones prácticas dentro de sus contextos cercanos. En

conjunto, esto contribuye a una formación más integral y prepara a los estudiantes para los desafíos de la vida académica, profesional y cotidiana en el siglo XXI.

Propósito y objetivos

Propósito

Esta tesis se fundamenta en diseñar una estrategia pedagógica orientada al fortalecimiento del pensamiento métrico mediante el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional en estudiantes de grado sexto. La propuesta se centra en el uso de una herramienta tecnológica para la conversión de unidades en el entorno de programación Scratch, afianzando conceptos matemáticos con capacidades tecnológicas de forma activa y creativa. Como eje contextual, se toma el sector lechero del municipio, dado su alto valor cultural y económico, y la presencia de unidades de medida no convencionales en los procesos de producción y distribución.

Objetivo General

Fortalecer el pensamiento métrico de los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita, a través de una estrategia pedagógica basada en el pensamiento computacional.

Objetivos específicos

Identificar los elementos característicos de una estrategia pedagógica que integre el pensamiento computacional, alineada con el enfoque STEM, para el desarrollo del pensamiento métrico en estudiantes de sexto grado.

Diseñar una estrategia pedagógica que integre los elementos característicos definidos para el desarrollo del pensamiento métrico a partir de la integración del pensamiento computacional en situaciones de reconocimiento y conversiones de unidades de medida.

Evaluar la implementación de la estrategia pedagógica para identificar las habilidades desarrolladas con relación al pensamiento métrico.



Matriz de medición de impacto educativo y social

La tabla estructura la metodología de investigación en tres objetivos específicos: la identificación de elementos teóricos para integrar pensamiento computacional y enfoque STEM en el desarrollo métrico, el diseño de una estrategia pedagógica que incorpore estos elementos en situaciones de conversión de unidades de medida, y la evaluación de la implementación para identificar habilidades desarrolladas en estudiantes de sexto grado. Cada objetivo incluye su contexto de impacto, indicadores de cumplimiento y medios de verificación correspondientes.

Tabla 1

Matriz de medición y de impacto educativo y social

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Identificar los elementos característicos de una estrategia pedagógica que integre el pensamiento computacional, alineada con los principios del enfoque STEM, para el desarrollo del pensamiento métrico en estudiantes de sexto grado.	Fundamentación teórica que responde al propósito de integrar elementos conceptuales del enfoque STEM con el pensamiento computacional y métrico en correspondencia con el contexto particular.	- Documentos de propuestas investigativas analizadas que articulan el pensamiento computacional y matemático. - Artículos que integran el enfoque STEM para el mejoramiento del pensamiento métrico.	- Matriz de coherencia conceptual. - Matriz de antecedentes. - Prueba Pretest.
Diseñar una estrategia pedagógica que integre los elementos característicos definidos para el desarrollo del pensamiento métrico a partir de la integración del pensamiento computacional en situaciones de reconocimiento y conversiones de unidades de medida.	Diseño pedagógico, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades identificadas en el diagnóstico.	- Estrategia pedagógica que integra elementos del pensamiento métrico, computacional, así como el contexto territorial. - Integración del diseño en ingeniería.	- Diseño y estructura de la estrategia pedagógica. Ficha técnica prueba diagnóstica Diseño de las actividades correspondientes a cada fase de la estrategia.
Evaluar la implementación de la estrategia pedagógica para identificar las habilidades desarrolladas con relación al pensamiento métrico.	Resultados en el aprendizaje de los estudiantes respecto al uso del sistema métrico y su aplicación en su contexto.	Nivel de comprensión en pruebas pretest y posttest - Participación en las actividades propuestas.	Análisis de la prueba pretest y post-test de los 10 estudiantes como muestra de estudio. - Diarios de campo (Investigadoras participantes y no participantes) con su respectiva triangulación. - Evidencias fotográficas y audios.

Nota. La tabla presenta la articulación entre objetivos, contextos, indicadores y medios de verificación que estructuran el proceso investigativo.

Marco de referencia

Marco contextual

Este proyecto de investigación se desarrollará en la Institución Educativa Integrado de Cóbbita, en la sección de bachillerato, en el centro del municipio. La comunidad estudiantil de la institución proviene mayoritariamente de familias con un nivel socioeconómico medio-bajo, situadas en los estratos 1 y 2. En este momento, la institución cuenta con 870 estudiantes, y su visión se centra en formar responsables, tolerantes y solidarias, capaces de enfrentar y resolver diferentes situaciones de la vida, como ciudadanos comprometidos con la comunidad y el medio ambiente.

La infraestructura del colegio está diseñada para apoyar la educación de calidad, con diferentes aulas de clases, laboratorios, portátiles y didácticos que benefician tanto a los estudiantes. Estas herramientas permiten implementar estrategias pedagógicas personalizadas que promuevan el aprendizaje significativo en todos los niveles educativos. Con el apoyo directivo de la institución, la transformación de las prácticas educativas que mejoren las habilidades de los estudiantes, en particular las relacionadas al pensamiento métrico y computacional, con un trabajo articulado de docentes de diferentes áreas.

El proyecto investigativo se desarrollará durante dos meses, abarcando el primer semestre del año escolar, de marzo a abril. Durante este periodo, se implementarán las estrategias pedagógicas y tecnológicas con el objetivo de fortalecer las habilidades en pensamiento métrico y computacional. Al finalizar el proyecto, se espera que los estudiantes mejoren su comprensión y dominio del sistema métrico, facilitando así su desempeño académico y promoviendo el desarrollo de competencias esenciales para su formación.

Revisión de estado del arte

Para fundamentar el desarrollo de la propuesta investigativa, se consideró la revisión sistemática de proyectos y artículos investigativos publicados entre 2020 y 2025, relacionados con el pensamiento métrico, el pensamiento computacional y el enfoque STEM para reconocer el estado actual del campo investigativo, planteamiento conceptual y propuestas de enseñanza y aprendizaje que aporten al diseño y sustento teórico de la estrategia. Los antecedentes se organizan en categorías para centrar la atención en cada componente.

Pensamiento computacional – Scratch

La integración del pensamiento computacional en la educación matemática ha demostrado ser una aproximación prometedora para desarrollar habilidades de resolución de problemas. Costa et al. (2017) en

su investigación *Computational Thinking in Mathematics Education: A Joint Approach to Encourage Problem-Solving Ability*, realizada en Brasil, exploraron cómo la implementación del pensamiento computacional influye en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos. A través de un cuasi-experimento con estudiantes de octavo grado (alrededor de 15 años), compararon el desempeño de dos grupos: uno expuesto a ejercicios tradicionales y otro a ejercicios alineados con conceptos de pensamiento computacional. Los resultados evidenciaron que el grupo experimental superó al grupo control en las evaluaciones finales, demostrando una mejor comprensión y aplicación de conceptos matemáticos. El análisis cualitativo, que incluyó percepciones de estudiantes y docentes, confirmó estos hallazgos. Esta investigación contribuye al campo educativo al proporcionar evidencia empírica sobre cómo la integración del pensamiento computacional en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar las habilidades de resolución de problemas sin necesidad de incorporar disciplinas específicas de computación.

El desarrollo del pensamiento computacional en Uruguay ha seguido un camino evolutivo desde la década de 1980, cuando comenzaron las primeras iniciativas basadas en los trabajos de Seymour Papert. Según García (2020), en su investigación *La expansión del pensamiento computacional en Uruguay*, se buscó documentar las principales acciones implementadas en el país sudamericano para expandir este tipo de pensamiento en la educación primaria y media. Mediante un enfoque descriptivo que incluyó encuestas a docentes e instituciones, el autor encontró que aproximadamente el 45% de los centros educativos públicos desarrollan actividades relacionadas con el pensamiento computacional, predominando los proyectos de programación (65%) y robótica. Los resultados revelaron que estas actividades se enfocan principalmente en el desarrollo de habilidades y competencias con un fuerte componente motivacional. El estudio concluye que, pese al carácter voluntario de estas iniciativas, se alcanzó un nivel de expansión considerable en poco tiempo, siendo un movimiento social como anticipaba Papert. Esta investigación aporta un marco contextual latinoamericano sobre implementaciones educativas basadas en pensamiento computacional y enfoque STEM.

En el ámbito educativo actual, el desarrollo de habilidades computacionales en estudiantes ha cobrado relevancia. García & Jiménez (2020) en su investigación *Desarrollo del pensamiento computacional mediante la enseñanza de los conceptos básicos de programación en educación secundaria a través de la herramienta Scratch*, realizada en Cabrera, Cundinamarca, buscaron implementar una estrategia mediada por el entorno de programación Scratch para fortalecer habilidades del pensamiento computacional. Utilizaron un enfoque cuantitativo con diseño experimental, trabajando con dos grupos de 19 estudiantes de séptimo grado. Los investigadores encontraron que el grupo experimental mostró un incremento del 64% en el nivel de pensamiento computacional tras la

intervención pedagógica, evidenciado en sus habilidades para abstraer, descomponer problemas, identificar patrones y formular algoritmos. Concluyeron que la herramienta Scratch influye positivamente en el desarrollo de estas competencias cuando se integra con estrategias STEM. Este estudio aporta evidencia empírica sobre cómo la programación por bloques puede transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos de manera transversal mientras desarrollan habilidades de pensamiento de orden superior.

La investigación realizada por Canchala (2021), *Fortaleciendo las competencias matemáticas mediante la integración del pensamiento computacional, la metodología STEM y Scratch, en estudiantes de grado séptimo de bachillerato*, en Bucaramanga, buscó desarrollar una estrategia pedagógica para fortalecer competencias matemáticas integrando pensamiento computacional, el enfoque STEM y Scratch. Con enfoque cuantitativo, trabajó con 25 estudiantes de séptimo grado que presentaban dificultades en razonamiento, comunicación y resolución de problemas matemáticos. Los hallazgos revelaron que la estrategia implementada logró que los estudiantes mejoraran sus competencias matemáticas, pasando de un 4% a un 28% en nivel superior y de 8% a 48% en nivel alto, mientras disminuyeron los niveles bajo y básico. Se concluyó que la integración de Scratch con el enfoque STEM no solo fortaleció las competencias matemáticas, sino también desarrolló habilidades del siglo XXI como creatividad, pensamiento crítico y lógico. Esta investigación aporta una estructura metodológica que demuestra cómo el pensamiento computacional puede transformar positivamente el aprendizaje de las matemáticas mediante actividades lúdicas y tecnológicas.

En el departamento de Antioquia, Murillo (2022) desarrolló una investigación titulada *Desarrollo de habilidades del pensamiento computacional con apoyo de la metodología STEM en estudiantes con dificultades en problemas de operaciones básicas con números naturales en el grado sexto*, en la Institución Educativa La Caucana de Tarazá. El investigador buscó desarrollar habilidades de pensamiento computacional para superar dificultades en operaciones básicas con números naturales. Empleando un enfoque mixto, trabajó con 19 estudiantes de sexto grado, aplicando una estrategia estructurada con la herramienta Scratch. Los resultados mostraron mejoras notables en el pensamiento métrico, especialmente al abordar problemas relacionados con medidas y longitudes durante la cuarta sesión, donde los estudiantes aplicaron principios computacionales para diseñar y ejecutar sentencias de programación. El estudio concluyó que la integración del pensamiento métrico y computacional permitió a los estudiantes comprender magnitudes, hacer apreciaciones de medidas y establecer relaciones de orden entre cantidades. La investigación aporta evidencia de cómo las herramientas tecnológicas fortalecen el pensamiento métrico, ayudando a los estudiantes a visualizar y resolver problemas de medición anteriores.

Los estudios analizados en esta categoría convergen en demostrar el impacto positivo de la integración del pensamiento computacional en la educación matemática, particularmente mediante el uso de Scratch. Todos evidencian mejoras significativas en las habilidades de resolución de problemas y el desarrollo de competencias matemáticas. Sin embargo, difieren en sus contextos de aplicación y metodologías específicas: mientras algunos se centran en la programación por bloques, otros integran elementos de robótica o enfoques STEM más amplios. La propuesta actual se distingue por su enfoque específico en el pensamiento métrico dentro del contexto del sector lechero, aprovechando las fortalezas demostradas de Scratch mientras atiende una necesidad contextual única.

Pensamiento Métrico - Conversión de unidades

La comprensión del sistema métrico y las conversiones de unidades representa un desafío persistente. Dincer & Osmanoglu (2018), en su investigación *Dealing with Metric Unit Conversion: An Examination of Prospective Science Teachers' Knowledge of and Difficulties with Conversion*, realizada en una universidad occidental de Turquía, analizaron el conocimiento y las dificultades con la conversión de unidades métricas en 73 futuros docentes de ciencias. A través de un estudio cualitativo que implementó una prueba de medición con 14 preguntas, los investigadores encontraron que el desempeño de los participantes en conversión de unidades no fue satisfactorio, presentando mayores dificultades en la conversión de gramos a microgramos, miligramos a gramos, mililitros a centímetros cúbicos, decímetros cúbicos a milímetros cúbicos, diámetros a nanómetros, y milímetros cuadrados a metros cuadrados. Los hallazgos revelaron que estas limitaciones impactaron principalmente el rendimiento en las clases de física (90%) y química (41%). La investigación concluyó que es esencial proporcionar experiencias prácticas y contextualizadas que conecten los conceptos métricos con situaciones de la vida real para mejorar la comprensión conceptual de las conversiones de unidades.

En el contexto educativo mexicano, Arenas (2021), con la propuesta *Desarrollo del pensamiento matemático en alumnos de primero de secundaria a través del uso de acertijos*, en Ciudad de México, buscó desarrollar el pensamiento matemático en estudiantes de primer grado mediante acertijos matemáticos. Empleando la metodología de investigación-acción con enfoque cualitativo y cuantitativo, aplicada a un grupo de 34 estudiantes con bajo rendimiento académico, la autora implementó secuencias didácticas con acertijos geométricos para potenciar habilidades de observación, análisis y razonamiento. Los hallazgos revelaron que los acertijos matemáticos generaron mayor participación y motivación, creando ambientes colaborativos donde los estudiantes desarrollaron estrategias propias para resolver problemas. La investigadora concluyó que los acertijos, al incorporarse dentro del Aprendizaje Basado en Problemas, fortalecen la construcción de conocimientos matemáticos mientras promueven la creatividad y

el trabajo en equipo. Este estudio aporta evidencia sobre cómo el uso de estrategias lúdicas y desafiantes puede transformar la práctica docente y mejorar la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, elementos fundamentales para el desarrollo del pensamiento matemático.

Abordando las necesidades educativas en zonas de posconflicto colombiano Hernández (2024). *El trasfondo social del pensamiento métrico en la resolución de problemas con estudiantes de básica secundaria, desarrollada en Manizales*, Colombia, buscó contribuir al fortalecimiento de procesos asociados al pensamiento métrico mediante actividades basadas en resolución de problemas. Utilizando un enfoque cualitativo descriptivo con estudiantes de 8° y 9° de la Institución Educativa Rural La Arenosa, el autor implementó tres tipos de talleres (diagnóstico, intervención y retador final) para analizar el desarrollo de procesos como estimación de medidas, acercamiento comprensivo sobre magnitudes y perspectiva crítica. Los resultados evidenciaron avances en la sistematización de datos, selección de unidades, refinamiento de patrones de medida, construcción de magnitudes, comprensión de procesos de conservación, interpretación crítica de asignaciones numéricas y percepción sobre la utilidad de la medida. El autor concluyó que el trasfondo social de la medición motiva la reflexión y ayuda a los estudiantes a manifestar cuestionamientos sobre la utilidad percibida, incentivándolos a ser curiosos e indagar sobre sus dudas. Esta investigación aporta claridad sobre cómo las actividades contextualizadas fortalecen el pensamiento métrico cuando los estudiantes son protagonistas en la construcción de sus propios datos y significados.

En el ámbito de la educación matemática, la investigación desarrollada por Camargo (2021) titulada *Diseño de una propuesta pedagógica para fortalecer el componente espacial-métrico en estudiantes de grado sexto* en Bogotá, buscó fortalecer el componente espacial-métrico mediante la resolución de problemas contextualizados. El estudio empleó un enfoque mixto de tipo explicativo, aplicando pruebas diagnósticas, bitácoras de seguimiento, entrevistas y evaluaciones finales a 30 estudiantes de sexto grado de la IED Pio XII de Pacho, Cundinamarca. Los resultados revelaron que la propuesta pedagógica basada en el método de Pólya mejoró notablemente el desempeño de los estudiantes en el componente espacial-métrico, pasando de un 37.60% inicial a un 87.78% de aciertos en la prueba final. El trabajo concluyó que las situaciones contextualizadas permitieron a los estudiantes ordenar su razonamiento y reconocer la utilidad de los conceptos matemáticos para resolver problemas. Esta investigación aporta evidencia sobre cómo la resolución de problemas vinculados al entorno inmediato de los estudiantes fortalece efectivamente el pensamiento espacial-métrico, brindando un precedente metodológico para integrar elementos contextuales en la enseñanza de las matemáticas.

El estudio realizado por Gil & Padilla (2023), *mediación didáctica de las TIC para el desarrollo del pensamiento métrico – espacial*, en Barranquilla, Colombia, buscó diseñar una propuesta apoyada en

la mediación didáctica de las TIC para contribuir al desarrollo del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de octavo grado. Con un enfoque racionalista-deductivo y metodología mixta, los investigadores trabajaron con estudiantes de dos instituciones educativas distritales, aplicando análisis documental y encuestas. Los hallazgos revelaron que las herramientas visuales y los recursos informáticos generan alta motivación en los estudiantes, destacando la relevancia del pensamiento computacional como base para resolver problemas geométricos. Concluyeron que la propuesta "navegando por el universo geométrico" permite a los estudiantes interactuar en ambientes virtuales que facilitan el aprendizaje y la evaluación, desarrollando capacidades de pensamiento geométrico y habilidades computacionales mientras exploran y trabajan colaborativamente. Esta investigación aporta elementos sobre cómo la integración de las TIC y el pensamiento computacional puede transformar la experiencia educativa en geometría, creando espacios interactivos que mejoran la comprensión conceptual.

Las investigaciones revisadas en esta categoría coinciden en la importancia de contextualizar el aprendizaje del pensamiento métrico y en la necesidad de crear experiencias prácticas significativas. Los estudios muestran diversos enfoques metodológicos, desde el uso de acertijos hasta la implementación de TIC, pero todos enfatizan la relevancia de conectar los conceptos métricos con situaciones reales. Las diferencias radican en las estrategias pedagógicas empleadas y los niveles educativos abordados. La propuesta actual se diferencia al integrar específicamente el pensamiento computacional con el pensamiento métrico en un contexto rural productivo, algo no explorado en los estudios previos.

Enfoque STEM

La educación STEM ha experimentado transformaciones a través de la integración de diversas tecnologías en las últimas décadas. Sun et al. (2025), en su investigación *Identifying the roles of technology: a systematic review of STEM education in primary and secondary schools from 2015 to 2023*, publicada en Research in Science & Technological Education, examinaron el estado actual y las tendencias de la educación STEM orientada a la tecnología. El estudio empleó el método PRISMA para analizar 127 estudios empíricos de bases de datos y revistas seleccionadas. Los resultados evidencian que las herramientas computacionales son las más utilizadas en actividades STEM, con énfasis en el desarrollo del pensamiento matemático y las habilidades del siglo XXI. La investigación identifica que el aprendizaje centrado en el estudiante, como el basado en indagación y juegos, junto con el diseño de ingeniería, constituyen los enfoques pedagógicos más adoptados. El estudio concluye que existe una necesidad de ampliar la integración tecnológica hacia más de una disciplina STEM. Este análisis aporta una base sólida para el diseño e implementación de la educación STEM en niveles primarios y secundarios.

La educación contemporánea enfrenta el desafío de adaptarse a contextos tecnológicamente cambiantes, donde el enfoque STEM surge como una alternativa innovadora. Fonseca & Simbaña (2022) en su investigación *Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria*, realizada en Ecuador, analizaron la implementación del enfoque STEM en la enseñanza de la Física mediante el aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de bachillerato. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, aplicando encuestas con escala Likert a 197 estudiantes y 11 docentes de una institución rural. Los hallazgos revelaron que, aunque los docentes conocen aspectos del enfoque STEM y reconocen su importancia, existe una discrepancia entre este conocimiento y la aplicación práctica en el aula. Los estudiantes mostraron limitaciones en habilidades de experimentación, investigación y comunicación científica, mientras que presentaron mejor desempeño en el uso de tecnologías y resolución de problemas mediante proyectos. El estudio concluye que existe una oportunidad para implementar el enfoque STEM en la enseñanza de la Física para desarrollar competencias científicas, aportando evidencia sobre la necesidad de integrar metodologías activas en contextos educativos latinoamericanos.

En el contexto educativo contemporáneo, la integración de metodologías innovadoras para el desarrollo de habilidades STEM ha cobrado relevancia. Jiménez & Carmona (2023) en su investigación *Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia)*, realizada desde la Universidad del Quindío, buscaron generar un modelo para comprender el pensamiento computacional desde el enfoque STEM. El estudio empleó un enfoque cualitativo con diseño documental, analizando investigaciones publicadas entre 2018-2023 sobre esta temática en contextos similares al departamento del Quindío. Los hallazgos revelan la importancia de equilibrar aspectos técnicos, educativos y pedagógicos en la implementación curricular, enfatizando que el pensamiento computacional trasciende la mera codificación para abarcar la literacidad informacional. Los autores concluyen que un modelo efectivo debe ser constantemente actualizado para incorporar disciplinas emergentes, y consideran esencial la contextualización histórica y sociocultural del enfoque STEM. Esta investigación aporta componentes clave para diseñar estrategias pedagógicas que fortalezcan el pensamiento métrico mediante la integración balanceada de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en ambientes educativos colaborativos.

La integración de tecnologías emergentes en la educación ha evolucionado considerablemente en los últimos años, especialmente con el desarrollo de recursos educativos digitales adaptadas a contextos específicos. La investigación realizada por Corba (2022), *OVA con enfoque STEM que potencie el aprendizaje del pensamiento computacional*, en Bogotá, buscó diseñar un Objeto Virtual de Aprendizaje con enfoque STEM para potenciar el pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del

colegio Champagnat. El estudio empleó un enfoque mixto con diseño descriptivo, aplicando instrumentos cuantitativos y cualitativos a 30 estudiantes y seleccionando un grupo focal de 5 participantes. Los hallazgos mostraron que el OVA desarrollado en App Inventor fortaleció aspectos del pensamiento computacional como la solución algorítmica de problemas, aunque revelaron dificultades en la comprensión de estructuras de control y diagramas de bloques. El autor concluyó que las características esenciales del OVA incluyen su capacidad de innovación, interactividad, interdisciplinariedad y adaptabilidad a los intereses estudiantiles. Esta investigación aporta elementos sobre cómo integrar herramientas tecnológicas personalizadas para contextos específicos.

La educación matemática enfrenta desafíos para desarrollar el pensamiento métrico en estudiantes, como evidencian los bajos resultados en pruebas estandarizadas. García et al. (2023), en su investigación *Fortalecimiento del pensamiento computacional a través del modelo STEM*, para la apropiación del pensamiento métrico en estudiantes de quinto grado realizada en Marinilla, Antioquia, buscaron fortalecer el pensamiento computacional con el enfoque STEM usando Scratch y Classroom para mejorar la comprensión del pensamiento métrico. Con enfoque cuantitativo y diseño pre-experimental aplicado a 43 estudiantes de quinto grado, implementaron una unidad didáctica que integró actividades tecnológicas contextualizadas. Los hallazgos mostraron una mejora del 34% en la apropiación de conceptos métricos (centímetro-milímetro) y desarrollo de habilidades de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmos. Concluyeron que la estrategia permitió a los estudiantes aplicar conocimientos en situaciones reales, generando mayor interés y comprensión. Este trabajo aporta evidencia sobre cómo integrar herramientas tecnológicas mediante el enfoque STEM fortalece simultáneamente el pensamiento computacional y métrico, transformando la enseñanza tradicional hacia experiencias de aprendizaje más significativas.

Los trabajos analizados en esta categoría comparten la visión del enfoque STEM como catalizador de innovación educativa y coinciden en la importancia de integrar múltiples disciplinas para un aprendizaje significativo. Sin embargo, varían en sus aproximaciones específicas: algunos se centran en el desarrollo de recursos digitales, mientras otros enfatizan la importancia del aprendizaje basado en proyectos o la contextualización sociocultural. La propuesta actual se distingue al utilizar el enfoque STEM como marco integrador para conectar el pensamiento computacional y métrico en un contexto productivo específico, abordando así una intersección única entre tecnología, matemáticas y aplicación práctica en el sector lechero.

La revisión del estado del arte confirma la validez y pertinencia del proyecto de investigación al evidenciar el impacto positivo de la integración del pensamiento computacional con el aprendizaje

matemático, en especial en el fortalecimiento del pensamiento métrico. Los estudios analizados demuestran que herramientas como Scratch facilitan el desarrollo de habilidades de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y creación de algoritmos, mientras que las experiencias pedagógicas contextualizadas potencian la comprensión de magnitudes y conversiones de unidades. La implementación del enfoque STEM emerge como un factor catalizador que permite la integración natural de estas disciplinas, creando ambientes de aprendizaje donde la tecnología trasciende su función instrumental para convertirse en mediadora de experiencias formativas auténticas.

La evidencia empírica recopilada sustenta el diseño de una estrategia pedagógica que articule estos componentes en el contexto específico del sector lechero de Cóbbita, aprovechando las unidades de medida no convencionales presentes en este entorno productivo para generar aprendizajes con sentido y aplicabilidad. Estos antecedentes proporcionan el marco conceptual y la validación metodológica necesaria para desarrollar una propuesta innovadora que responda a las características de los estudiantes de sexto grado y contribuya a mejorar su desempeño académico en matemáticas.

Marco teórico

A continuación, se presentan las categorías principales de la investigación, las cuales determinan los principales autores y conceptos esenciales para la presente propuesta.

Pensamiento Computacional

El pensamiento computacional tiene sus inicios en los trabajos de Papert, en los años 60, al promover que los estudiantes fueran protagonistas de sus procesos cognitivos, a través de la resolución de problemas con la ayuda de Logo (Cossío, 2021). Posteriormente el concepto de pensamiento computacional fue introducido por Wing (2006) indicando que este es una abreviatura de “pensar como un científico informático”. Esta autora lo define de la siguiente manera:

Implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la ciencia de la computación. El pensamiento computacional incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la computación, representa una actitud y unas habilidades universales que todos los individuos, no sólo los científicos computacionales, deberían aprender y usar (Wing, 2006, p.33).

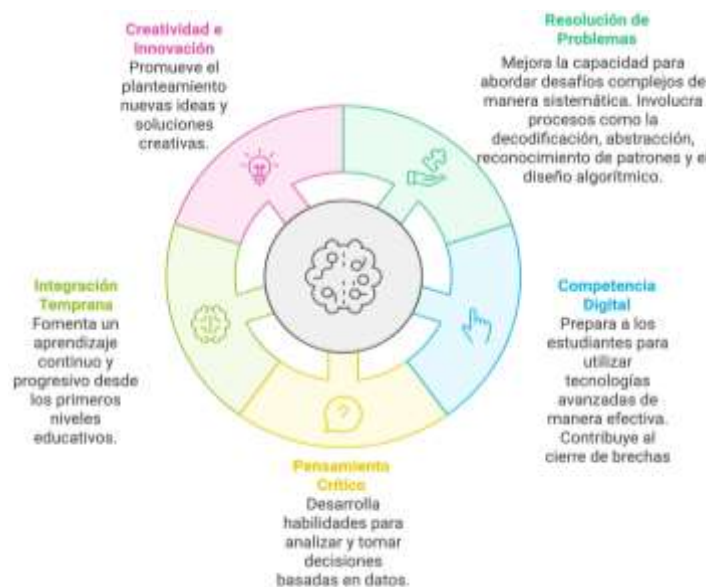
Comprender el comportamiento humano requiere recolectar información y analizarla para generar conclusiones y tomar decisiones. Con el avance de la tecnología se tiene mayor acceso a la información y grandes cantidades de datos lo que ha conllevado al uso de modelos computacionales y simulaciones mediante el empleo de la minería de datos y el aprendizaje automático para analizar cantidades masivas de

información (Wing, 2014). El pensamiento computacional se convierte en el proceso de pensamiento involucrado al formular y solucionar problemas para que una persona o máquina pueda llevarlo a cabo eficazmente.

La definición asociaba el pensamiento computacional a la programación y el uso de la informática; pero el desarrollo de este pensamiento no implica programar en computadoras (Cossío, 2021). Los beneficios del pensamiento computacional se pueden observar en la figura 2.

Figura 2

Beneficios del pensamiento computacional en la educación



Nota. La figura ilustra los cinco componentes fundamentales del pensamiento computacional y su interacción sistémica para el desarrollo de habilidades cognitivas y tecnológicas en el ámbito educativo. Basado en Barr & Stephenson (2011) y Cossío (2021). Elaboración propia.

Así que se destacan los beneficios del pensamiento computacional no solo determinado por su impacto en la comprensión e interacción entre humano y máquina, sino que lo hace desde su aprovechamiento en diversas áreas del conocimiento; como en medicina, cuidado de la salud, políticas públicas, música, economía, entre otras (Ortega, 2017). Este pensamiento adquiere relevancia cuando se integra en el ámbito educativo, donde este se convierte en una herramienta fundamental para el aprendizaje activo y significativo.

En este sentido, según Papert (1980), el uso de tecnologías en el aula debe ir más allá del aprendizaje instrumental; debe convertirse en un medio para que los estudiantes construyan su conocimiento y experimenten activamente con conceptos abstractos. El desarrollo de habilidades transversales como el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la creatividad no solo implica

aprendizaje técnico, colocando en práctica la imaginación y experimentación. Para Rico & Bosagain (2018), posibilitándole al educando conectar con la realidad a partir de posturas críticas y reflexivas del entorno digital, comprendiendo el funcionamiento de los diversos dispositivos, tanto desde la perspectiva de los usuarios como de los creadores de recursos tecnológicos.

Figura 3

Habilidades del pensamiento computacional en la educación



Nota. La figura presenta las ocho habilidades fundamentales del pensamiento computacional dispuestas alrededor de un núcleo central, evidenciando su carácter integrador y multidimensional en el proceso de aprendizaje. Adaptado de Barr & Stephenson (2011).

Las habilidades del pensamiento computacional reflejan como se integra el pensamiento matemático a través de la resolución de problemas y el diseño de algoritmos. Ambos enfoques son un puente que conecta el desarrollo de otras habilidades enriqueciendo el aprendizaje, ya que facilita la comprensión de conceptos matemáticos con la programación por bloques. En este sentido, es importante considerar este pensamiento en la investigación.

Según la investigación, se puntualizan en las siguientes habilidades propuestas por Barr y Stephenson (2011), recolección de datos, análisis de datos, representación de datos, descomposición, abstracción, algoritmos, automatización, paralelización y simulación, las cuales posibilitan a los estudiantes abordar problemas, interpretar información, construir soluciones y que estos aprendizajes puedan ser empleados en su cotidianidad, fortaleciendo no solo la capacidad de resolución de problemas, sino también la creatividad, el pensamiento lógico y la toma de decisiones.

Por otro lado, el pensamiento computacional es descrito por Costa et al. (2017) como metodología analítica que comparte los métodos y procedimientos del pensamiento matemático, así como otras formas que las personas suelen aplicar en la resolución de problemas, como el pensamiento lógico. El pensamiento computacional es un enfoque inherente y de carácter general que puede aplicarse más allá de los límites de las ciencias de la computación.

Como metodología, el pensamiento computacional incorpora nueve pasos clave: 1) Definición del contenido y contexto del problema, 2) Definición de la recolección de datos necesarios bajo una guía y propósito específico, 3) Definición de la representación de datos de la forma más clara posible usando diversos formatos como histogramas, 4) Definición de una técnica específica para analizar los datos recolectados, 5) Definición de la descomposición del problema permitiendo entender conceptos matemáticos previamente aprendidos, 6) Definición de herramientas de automatización como hojas de cálculo, 7) Requerimiento de una solución paso a paso donde el estudiante debe explicar claramente cada etapa, 8) Especificación de simulaciones con valores alternados para observar diferentes comportamientos de la solución, y 9) Contextualización y unión de todas las partes para tener un problema estructurado que pueda dividirse en varias etapas donde el estudiante debe analizarlo y alcanzar una posible solución (Costa et al., 2017).

El pensamiento computacional constituye un proceso cognitivo orientado a la resolución de problemas mediante habilidades como la recolección de datos, abstracción y creación de algoritmos, trascendiendo el ámbito informático para aplicarse en diversos campos del conocimiento, particularmente en educación. Scratch materializa estos principios a través de su sistema de programación por bloques, permitiendo a los estudiantes implementar habilidades computacionales sin conocimientos avanzados de codificación, lo que facilita la representación de ideas matemáticas y la resolución sistemática de problemas, transformando conceptos abstractos en experiencias tangibles que fomentan el desarrollo del pensamiento lógico y la creatividad en entornos educativos.

Scratch

El lenguaje de programación Scratch surgió en los inicios de 2003. Su creación se atribuye a Mitch Resnick y John Maeda del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), junto con Yasmin Kafai de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA); el proyecto se desarrolló bajo el auspicio del Lifelong Kindergarten Group en el MIT Media Lab (Narvaéz, 2021). Esta herramienta permite a los usuarios desarrollar narraciones interactivas y diversos tipos de programas informáticos. Scratch, es un entorno de programación, cuyo objeto es el desarrollo de la creatividad en los niños, acercarlos a los entornos de programación y fortalecimiento del pensamiento computacional. Se trata de un lenguaje de

programación sencillo que no requiere la escritura de códigos de programación. Lo forman bloques de secuencia donde se busca solucionar una situación planteada, fomentando el razonamiento sistemático y el trabajo colaborativo.

Scratch facilita que los estudiantes busquen nuevas representaciones de ideas matemáticas y permite adaptar el estilo de enseñanza a las características individuales de cada estudiante (Rodríguez et al., 2020). Además, las actividades matemáticas con Scratch promueven el uso de habilidades críticas, metacognitivas y reflexivas, todas estrechamente relacionadas con el pensamiento matemático, sin producir efectos negativos en el aprendizaje comparado con enfoques convencionales (Rodríguez et al., 2020). Como entorno de programación visual, este programa permite materializar estos conceptos de manera accesible para los estudiantes, por lo tanto, coherente con las secuencias, iteraciones, condicionales y manejo de eventos del pensamiento computacional (Rodríguez et al., 2020).

En términos de herramientas, se recomienda el uso de entornos de programación basados en bloques como Scratch para estudiantes jóvenes y novatos, mientras que para niveles más avanzados se utilizan lenguajes textuales como Python o R (Wang et al., 2022). La instrucción basada en problemas (PBI) emerge como el modelo pedagógico más popular, donde los estudiantes practican y mejoran sus habilidades de pensamiento computacional y contenido disciplinario mientras resuelven problemas auténticos del mundo real, como programar caracteres de juegos, calcular áreas de polígonos o entregar medicinas a comunidades remotas (Wang et al., 2022).

La naturaleza visual y modular de Scratch la convierte en una plataforma ideal para el desarrollo del pensamiento matemático en contextos educativos. Este entorno de programación por bloques permite a los estudiantes interactuar con conceptos matemáticos de forma práctica, fortaleciendo las competencias clave descritas en el pensamiento lógico-matemático: la observación mediante la exploración de patrones visuales, la creatividad al diseñar soluciones algorítmicas, la intuición al identificar secuencias funcionales y el razonamiento lógico al estructurar procesos de resolución de problemas. Scratch materializa la idea de Piaget sobre el aprendizaje mediante la manipulación de objetos, al traducir elementos abstractos en componentes visuales manipulables, creando así un entorno enriquecido donde los diferentes tipos de pensamiento matemático pueden desarrollarse mientras los estudiantes establecen relaciones, identifican patrones y resuelven situaciones problemáticas de manera sistemática y significativa.

Pensamiento Matemático

La Matemática es una herramienta fundamental para el desarrollo de las diferentes inteligencias múltiples, puesto que permite solucionar problemas en diferentes escenarios de la vida. Como lo indica Medina (2017), la capacidad de solucionar problemas son los procesos mentales que requieren el uso de

secuencias para razonar y abstraer números o cantidades a partir del empleo de cálculos mentales más eficientes y significativos, fortaleciendo el pensamiento y la inteligencia.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2020) señala que la humanidad en la que vivimos atraviesa cambios acelerados en ciencia y tecnología: conocimientos y herramientas, que buscan comunicar la matemática que también evoluciona con la sociedad; por eso, el aprendizaje y la enseñanza de la matemática deben enfocarse en desarrollar las destrezas necesarias para que el estudiantado resuelva problemas cotidianos, a la vez que fortalece el pensamiento lógico y creativo.

Basado en lo anterior, Nieves et al. (2019), afirma que navegar en el campo de las matemáticas es atender a las leyes de la lógica, en donde se debe privilegiar aspectos relacionados a representar, abstraer, crear y demostrar, para facilitar su correcto aprendizaje. Es así como la Real Academia Española (2023) define:

Pensamiento: Capacidad que tienen las personas de formar ideas y representaciones de la realidad en su mente, relacionando unas con otras. Es algo muy natural del ser humano por el solo hecho de nosotros existir tenemos pensamiento.

Lógico: Es la ciencia que estudia las leyes, modos y formas de las proposiciones en relación con su verdad o falsedad.

En este orden de ideas, Medina (2018), menciona que el pensamiento lógico matemático se basa en establecer relaciones, resolver problemas e identificar patrones lo cual se ve reflejado cuando se unen las creaciones de los diferentes individuos para formar visiones colectivas, especialmente en contextos organizacionales. En la comunicación se produce la práctica humana, donde el pensamiento se convierte en reflejo de la "realidad conceptualizada". Este se concibe como "el tipo de pensamiento dirigido a la solución de problemas y situaciones utilizando como vías los conceptos y operaciones lógicas, caracterizados por su carácter mediato, generalizado y abstracto" (González, 2008, p. 12). El pensamiento posee acciones lógicas relacionadas con el análisis, relación, comparación, generalización, y abstracción que integran el proceso de pensar, procesos comunes con el pensamiento computacional.

Este tipo de pensamiento es esencial en el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes organizar ideas, establecer relaciones y desarrollar habilidades de resolución de problemas. Para Gardner (1999), la inteligencia lógico-matemática, está ligada a la resolución de problemas en un determinado contexto. Como señalan Palacio & Chacón (2022), el pensamiento matemático implica manejar y discernir aspectos numéricos y aplicar la lógica, lo que es crucial para el avance de la inteligencia matemática y el bienestar de los jóvenes. Esta inteligencia incluye habilidades de cálculo, cuantificación y la capacidad de formular teorías de manera natural.

Según Muñoz (2024), en el pensamiento lógico matemático, se resaltan cuatro competencias clave para potenciarlo:

- Observación: Permitir que los niños exploren por sí mismos, potenciando su habilidad de observar a través de actividades enfocadas en percepciones y conexiones.
- Creatividad: Fomentar la imaginación para exponer al niño a diversas situaciones y perspectivas, enriqueciendo su educación matemática.
- Intuición: Guiar al niño hacia la identificación de hechos sin un análisis racional extenso, orientándolo hacia realidades reconocidas.
- Razonamiento Lógico: Desarrollar esta habilidad, basada en criterios establecidos, a través de la educación y el contexto familiar.

Para fomentar estas habilidades, es importante proporcionar experiencias prácticas en el ámbito educativo. Conforme a Piaget (1979), los niños desarrollan este tipo de razonamiento al interactuar con su entorno, particularmente mediante la manipulación de objetos. Para desarrollar el pensamiento lógico-matemático, es fundamental integrar actividades prácticas y juegos adaptados a la edad y nivel de desarrollo del niño.

Las actividades matemáticas, requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problemas que posibiliten avanzar a niveles de competencia más complejos. En el conocimiento matemático, existen cinco tipos de pensamientos lógico matemático, propuestos por los lineamientos curriculares: numérico, espacial, aleatorio o pirobalística, variacional y métrico; para el proyecto de investigación se fundamentará en el pensamiento métrico.

Pensamiento métrico

Los Lineamientos Curriculares de matemáticas del MEN (1998) aborda el pensamiento y los sistemas métricos o de medidas. Los conceptos y procedimientos propios de este pensamiento hacen referencia a la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones. Es así como se retoman los aportes de Carmona (2013):

El pensamiento métrico es la comprensión a nivel global que una persona tiene sobre las magnitudes, esto implica saber cómo cuantificar y usar dichas magnitudes en su contexto. Este pensamiento se desarrolla a corta edad, y consiste en la capacidad del ser humano de estimar y comparar los objetos a su alrededor. El peso, la longitud, el volumen, entre otras, son magnitudes importantes durante el desarrollo cognitivo del ser humano permitiéndole la interacción con su entorno (p. 31).

El pensamiento métrico, según él está basado en dos ejes conceptuales: las magnitudes y los sistemas de medición. En el día a día, las personas realizan mediciones constantemente. Al preparar un pastel, se pesan ingredientes; al sospechar enfermedad, se toma la temperatura. Estas propiedades medibles se denominan magnitudes. El tiempo, la distancia, el volumen, la velocidad, la temperatura y la masa constituyen ejemplos de estas características cuantificables en la naturaleza.

Para Carmona (2013) el sistema métrico cuenta con dos grandes conceptos:

Medir: Es comparar una cantidad de una magnitud a la cual se le da una valoración numérica objetiva con otra cantidad unitaria de la misma magnitud la cual se toma arbitrariamente como referencia.

Medición: Es el proceso mediante el cual se determina una valoración objetiva, generalmente se asocia con los instrumentos de medida, su lectura y su interpretación.

Considerando estos conceptos, los estudiantes desarrollan un pensamiento aplicado a su vida cotidiana identificando las magnitudes en diferentes objetos de su entorno. Por lo tanto, se retoman los aportes del MEN (2006) el cual establece Lineamientos Curriculares que especifican aspectos de dicho pensamiento, tales como:

- La construcción de los conceptos de cada magnitud.
- La comprensión de los procesos de conservación de magnitudes.
- La estimación de la medida de cantidades de distintas magnitudes y los aspectos del proceso de “capturar lo continuo con lo discreto”.
- La apreciación del rango de las magnitudes.
- La selección de unidades de medida, de patrones y de instrumentos y procesos de medición.
- La diferencia entre la unidad y los patrones de medición.
- La asignación numérica.
- El papel del trasfondo social de la medición (p.42)

Actualmente, la sociedad ha aceptado sistemas de medida para solucionar el problema que suponía el uso de unidades diferentes en varios lugares del mundo. A continuación, se presentarán las magnitudes fundamentales y la unidad correspondiente a cada una.

Tabla 2

Magnitudes Físicas. Sistema Internacional de Unidades

Unidad	Símbolo	Magnitud
Metro	m	Longitud
Kilogramo	kg	Masa
Segundo	s	Tiempo
Kelvin	k	Temperatura



Amperio	A	Intensidad de corriente eléctrica
Candela	cd	Intensidad luminosa
Mol	mol	Cantidad de sustancias

Nota. La tabla presenta las unidades fundamentales del Sistema Internacional de Unidades, especificando para cada magnitud física su unidad correspondiente, símbolo oficial y dimensión asociada. Tomado de Matemovil (2019).

La interacción dinámica que genera el proceso de medir entre el entorno y los estudiantes hace que estos encuentren situaciones de utilidad y aplicaciones prácticas donde una vez más cobran sentido las matemáticas. El hecho de manipular instrumentos de medida e identificar magnitudes dentro de su contexto ayuda a comprender y apropiarse del concepto.

Para Velosa et al. (2025) el desarrollo del pensamiento métrico no debe reducirse al estudio de sistemas de unidades y algoritmos para transformaciones unitarias. En cambio, debe centrarse en el estudio del concepto de magnitud, los procesos implicados en la medición, la creación de conceptos relacionados con las unidades de medida y su aplicación en situaciones reales y contextualizadas. Frente a esto, plantearon 7 dimensiones que representan los componentes cognitivos y experienciales fundamentales que permiten a los estudiantes desarrollar una comprensión profunda y contextualizada de los procesos de medición (ver figura 4). Estas dimensiones, trabajadas de manera integrada, transforman la enseñanza del pensamiento métrico de una actividad mecánica hacia una experiencia de aprendizaje contextualizada que fortalece tanto las competencias matemáticas como el pensamiento crítico de los estudiantes.

Figura 4

Dimensión del desarrollo del pensamiento métrico



Nota. La figura representa las siete dimensiones fundamentales del pensamiento métrico propuestas por Velosa et al. (2025), ilustrando la transformación de este campo desde una actividad mecánica hacia una experiencia de aprendizaje contextualizada.

Los problemas más comunes en el pensamiento métrico se presentan al convertir entre unidades como gramo-microgramo, miligramo-gramo, mililitro-centímetro cúbico, y al trabajar con prefijos menos frecuentes como nano y giga; las dificultades aumentan cuando se trata de conversiones de área y volumen comparadas con las lineales (Dincer & Osmanoglu, 2018). Esto se debe a que los estudiantes memorizan las conversiones en vez de comprenderlas conceptualmente, y tienen pocas oportunidades de práctica en contextos reales. Estas deficiencias impactan negativamente su desempeño, especialmente en física y química (Dincer & Osmanoglu, 2018).

El pensamiento métrico, enfocado en la comprensión de magnitudes y sistemas de medición, establece una conexión sinérgica con el enfoque STEM al aplicar estas habilidades matemáticas en contextos interdisciplinarios. Mientras el primero desarrolla capacidades para cuantificar y comparar propiedades medibles como longitud, masa y tiempo, el enfoque STEM proporciona escenarios educativos donde estas competencias se aplican en la resolución de problemas reales. Esta integración responde a las

dificultades identificadas en la comprensión conceptual de conversiones unitarias, promoviendo en cambio un aprendizaje significativo a través de ambientes activos donde los estudiantes desarrollan tanto competencias matemáticas como habilidades para el siglo XXI.

Enfoque STEM

En la última década, considerando que el mundo está en constante cambio, surge STEM en el ámbito educativo, para dar respuesta al mundo globalizado y tecnológico, para potenciar las habilidades para el siglo XXI. El término STEM apareció por primera vez en 1990 en Estados Unidos. Fue creado por The National Science Foundation como un acrónimo de Science, Technology, Engineering y Mathematics, con el que se hacía referencia de forma general a eventos, políticas, proyectos o lo largo de la última década y teniendo en cuenta que el mundo está en constante cambio.

Según Zamorano et al. (2018) STEM es un enfoque en el que la interdisciplinariedad juega un papel fundamental para alcanzar un aprendizaje significativo. Para estos autores el enfoque STEM potencia la formación científica y tecnológica mediante la creatividad e innovación, garantizando el desarrollo de competencias transversales, donde el contenido de cada área no se trabaja aislada, sino que favorece el aprendizaje contextualizado y significativo.

Para Espinosa (2024), STEM se refiere a los cuatro campos, como un sistema integrado cuyos componentes interactúan y se influyen mutuamente. Estos componentes se incorporan a la enseñanza basada en escenarios y aplicaciones de problemáticas del mundo real y actual. Este enfoque se ha popularizado en el mundo, debido a la integración de las áreas referidas generando innovación y motivación al campo educativo. Se retoma lo propuesto en la guía STEM para la educación del futuro, en su edición de primavera del año 2020, que indica cómo la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas impulsarán nuevas innovaciones en todo el mundo.

Como lo dijo Shaughnessy (2013), el enfoque STEM se basa en resolver problemas utilizando los principios de las ciencias y las matemáticas, incorporando estrategias propias de la ingeniería y aprovechando los recursos de la tecnología, haciendo uso del poder computacional para acelerar los descubrimientos y encontrar formas creativas para trabajar. Arenas (2021) confirma que este enfoque tiene como fin desarrollar capacidades percibidas como relevantes para el siglo XXI y, teniendo presente la globalización del mundo, los individuos necesitan de capacidades y competencias para ser efectivos y exitosos.

En la figura 4 se observan los beneficios del enfoque STEM integrando conocimientos y habilidades para enfrentar retos reales, para preparar a los estudiantes en las profesiones del futuro y una ciudadanía activa en una sociedad tecnológicamente avanzada. De esta manera, el enfoque STEM se

involucra en la propuesta investigativa permitiendo la integración de áreas con el diseño de una calculadora de magnitudes en la plataforma Scratch como estrategia pedagógica dentro del aula de clase

Figura 5

Habilidades del enfoque STEM



Nota. La figura ilustra el enfoque STEM como un modelo integrado donde las cuatro disciplinas convergen hacia el desarrollo de competencias transversales centrales. Tomado de Prieto (2022).

La Red STEM Latam Latinoamérica en su marco de referencia plantea las siguientes dimensiones a tener en cuenta en el enfoque. Esta entidad enfatiza en las dimensiones del enfoque y la integración de STEM en el contexto educativo, posibilitando la implementación de nuevas tecnologías, las cuales han permitido la integración de herramientas de aprendizaje, desarrollando contenidos interactivos. Estos contenidos permiten motivar al estudiante y fortalecer sus habilidades para el siglo XXI. El docente debe atender las necesidades del contexto haciéndose competente para crear estrategias pedagógicas que respondan a las necesidades de la época.

Tabla 3

Marco STEM + para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica

Dimensión del enfoque	Integración STEM+
Integración de las disciplinas	Se fundamenta en la integración de los conocimientos, habilidades, actitudes, valores, experiencias y herramientas de cada una de las disciplinas del acrónimo, lo que se considera una condición necesaria. Además, este enfoque propone la integración de otras disciplinas, como las artes, las ciencias sociales, las humanidades y también los conocimientos locales.
Rol del contexto	El contexto, es un elemento clave en el diseño e implementación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que se promueve la integración disciplinar en el entorno social en el que viven los estudiantes. Se parte del reconocimiento del contexto, de la identificación de problemáticas concretas y relevantes, para desde ahí promover la



	reflexión sobre acciones específicas que se pueden desarrollar para afrontarlos y para generar soluciones creativas, situadas y pertinentes.
Perspectiva pedagógica y didáctica	Promueve su integración en el entorno social, abordando el desarrollo y el fortalecimiento de competencias para la resolución de problemas reales, socialmente relevantes y pertinentes del contexto.
Rol del estudiante	El estudiante es el protagonista del aprendizaje. Tiene un rol activo y clave en todo lo que ocurre al interior del aula y fuera de ella; es reconocido como un agente de cambio ante los diferentes desafíos que enfrentamos como sociedad.
Rol del docente	El docente participa desde su saber profesional e investigador como facilitador y orientador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo la reflexión de los estudiantes, el interés por temas relevantes y su compromiso por resolverlos.
Uso de metodologías	Se promueve metodologías activas, y el aprendizaje autónomo del estudiantado, pero además incorpora la relevancia de que su integración sea situada, reconociendo y valorando el contexto en el que se encuentran los estudiantes.
Ambientes de aprendizaje	Los estudiantes participaran de ambientes de aprendizaje activos, flexibles, diversos, expandidos (más allá del aula) y colaborativos; como talleres de fabricación digital (o Fab Labs), ferias científicas, aulas interactivas, experiencias en entornos naturales (salidas a terreno), laboratorios científicos y tecnológicos, proyectos comunitarios y distintos espacios que permitan el trabajo grupal, el aprendizaje activo, práctico, experiencial y la comunicación entre los estudiantes.
Rol de la comunidad	El rol que tiene la comunidad es importante en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, ya que proporcionan apoyos, conocimientos y recursos adicionales a los entregados en la escuela.

Nota. La tabla describe las ocho dimensiones del enfoque STEM+ que caracterizan su implementación integral, desde la integración disciplinar hasta el papel de la comunidad educativa en los procesos de aprendizaje contextualizado. Tomado de Bascopé et al. (2024).

Integración del pensamiento computacional en las matemáticas y educación STEM

El pensamiento computacional facilita el desarrollo de competencias matemáticas al establecer conexiones con áreas vinculadas al pensamiento lógico, abstracto y matemático dentro del marco STEM. Esta integración favorece las relaciones entre el conocimiento y las formas de construirlo, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades para descomponer problemas complejos en partes más manejables, reconocer patrones y crear algoritmos de solución (Mono, 2023). El enfoque STEM, centrada en articular proyectos académicos que permiten establecer prototipos o soluciones utilizando la creatividad y los conocimientos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, proporciona un contexto ideal donde el pensamiento computacional actúa como catalizador para fortalecer la comprensión matemática mediante la resolución práctica de problemas del entorno (Mono, 2023).

El modelo integrador desarrollado por Weintrop et al. (2016) establece cuatro categorías principales que estructuran la integración entre matemáticas y pensamiento computacional: 1) prácticas de datos (que incluyen recolección, análisis y representación de datos), 2) prácticas de modelado y simulación (donde los estudiantes crean y manipulan modelos computacionales para comprender fenómenos matemáticos), 3) prácticas de resolución de problemas computacional (que involucran la

descomposición de problemas, pensamiento algorítmico y abstracción), y 4) prácticas de pensamiento sistémico (que permiten entender las interacciones y relaciones complejas dentro de sistemas matemáticos). Este marco proporciona una estructura comprehensiva que permite a los educadores integrar de manera natural las habilidades computacionales con el aprendizaje matemático, aprovechando la capacidad de las computadoras para enriquecer la comprensión matemática y utilizando contextos matemáticos para desarrollar el pensamiento computacional de manera bidireccional.

Existen, cinco tipos principales de herramientas para el pensamiento computacional (CT) en la educación matemática: tangibles digitales, aplicaciones y juegos, lenguajes de programación, evaluaciones formativas o sumativas, y otras herramientas tecnológicas. Los lenguajes de programación emergen como la herramienta más utilizada, especialmente Scratch como la plataforma predominante para la integración CT-matemáticas (Chan et al., 2023). Estas herramientas permiten a los estudiantes abordar conceptos matemáticos complejos de manera nueva, significativa y generalizable, donde la programación por bloques facilita la creación de programas sin preocuparse por la sintaxis o errores ortográficos.

La integración del pensamiento computacional en la educación STEM ofrece diferentes beneficios pedagógicos y formativos. Primero, fortalece el aprendizaje de contenidos STEM al proporcionar herramientas poderosas para la visualización, simulación y análisis de conceptos complejos, permitiendo que los estudiantes experimenten con modelos computacionales de fenómenos científicos que serían imposibles de observar directamente. Segundo, desarrolla habilidades de resolución de problemas del siglo XXI, incluyendo el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de descomponer problemas complejos en componentes manejables. Tercero, aumenta la accesibilidad y equidad educativa, ya que los cursos STEM son más ampliamente ofrecidos y obligatorios que los cursos de ciencias de la computación, proporcionando a más estudiantes la oportunidad de desarrollar competencias computacionales. Cuarto, prepara a los estudiantes para carreras futuras en un mundo cada vez más digitalizado, donde la alfabetización computacional es esencial en prácticamente todas las disciplinas STEM. Finalmente, fomenta el aprendizaje interdisciplinario y colaborativo, rompiendo las barreras tradicionales entre materias y promoviendo una comprensión más holística de los conceptos científicos y matemáticos a través de experiencias prácticas con tecnología (Wang et al., 2022).

Cuando las matemáticas forman parte integral de STEM, esto transforma el enfoque del contenido matemático desde las habilidades y rutinas tradicionales hacia el modelado y la aplicación, competencias que se alinean con las habilidades del siglo XXI. Kristensen et al. (2024) enfatizan que los enfoques STEM pueden proporcionar contextos auténticos para el aprendizaje matemático, especialmente por medio del modelado matemático como medio para investigar y resolver problemas del mundo real, aunque

advierten que esto requiere atención explícita para evitar que las matemáticas se vuelvan menos visibles para los estudiantes.

Estrategia pedagógica

Según Toala et al. (2018) una estrategia se refiere a la forma de dirigir una operación o situación, donde y debe desarrollar diferentes criterios para controlar el asunto, el cual es necesario la implementación de reglas que aseguren tener el control de la situación mediante la toma de decisiones correctas en cada momento. Según Orozco (2016), las estrategias son un componente esencial del proceso de enseñanza y de aprendizaje; son el sistema de actividades que implican acciones y operaciones tanto físicas y mentales que permiten la realización de una tarea con la calidad requerida, la flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones existentes. Estas facilitan la confrontación (interactividad) del sujeto que aprende con el objeto de conocimiento, y la cooperación con otros colegas durante el proceso de aprendizaje (interacción) para realizar una tarea con la calidad requerida y adquirir los conocimientos establecidos.

La elaboración de estrategias pedagógicas permite al docente identificar, definir claramente los conocimientos que los estudiantes pueden adquirir, analizar el comportamiento de cada estudiante y así determinar los métodos de enseñanza más adecuados para fomentar una participación (Orozco, 2016). En este sentido, las estrategias pedagógicas se constituyen como escenarios curriculares para la organización del proceso formativo, de la interacción y evaluación (Bravo, 2008).

En este sentido, la importancia de la claridad de los objetivos estipulados en la estrategia para que tenga coherencia, cohesión y un hilo conductor en la secuencia de actividades en correspondencia con los que se espera aprendan los estudiantes al finalizar la experiencia; estos objetivos además de tener claridad deben comunicarse a los estudiantes. La estructura de la estrategia cobra gran relevancia, ya que debe adaptarse a las necesidades y características del contexto educativo; la motivación, la creatividad, la integración de recursos físicos y tecnológicos se convierten en factores clave para fortalecer habilidades y conocimientos en los educandos (Coll y Bolea, citado por Díaz-Barriga, 2010). Para Amashta (2018) esta estructura puede ser flexible y tener un orden lógico de etapas y acciones relacionadas con la planificación, ejecución y control del proceso pedagógico, las cuales pueden ser: diagnóstico, diseño, ejecución y evaluación.

Frente a la integración del pensamiento computacional en la educación STEM, las estrategias de andamiaje son cruciales, implementando un proceso de desvanecimiento gradual (de andamiaje completo a parcial hasta independencia total), proporcionando guía uno-a-uno cuando es posible, y utilizando sistemas de andamiaje adaptativo que registran el rendimiento estudiantil para ofrecer apoyos

individualizados. Adicionalmente, se enfatiza la importancia de la instrucción explícita de conceptos de pensamiento computacional, combinando actividades tanto conectadas (con tecnología) como desconectadas (actividades corporales y manipulativas), especialmente para estudiantes más jóvenes, creando así una progresión de aprendizaje coherente que conecte diferentes modalidades de enseñanza (Wang et al., 2022).

Marco conceptual

A continuación, se presentan los términos fundamentales para la presente propuesta investigativa: en donde se perciben, representan y muestran los conceptos que fundamentan el diseño de una estrategia pedagógica utilizando el prototipo de ingeniería mediado por el programa Scratch para el fortalecimiento del pensamiento métrico desde el pensamiento computacional y el enfoque STEM.

Pensamiento computacional: la computación, representa una actitud y unas habilidades universales que todos los individuos, no sólo los científicos computacionales, deberían aprender y usar (Wing, 2006). Entonces el pensamiento computacional es una habilidad para resolver problemas de forma ordenada y eficiente, el cual involucra una serie de destrezas básicas entre ellas: matemáticas, críticas, informáticas y actitudes colaborativas para su desarrollo (Rico & Bosagain, 2018).

Para Barr & Stephenson (2011) el PC se refiere a habilidades mentales que permiten resolver problemas de manera efectiva y eficiente, utilizando estrategias y herramientas propias de la computación y permite resolver problemas de forma ordenada efectiva y eficiente, empleando estrategias y herramientas propias de la computación. Este pensamiento involucra un conjunto de habilidades básicas como matemáticas, de pensamiento crítico, informáticas y de trabajo colaborativo (Barr & Stephenson, 2011; Rico & Bosagain, 2018).

Barr & Stephenson (2011), propusieron el núcleo del PC habilidades: recolección de datos, análisis de datos, representación de datos, descomposición, abstracción, algoritmos, automatización, paralelización y simulación. Para la estrategia pedagógica se hará énfasis en recolección de datos, análisis de datos, representación de datos, algoritmos y simulación. El pensamiento computacional es el conjunto de destrezas de un individuo para solucionar un problema ordenadamente, y elocuente en diferentes contextos, relacionado los saberes con lo práctico, enriqueciendo la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, el razonamiento y habilidades en informática.

La metodología del pensamiento computacional se estructura en fases secuenciales para el abordaje de problemas. Esta metodología inicia con la descomposición del problema en partes más pequeñas y manejables. Continúa con el reconocimiento de patrones dentro de dichas partes para

identificar similitudes y regularidades. Luego procede a la abstracción, donde se eliminan detalles innecesarios para enfocarse en los elementos fundamentales. Posteriormente, se desarrollan algoritmos o secuencias ordenadas de pasos para resolver cada componente. La fase final incluye la automatización de soluciones y la evaluación de resultados. Este enfoque, originalmente concebido en las ciencias computacionales, demostró efectos positivos en la capacidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de educación básica (Costa et al., 2017).

Pensamiento lógico - matemático: son los procesos mentales que requieren el uso de secuencias para razonar y abstraer números o cantidades a partir del empleo de cálculos mentales más eficientes y significativos, fortaleciendo el pensamiento y la inteligencia. Según Medina (2018), el pensamiento lógico matemático se basa en establecer relaciones resolver problemas e identificar patrones lo cual se ve reflejado cuando se unen las creaciones de los diferentes individuos para formar visiones colectivas, especialmente en contextos organizacionales.

El pensamiento lógico matemático implica manejar y discernir aspectos numéricos y aplicar la lógica, lo que es crucial para el avance de la inteligencia matemática y el bienestar de los jóvenes, como señalan Palacio & Chacón (2022). Esta inteligencia incluye habilidades de cálculo, cuantificación y formular teorías de manera natural, siendo el razonamiento y análisis de problemas mediante aspectos numéricos y lógicos que den solución pertinente a lo planteado.

Pensamiento métrico: Es la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones, Estándares Básicos de Matemáticas (MEN, 1998).

El pensamiento métrico es el acercamiento conceptual de las magnitudes y sus medidas, permitiendo la interacción dinámica entre el entorno y el estudiante; así el sistema métrico tiene sentido en ellas en el momento de encontrar la utilidad y aplicabilidad en su diario vivir.

Hace referencia a la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones (MEN, 1998).

En este orden de ideas, Latorre (2013) menciona las siguientes habilidades relacionadas con el Sistema Métrico Decimal:

- Estimación de medidas en el conjunto de los distintos sistemas numéricos.
- Evaluación de la coherencia de las respuestas encontradas en situaciones métricas con apoyo en la estimación, la predicción, la confrontación de información y el análisis simultaneo de variaciones.



- Uso de elementos de trazo y medida, así como la construcción de escalas de medición para diversas magnitudes y de instrumentos adecuados para medición. (p 10)

Sin embargo, de acuerdo con Latorre (2013), los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje de la conversión de unidades, porque se dificulta la comprensión del concepto de magnitud, el razonamiento proporcional y el uso incorrecto de factores de conversión. Además, algunos estudiantes presentan dificultades en la solución de operaciones básicas. (multiplicación y división) lo que induce a errores relacionados con las medidas.

Marco legal y normativo

El marco legal y normativo se consolida con el conjunto de normas, decretos, artículos y lineamientos de tipo constitucional que respaldan la temática escogida en el proceso de investigación

Tabla 4

Marco legal y normativo

Ley o norma	Año	Descripción general	Artículo (s)	Aplicabilidad para el proyecto
Constitución Política de Colombia	1991	Libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra	27	Promover la autonomía del docente en el diseño pedagógico, y el derecho del estudiante a un aprendizaje libre y significativo, y la investigación como herramienta para la mejora educativa.
Constitución Política de Colombia	1991	La educación es un derecho y servicio público de toda persona.	67	Contribuye al mejoramiento cultural del educando al permitir hacer uso de la tecnología desde su contexto cotidiano, como el uso de unidades de medida en el sector lechero de Cóbbita.
Ley 1341	2009	Las TIC deben servir al interés general y es deber del Estado promover su acceso eficiente y en igualdad de oportunidades, a todos los habitantes del territorio nacional.		El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación se han convertido en una herramienta clave para la enseñanza en la comprensión y aplicación del sistema métrico, fomentando aprendizajes significativos, equitativos y relacionados con estándares universales como el sistema métrico decimal. Por lo tanto, la integración de las TIC en estrategias pedagógicas permite contribuir en la igualdad de oportunidades educativas.
Ley general de educación 115	1994	Tecnología e Informática como área fundamental y obligatoria del currículo en los establecimientos	23 y 31	Permite contribuir en la formación y enriquecimiento de las competencias de los educandos en la vida cotidiana; así como para resolver problemas, necesidades



		educativos colombianos como disciplina de carácter escolar, el área de T&I		relacionadas con el campo tecnológico, con el fin de contribuir en la calidad de vida, fomentando el desarrollo sostenible.
Ley General de Educación 115	11994	La educación se desarrollará atendiendo a los fines estipulados	5	Se resalta la importancia de fortalecer el dominio de competencias científicas y matemáticas, contribuyendo en la comprensión del sistema métrico, posibilitando el dotar a los estudiantes de herramientas universales a partir del contexto.
Ley 2314 congreso de Colombia	2023	Las instituciones de educación básica y media fomentarán la realización de actividades relacionadas con las áreas de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas desde edades tempranas	5	Promover el aprendizaje del sistema métrico desde temprana edad, porque es una herramienta fundamental en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). Al estar presente en la medición, el análisis de datos, la resolución de problemas y el diseño de soluciones tecnológicas
La Resolución 2343	1996	Adopta un diseño de lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo y se establecen los indicadores de logros curriculares para la educación formal.		Diseñar estrategias pedagógicas articuladas con las áreas de Matemáticas y Tecnología, promoviendo el desarrollo de competencias clave en el uso de unidades de medida, resolución de problemas, pensamiento lógico y uso de herramientas digitales.
Decreto 1595	2015	Adopción del sistema internacional de unidades, como sistema obligatorio de unidades en materia de metrología en el territorio de la República de Colombia	59	Fortalecer el sistema métrico desde la educación básica, al establecer que el Sistema Internacional de Unidades (SI) es de uso obligatorio en Colombia, razón por la cual se ve la necesidad de comprender, aplicar y manejar correctamente estas unidades.

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión de normatividad.

Marco metodológico

El presente marco metodológico, plantea el tipo de investigación que se utilizará teniendo en cuenta los objetivos planteados en la presente propuesta, Por lo tanto, a continuación, se dan a conocer las orientaciones metodológicas para llevar a cabo la ejecución del proyecto de investigación.

Categorización de la realidad educativa a abordar

Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación en la tabla 5 se presenta la operacionalización de variables, su definición, dimensiones, indicadores e instrumentos de recolección de información.



Tabla 5

Categorización de la realidad educativa a abordar

Variable	Definición	Dimensiones	Indicador	Instrumento de recolección de información
Estrategia pedagógica (Variable independiente)	Plan de acción proyectado y coordinado orientada al desarrollo de procesos de aprendizaje y centrada en el estudiante.	Enfoque STEM	Dimensiones del enfoque incluidas en la propuesta.	Estructura conceptual de la estrategia. Validación de expertos.
		Pensamiento computacional como metodología	Integración de fases para la construcción de la estrategia alineada con PC (Cossío, 2021).	
Pensamiento métrico (dependiente)	Hace referencia a la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones (MEN, 1998).	Según la Latorre (2013), enfatiza las siguientes habilidades:	- Estima medidas de longitud, masa, capacidad y tiempo utilizando referentes conocidos de su entorno - Compara sus estimaciones con medidas exactas y evalúa la precisión de sus aproximaciones - Ajusta sus estrategias de estimación según el contexto y tipo de magnitud	Diario de campo Pruebas de Pretest y Post-test Audios y fotografías Producciones de los estudiantes.
		Evaluación de la coherencia de las respuestas encontradas en situaciones métricas con apoyo en la estimación, la predicción, la confrontación de información y el análisis simultáneo de variaciones.	- Analiza la validez de resultados obtenidos en conversiones de unidades mediante diferentes métodos - Identifica errores en procesos de medición y propone correcciones - Argumenta la pertinencia de usar determinadas unidades según el contexto del problema	
		Uso de elementos de trazo y medida, así como la construcción de escalas de medición para diversas magnitudes y de instrumentos adecuados para medición.	- Selecciona y utiliza apropiadamente instrumentos de medición según la magnitud y precisión requerida - Construye escalas de medición para diferentes magnitudes adaptadas a su contexto - Diseña y elabora instrumentos sencillos de medición para situaciones específicas de su entorno	

Nota. La tabla establece las variables, dimensiones e indicadores que guían la recolección de datos para evaluar el impacto de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y pensamiento computacional en el desarrollo del pensamiento métrico de los estudiantes. Elaboración propia.

Enfoque de investigación

Se estableció una investigación descriptiva-interpretativa, de carácter cualitativo, la cual busca comprender y analizar fenómenos educativos (el fortalecimiento del pensamiento métrico a través del pensamiento computacional), desde la perspectiva de los actores involucrados (las investigadoras, los docentes de la institución, estudiantes), profundizando en significados, prácticas y procesos sociales respecto a la interpretación que dan los estudiantes al conceptos y procesos en relación a las magnitudes, unidades de medida y conversiones y cómo los usan en el análisis y solución de situaciones reales de su contexto. Según Hernández et al. (2014), este tipo de estudio permite al investigador interpretar situaciones particulares de forma contextualizada, sin generalizar, pero generando comprensión profunda sobre la experiencia vivida por los participantes.

Tipo de investigación

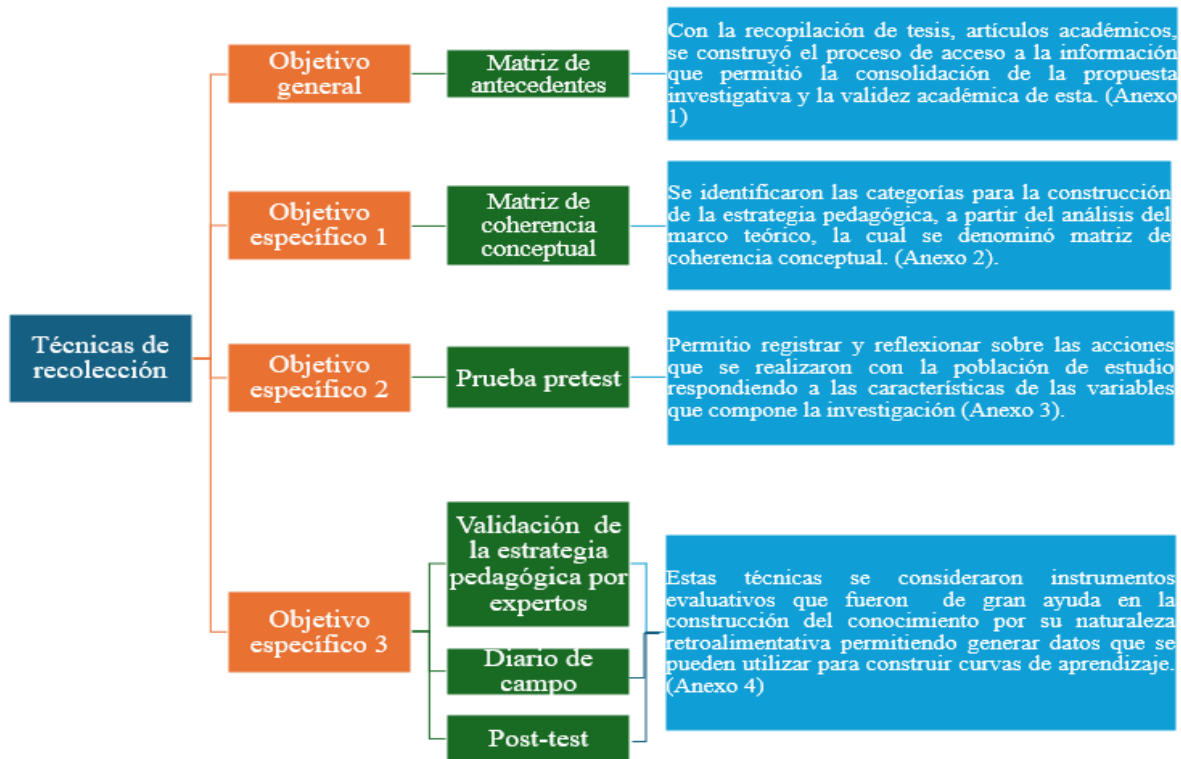
Teniendo en cuenta la intención y los objetivos propuestos para orientar la presente propuesta investigativa, se selecciona la investigación acción participativa puesto que considera a “los participantes como actores sociales, con voz propia, habilidad para decidir, reflexionar y capacidad para participar activamente en el proceso de investigación y cambio” (Selener, 1997, p. 10). Busca involucrar a los participantes en una investigación colaborativa para resolver problemas y mejorar prácticas concretas, centradas en aportar información que guíe la toma de decisiones para programas, procesos y reformas estructurales (Hernández & Mendoza, 2018). La IAP pretende mejorar la comprensión en situaciones prácticas, que permitan involucrarse activamente en ella y experimentar con soluciones efectivas. A partir de este proceso investigativo, los estudiantes pueden desarrollar un mayor conocimiento y comprensión del pensamiento computacional, matemático y métrico trabajando colaborativamente para abordar los desafíos y mejorar el proceso formativo del ser.

Técnicas de recolección de información

A continuación, se presentan recursos técnicos empleados para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Es así como para el diseño de la estrategia pedagógica se utilizó un instrumento tipo plantilla que se denominó estructura conceptual allí se registraron los aspectos relacionados con el pensamiento computacional, pensamiento métrico y el papel de cada una de las áreas en cada una de las fases de la estrategia; este instrumento sirvió como el elemento clave para estructurar la estrategia pedagógica.

Figura 6

Técnicas de recolección



Nota. Esquema metodológico que presenta las técnicas de recolección de datos organizadas por objetivos específicos, incluyendo matrices de antecedentes, coherencia conceptual, pruebas pretest y validación por expertos. Elaboración propia.

Técnicas de análisis de información seleccionadas

Para el desarrollo de la estrategia pedagógica se seleccionó y aplicó técnicas de análisis acordes con el enfoque cualitativo de la investigación. Estas técnicas permitieron interpretar los datos recolectados durante el proceso, considerando las experiencias de los estudiantes y las observaciones de las investigadoras. La información obtenida se analizó sistemáticamente para identificar patrones, dificultades y avances relacionados con la implementación de la estrategia pedagógica. A continuación, se describen las principales técnicas de análisis de información:

- **Comparativo pretest – post-test:** Se empleó para comparar resultados antes y después de la intervención, con el fin de evidenciar el impacto de la estrategia pedagógica en términos de comprensión y aplicación del sistema métrico.

- **Triangulación de información:** Se aplicó para validar y contrastar los resultados obtenidos, en los diarios de campo tanto de las investigadoras participantes como no participantes. Esta técnica permitió la interpretación y evolución observadas durante la implementación de la estrategia pedagógica.
- **Enfoque STEM:** Se utilizaron los diarios de campo para identificar aspectos relacionados con la participación, comprensión conceptual, y apropiación del pensamiento métrico y computacional, por parte de los estudiantes.
- **Análisis descriptivo de evidencias fotográficas y audios:** Estas evidencias sirven de apoyo visual y auditivo para analizar el grado de participación, motivación y apropiación de los temas y habilidades del siglo XXI por parte de los estudiantes en el desarrollo de la estrategia pedagógica.

El análisis de contenido cualitativo: Se realizó un análisis de contenido de los diarios de campo, transcripciones, producciones de los estudiantes, identificando categorías emergentes y patrones recurrentes respecto a las habilidades de pensamiento métrico, el desarrollo de las fases y habilidades de pensamiento computacional. Esta técnica permite:

- Codificar y categorizar los datos obtenidos de diarios de campo, observaciones o producciones estudiantiles.
- Identificar patrones, temas recurrentes o categorías emergentes en torno al desarrollo del pensamiento métrico.
- Los estudiantes refieren al iniciar la intervención unidades como arroba, cantina, bultos, toneladas que, aunque no se usan en el sistema internacional de medidas, son las que están en su contexto.
- Interpretar significados detrás del lenguaje de los estudiantes (cómo explican, estiman, justifican, etc.).
- Las categorías de análisis habilidades de PM, PC, efectividad en la estrategia. Para el análisis de la estrategia es evidenciar la pertinencia de integrar el enfoque STEM y las fases de PC.

Aplicación y análisis de los resultados

La investigación se sustentó a partir del marco conceptual y el uso de técnicas de recolección de información orientadas al diseño, aplicación y análisis de una estrategia pedagógica centrada en el fortalecimiento del pensamiento métrico. La construcción de instrumentos tales como la matriz de coherencia (anexo 1), prueba pretest (anexo 2) y el diario de campo (anexo 4), se fundamentan en los objetivos específicos del estudio los cuales se basó en identificar el estado inicial de los estudiantes, analizar el impacto de la investigación y en reflexionar sobre su pertinencia pedagógica.

La validación de estos instrumentos se estableció mediante revisión por expertos en educación matemática que evaluaron la coherencia, pertinencia, viabilidad y sugerencias de modificación de la estrategia pedagógica, como se registraron en (anexo 3). Se aplicó un proceso dirigido que comprendió con la participación de 31 estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Integrado de Combita, quienes intervinieron en todas las fases de implementación de la estrategia pedagógica.

Los instrumentos se aplicaron en tres momentos diferenciados antes fase de diagnóstico, durante fase diseño y después fase de implementación, lo que permitió hacer seguimiento de la trayectoria de los estudiantes y pertinencia de la estrategia pedagógica. La información recolectada se organizó y luego analizó bajo un enfoque cualitativo, considerando el análisis de las habilidades de las categorías (pensamiento computacional, pensamiento métrico y enfoque STEM) y la triangulación para aumentar la validez, credibilidad y profundidad de los resultados, como se muestra en la figura 8. Este análisis permitió conocer las competencias que prevalecen favoreciendo la planificación actividades más efectivas y adecuadas validando la funcionalidad de la estrategia pedagógica en relación con las necesidades del educando.

Figura 8.

Triangulación de la información a partir de los datos recopilados.

DIARIO DE CAMPO			
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS			
Facultad de Educación, Bogotá D.C. Maestría en Educación STEM Para el Desarrollo Social			
Título del proyecto de investigación Diseño de una estrategia pedagógica para el fortalecimiento del pensamiento métrico, basado en el pensamiento computacional, al construir una calculadora de conversión de magnitudes, con los estudiantes del curso 602 de la Institución Educativa Integrado de Combita.			
Institución educativa Institución Educativa Integrado de Combita			
Nombre del observador Leidy Stefany Sarmiento Samacá Claudia Milena Álvarez Rincón Leidy Mary Luz Villamil Pasito Yudi Cristina Cogaria Pérez (Docente área de tecnología)		Investigadora ☒ Docente Investigadora no participante ☒ Docente Investigadora no participante ☒ Docente Investigador ☐ Docente ☒	
Fase de indagación Número de sesiones: 3 sesiones (1 de informática y 2 de matemáticas)			
		Número de participantes: Estudiantes: 31 Docentes: 2	
Criterios: Pensamiento métrico: Identificación y reconocimiento de las unidades de medida empleadas en un contexto real. (sector lechero) Pensamiento Computacional: Recolección y representación de datos en el sector lechero. Enfoque STEM: Indagación de una actividad económica del municipio; integración de las áreas de lenguaje, matemáticas y tecnología.			
Actividad 1: Reconocer prácticas ancestrales del municipio.			
Pregunta orientadora por actividad	Habilidades P.C	Habilidades P.M	Registro del Observador (Triangulación)
¿Qué actividades laborales realizaban antiguamente las familias del pueblo? ¿A qué se dedicaban principalmente para sostener los hogares?	-Recolección de datos: Los estudiantes recolectaron información a través de diálogos con sus familiares (Papás, abuelos y hermanos), lo cual les permitió	No se evidenció el desarrollo de una habilidad en específico de dicho pensamiento, sin embargo, se realizó reconocimiento de instrumentos de medición	Pensamiento Métrico: Los estudiantes reconocieron los instrumentos de medición no convencionales, a partir de los saberes de su cultura y

Nota: Diario de campo del proyecto de investigación STEM que documenta la fase de indagación con 31 estudiantes, evaluando pensamiento métrico y computacional mediante actividades laborales ancestrales. Elaboración propia.

Procedimiento metodológico: fases del desarrollo del proyecto

Las fases del desarrollo del proyecto son las siguientes:

1. Observación: En esta primera fase se realizó un análisis de la infraestructura educativa, los recursos tecnológicos disponibles y las condiciones socioeconómicas de los estudiantes. Posibilitando, la caracterización de la población de estudio, estableciendo el perfil de los educandos del grado sexto y el rendimiento que tienen al iniciar su año escolar.

2. Diagnóstico: En esta fase se realizó una prueba pretest teniendo en cuenta los estándares y los DBA del grado quinto para conocer el nivel de comprensión en conversión de unidades y habilidades de resolución de problemas matemáticos en el curso 602.

3. Planificación: En esta fase se establecen las bases conceptuales, a partir de la revisión de la literatura y creación de la estrategia pedagógica, asegurando su coherencia con los objetivos del estudio. Además, se seleccionaron los recursos para fortalecer la enseñanza de la conversión de unidades estableciendo un cronograma para la intervención educativa y se definen las fases y actividades específicas de la estrategia pedagógica, teniendo en cuenta los instrumentos y técnicas de recolección de datos para evaluar el impacto de su aplicación.

4. Acción: se realiza la validación de la estrategia por parte de expertos, a partir de ello, los ajustes necesarios. Posteriormente, la aplicación de la estrategia pedagógica con la muestra de estudio, donde los participantes involucrados de la investigación trabajan colaborativamente, para lograr una implementación más efectiva. Documentación del proceso.

5. Evaluación y reflexión. Se analizaron los resultados con base a las habilidades del pensamiento métrico, computacional y las fases de la estrategia pedagógica para determinar el impacto de la fase anterior, revisando el proceso y realizando los ajustes necesarios para la propuesta.

Producto o resultado esperado

El proyecto tiene como objetivo generar resultados concretos en diversas perspectivas que contribuyan al fortalecimiento del pensamiento métrico en los estudiantes y su integración en la práctica educativa, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 6.

Resultados esperados.

Resultado esperado	Producto	Objetivo relacionado	Perspectiva
Estrategia pedagógica bajo el enfoque STEM para el fortalecimiento del pensamiento métrico	Estrategia pedagógica bajo el enfoque STEM para el fortalecimiento del pensamiento métrico.	General	Pedagógico



Identificación de características claves para la estrategia pedagógica	Incorporación de la matriz de coherencia conceptual como base para la construcción de la estrategia pedagógica.	Específico 1	Didáctico
Recurso tangible de la estrategia pedagógica	-Juego de domino contextualizado. (sector lechero) -Calculadora de conversión de magnitudes en Scratch	Específico 2	Didáctico
Fortalecimiento de habilidades PC y PM	Resultados de la prueba Pretest y Post-test	Específico 3.	Aprendizaje.

Nota. Tabla de resultados esperados que relaciona productos pedagógicos y didácticos con objetivos específicos, desde la estrategia STEM hasta recursos tangibles como juegos y calculadoras contextualizadas. Elaboración propia.

Descripción de la población y muestra

La investigación la constituyo 31 estudiantes del grado sexto (602) de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita, localizado en dicho municipio, compuesto por niños con un rango de edad entre 10 y 13 años como se menciona en el marco contextual.

La muestra, es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para llevar a cabo el estudio o investigación. En este caso se seleccionaron 10 estudiantes conformado por seis niñas y cuatro niños. El rendimiento académico tuvo una intención y equilibrada de selección, lo que permitió una visión más completa y diversa del proceso, facilitando así la identificación de patrones, diferencias y posibles necesidades específicas según el nivel de logro.

Matriz de interesados y beneficiario

La implementación de la estrategia pedagógica involucra múltiples actores con diferentes niveles de compromiso y expectativas. Los beneficiarios directos incluyen estudiantes del curso 602 con alta predisposición al aprendizaje y la comunidad local que espera fortalecer la calidad educativa. Los interesados comprenden docentes comprometidos con herramientas tecnológicas, directivos enfocados en indicadores académicos, maestrantes investigadores orientadas a la validación pedagógica, el Ministerio de Educación Nacional promotor del enfoque STEM rural, y la Universidad Santo Tomás que busca consolidar procesos investigativos educativos.



Tabla 7

Matriz de interesados y beneficiarios

Grupo de interesados / beneficiarios	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición (resistente, ambivalente, neutral, solidario, comprometido)	Estrategia
Estudiantes del curso 602	Beneficiarios	Fortalecer las habilidades del pensamiento métrico y computacional en los educandos.	Medio	Alto	Se busca mejorar la comprensión en conversión de unidades, mediante el uso de la tecnología educativa, contribuyendo en su rendimiento académico.
Docentes de matemáticas, lenguaje e informática	Interesados	Implementar una estrategia pedagógica, que permita fortalecer las habilidades del siglo XXI, contribuyendo en el rendimiento académico.	Alto	Alto	Herramientas didácticas y tecnológicas para el proceso de enseñanza- aprendizaje.
Padres de familia	Interesados	Apoyar el proceso de aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de sus hijos.	Bajo	Medio	Hijos más motivados, mayor apropiación del conocimiento.
Directivos de la institución	Interesados	Contribuir en los indicadores académicos institucionales, a partir de la implementación de prácticas educativas STEM.	Alto	Alto	Mejorar la posición y reconocimiento de la Institución.
Maestras investigadoras	Interesadas	Validar una propuesta pedagógica basada en el prototipo de ingeniería para contribuir en el proceso de formación.	Medio	Alto	Contribución en el sector educativo y fortalecimiento en el desarrollo profesional.
Ministerio de Educación Nacional	Interesado	Fortalecer el enfoque STEM en las Instituciones educativas, especialmente en el sector rural.	Alto	Medio	Información relevante de las políticas públicas y reconocimiento de lineamientos curriculares.
Comunidad local de Cóbbita	Beneficiaria indirecta	Fortalecer la calidad educativa brindada en el municipio.	Bajo	Bajo	Estudiantes más preparados para responder a las necesidades locales por ejemplo en el sector lechero.
Universidad Santo Tomás	Interesado	Afianzar y consolidar procesos de investigación en el campo educativo.	Medio	Medio	Publicaciones, las cuales permitan enriquecer la formación de sus maestrantes.

Nota. La tabla identifica los grupos de interés del proyecto, especificando sus expectativas, nivel de compromiso y las estrategias requeridas para garantizar el éxito de la implementación de la estrategia pedagógica basada en STEM y pensamiento computacional. Elaboración propia.

Recursos previstos

La implementación del proyecto requiere recursos distribuidos en tres categorías fundamentales. Los recursos económicos incluyen financiación personal e institucional para materiales didácticos, impresiones y transportes necesarios durante las sesiones de trabajo. Los recursos tecnológicos comprenden computadores escolares como herramienta principal para programación con Scratch, proyectores para visualización de contenidos, y software educativo especializado. El talento humano involucra al docente investigador responsable del diseño y evaluación, estudiantes del curso 602 como participantes activos, y docentes acompañantes que brindan apoyo logístico institucional.

Tabla 8

Recursos previstos

Categoría	Recurso	Descripción y uso en el proyecto
Económico	Recursos personales o institucionales	Posibles gastos para la adquisición de materiales didácticos o impresiones.
	Transportes	Gastos para el desplazamiento llegada a la institución durante las sesiones de implementación.
Tecnológico	Computadores escolares	Herramienta principal para la programación y simulación con Scratch y páginas de consulta.
	Programa educativo	Uso de Scratch como apoyo para simular animaciones.
	Proyector o televisor	Para visualización de videos, ejemplos, y socialización de avances durante las clases.
Talento humano	Docente investigador	Responsable del diseño, implementación y evaluación de la estrategia pedagógica.
	Estudiantes del curso 602	Sujetos participantes del proceso, encargados de desarrollar las actividades.
	Docentes acompañantes o directivos	Apoyo logístico y pedagógico institucional.

Nota. Esta tabla detalla los recursos necesarios clasificados por categorías, especificando su descripción y función específica dentro del desarrollo del proyecto de investigación. Elaboración propia.

Resultados

La presente sección da a conocer los hallazgos obtenidos a lo largo de la implementación del proyecto de investigación. A partir de procesos de la Investigación Acción Participativa, constituidas por: diagnóstico, diseño e implementación; cada una permite articular los objetivos planteados. Con el fin de propiciar una lectura coherente y estructurada desde avances y objetivos alcanzados, logrando, identificar y evidenciar los elementos principales para el diseño de la estrategia pedagógica, como los resultados obtenidos tras la aplicación de cada una de las fases; es así que en cada una de ellas, se presentan los datos

recolectados a través de la implementación de técnicas cualitativas tales como observaciones, diarios de campo, análisis y triangulación de los mismos, junto con las evidencias fotográficas para comprender el impacto que tuvo la estrategia en el fortalecimiento del pensamiento métrico y computacional en los estudiantes del curso 602 de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita.

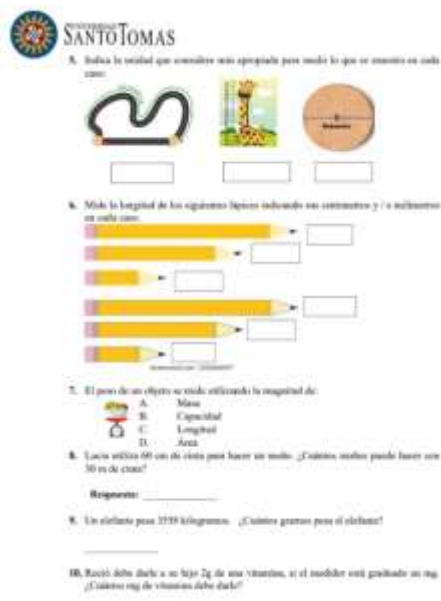
Proceso 1. Diagnóstico.

Como grupo de investigación se seleccionó la Institución Educativa Integrado de Combita para desarrollar la propuesta, teniendo en cuenta que una de las integrantes del grupo labora como docente de matemáticas. Además, se establece una articulación con los docentes de las áreas de tecnología e informática y lengua castellana, pertenecientes al grupo de investigación.

Para el desarrollo del primer proceso, se utilizó como instrumento una prueba para diagnosticar (anexo 2), los conocimientos previos de los estudiantes, acorde con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) establecidos para el grado quinto. Las preguntas que conforman la prueba fueron adaptadas a partir de los cuadernillos 1 y 2 (2023) del ICFES, suministrados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en el área de matemáticas.

Figura 6

Prueba pretest



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

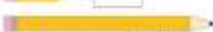
8. Indica la unidad que consideres más apropiada para medir lo que se muestra en cada caso:

9. Mide la longitud de los siguientes lápices indicando sus centímetros y / o milímetros en cada caso:











10. El peso de un objeto se mide utilizando la magnitud de:

A. Masa
B. Capacidad
C. Longitud
D. Área

11. Lucio usó 60 cm de cinta para hacer un moño. ¿Cuántos moños puede hacer con 30 m de cinta?

Respuesta:

12. Un elefante pesa 3750 kilogramos. ¿Cuántos gramos pesa el elefante?

13. Rocio debe darle a su hijo 2g de una vitamina, si el medidor está graduado en mg. ¿Cuántos mg de vitamina debe darle?

Nota. Instrumento clave para determinar el nivel de comprensión y uso que tienen los estudiantes frente a las magnitudes y conversión de unidades. Elaboración propia.

Estas preguntas son ajustadas en su formulación y resolución con base a los objetivos propuestos en la estrategia pedagógica. La prueba consta de 10 enunciados, tanto de selección múltiple como de respuesta abierta, organizados en cuatro componentes: selección de unidades, conversión de unidades, medición y estimación, y combinación de procesos para la resolución de problemas.

En el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en el pretest, se evidencia que el componente de selección presenta el desempeño más alto, con un total de 32 respuestas correctas frente a 8 incorrectas, lo que muestra un dominio generalizado en la identificación de los conceptos claves. En contraste, el componente de conversión refleja dificultades importantes, con solo 16 aciertos y 24 errores. Por su parte, el componente de medición revela un desempeño intermedio, con 4 respuestas correctas y 6 incorrectas, lo que sugiere una comprensión parcial de esta competencia. Finalmente, en el componente de combinación de procesos es la de menor desempeño, donde solo un estudiante respondió correctamente, lo que indica que los estudiantes se les dificulta ejecutar más de un proceso al mismo tiempo. Estos resultados permiten identificar áreas prioritarias de refuerzo pedagógico.

Proceso 2. Diseño.

La fase está relacionada con los dos primeros objetivos específicos de la investigación, en donde se identificaron los elementos característicos clave del P.C y del P.M para dar sentido pedagógico a la propuesta integrando a su vez las habilidades propias de ambos pensamientos para el desarrollo de las actividades desde lo metodológico. Se determinó los componentes característicos de la estrategia para que fuera coherente con las prácticas municipales, como la producción lechera, permitiendo así abordar el uso de unidades de medida convencionales y no convencionales. Teniendo como primer objetivo específico: *Identificar los elementos característicos de una estrategia pedagógica que integre el pensamiento computacional, alineada con el enfoque STEM, para el desarrollo del pensamiento métrico en estudiantes de sexto grado.*

Con base a la propuesta de Costa et al. (2017) sobre la estructuración de lecciones en matemáticas a partir de fases alineadas con el pensamiento computacional, los planteamientos conceptuales del pensamiento métrico, las habilidades de P.M. y las dimensiones del enfoque STEM, se diseñó la matriz que compone la propuesta de la estrategia pedagógica. Dicha matriz (Anexo 1), tiene como propósito articular de manera lógica y estructurada las fases del pensamiento computacional y el enfoque STEM, para la consolidación de la estrategia pedagógica, la cual busca enriquecer el pensamiento métrico en estudiantes de grado sexto. Además, permite organizar el proceso de enseñanza en momentos progresivos que incluyen la exploración, la recolección, análisis de datos, la representación y la simulación promoviendo un aprendizaje significativo, que potencie el desarrollo de habilidades del siglo



XXI como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la integración efectiva de la tecnología con el contexto educativo. En la Figura 7 se muestra una imagen de ejemplo de esta estructura.

Figura 7

Matriz de coherencia

Pensamiento computacional Es el conjunto de destrezas que tiene un individuo para darle solución a un problema de forma ordenada, y hacerlo en diferentes contextos, relacionando los saberes con lo práctico, organizando la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, razonamiento y habilidades en informática (Costa et al., 2017; Roco & Bouagga-Ghale, 2018; Lopez & Dussak, 2023). Pensamiento métrico Es el acercamiento conceptual de las magnitudes y sus medidas, permitiendo la interacción dialéctica entre el contexto y el evaluador, así el sistema métrico tiene sentido en sílas en el momento de encontrar la utilidad y aplicabilidad en su diario vivir.	Estrategia Pedagógica	Intervención de las áreas			
		S	T	E	M
Pases para la construcción de la estrategia alineada con PC (Costa et al., 2017, p.4) Primer paso. Definición del contenido. Tiene como objetivo alinear el contenido con el problema o situación a abordar. Elige el contenido con el que desea trabajar de acuerdo con los documentos curriculares. Determina el contenido de la pregunta o situación, es decir, cuál qué del día a día se podría trabajar con ese contenido.					Se hace revisión del MEN, matriz curricular, los resultados del ICSES de la Institución Educativa Integrada de Conchita, para el grado sexto.
Segundo paso. Definición de recopilación de datos. Tiene como objetivo definir la forma en que se recopilara los datos. Los estudiantes generan o recopilan los datos necesarios para resolver la pregunta bajo alguna guía y para su propósito particular.	Exploración. Identificación y fundamentación de problemas matemáticos.	Fase de indagación. Los estudiantes recopilan información de tipo cualitativo con la consulta a los familiares, sobre la producción lechera del municipio, información de tipo cuantitativo consultando redes sociales y organizaciones sobre la producción lechera, qué magnitudes y unidades de medidas se emplean para la comercialización de productos lácteos. Datos numéricos sobre la producción lechera del municipio.	Identificar los factores científicos que afectan la producción lechera. Por ejemplo, la alimentación de las vacas y la cantidad de luz. Fuente de información para realizar sobre datos relevantes del municipio como las políticas de orden.	Conocer los procesos y su evaluación en la medición de la leche y sus derivados.	Reconocer e interpretar la información, mostrarla presentando los datos de información que utilizan los estudiantes.

Nota. Matriz de coherencia conceptual que articula pensamiento computacional y métrico con estrategia pedagógica STEM, organizando fases de indagación, exploración e intervención por áreas disciplinares. Elaboración propia.

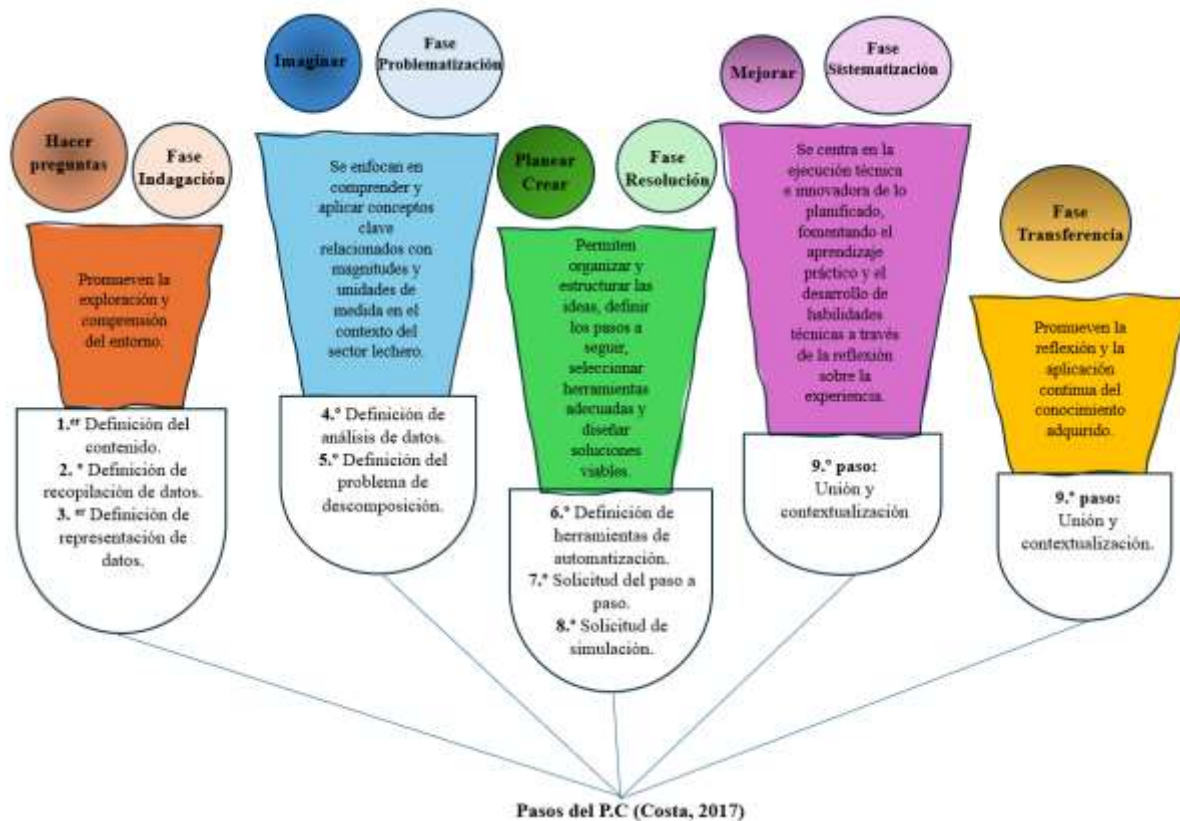
Como segundo objetivo específico, según las fases seleccionadas que permiten la integración de dichos pensamientos: *Diseñar una estrategia pedagógica que integre los elementos característicos para el desarrollo del pensamiento métrico integrando el pensamiento computacional en situaciones de reconocimiento y conversiones de unidades de medida.* La estrategia pedagógica titulada Aprende Convirtiendo Unidades En Scratch, (Anexo 5), describe el qué, para qué, con quiénes y las competencias asociadas a las áreas teniendo en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje establecidas por el MEN y los planes de estudio institucionales. En esta propuesta intervienen dos estructuras de pensamiento fundamentales: el P.C, que guía la resolución ordenada de problemas mediante algoritmos, recolección y análisis de datos y, el P. M, que permite comprender las magnitudes y realizar conversiones según el contexto. Por otra parte, se resalta las características socioeconómicas y culturales del contexto, así como las habilidades y desafíos desde el entorno educativo.

Se estructura a partir del modelo del proceso de diseño de ingeniería, el cual organiza las acciones de enseñanza y aprendizaje en cinco fases secuenciales (Figura 8).



Figura 8

Relación diseño de ingeniería y metodología activa



Nota. Diagrama de procesos del pensamiento computacional que presenta cinco fases secuenciales desde hacer preguntas hasta transferencia, con pasos específicos para cada etapa metodológica. Elaboración propia.

El proceso de diseño en ingeniería se toma como la metodología activa que guía el desarrollo de las cinco fases relacionadas en la Tabla 6 con el propósito, áreas destacadas y actividades vinculadas, las cuales se encuentran con más detalle en la estrategia pedagógica.

Tabla 6

Fases de la estrategia pedagógica

Fase diseño en ingeniería-Fase de la estrategia	Propósito	Áreas	Actividades
Hacer preguntas-Indagación	Recopilar información de tipo cualitativo consultando a familiares (padres, abuelos, cuidadores) del municipio e información de tipo cuantitativo consultando en páginas	-Tecnología e informática -Matemáticas	Reconocer prácticas ancestrales del municipio. Revisar páginas web y verificar por qué se reconoce la producción láctea.



web y organizaciones sobre la producción lechera.

Clasificación de la información consultada en actividad 1 y 2.

Imaginar- Problematización	Reconocer la magnitud y unidad de medida empleada en el sector lechero.	Matemáticas	1. Identificación de magnitudes. 2. Conversión de unidades de medida.
Planear y Crear- Resolución	Construir una calculadora de conversión unidades a través de Scratch.		1. Reconocimiento del programa Scratch. 2. Construcción de una calculadora.
Mejorar- Sistematización	Implementar y hacer pilotajes con la calculadora de magnitudes dando cuenta de cómo desarrollaron el proceso, los desafíos y los aprendizajes adquiridos.	Matemáticas Tecnología e informática Lenguaje	Muestra STEM.
Transferencia	Plantear la resolución de otras situaciones desde diferentes contextos para aplicar lo aprendido.	Matemáticas	1. Actividades aplicadas en diferentes contextos. 2. Tips para la resolución de problemas

Nota. Tabla metodológica que describe cinco fases de intervención educativa, desde indagación de prácticas ancestrales hasta transferencia de conocimientos, integrando matemáticas, tecnología y lenguaje. Elaboración propia.

Validación del diseño de la estrategia pedagógica por expertos.

Para validar la estrategia pedagógica, participaron dos expertas con sólida formación académica y amplia trayectoria en la enseñanza de las matemáticas. La Magíster Tania Plazas Merchán, docente del Departamento de Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, aporta una mirada académica y formativa desde una de las instituciones más reconocidas en la formación de docentes en Colombia. Por su parte, la Magíster Luisa Fernanda Sánchez Giraldo, quien actualmente se desempeña como Líder del equipo de Fortalecimiento Pedagógico y Curricular en la Dirección de Educación Media de la Secretaría de Educación Distrital, ofrece una perspectiva técnica y contextual desde la política pública educativa, centrada en el mejoramiento de la calidad en la educación media.

En relación con la validación de expertos el análisis evidenció que la mayoría de los ítems obtuvieron puntuación en los niveles 3 y 4 de la tabla de valoración, con una media general superior a 3,5 de dimensiones de coherencia, pertenencia y viabilidad. Sin embargo, los expertos se centran en dos aspectos a mejorar: promover actividades donde el estudiante sea agente activo evitando instrucciones excesivas y unificar referentes de calidad utilizados en los antecedentes. Atendiendo estas recomendaciones se realizaron ajustes a las actividades en la versión presentada, lo que permitió al

estudiante tomar decisiones de forma autónoma y creativa en el desarrollo del proyecto en Scratch, además se incorporaron criterios de evaluación, en concordancia los objetivos propuestos.

A continuación, para fomentar el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y métrico a través de un uso más abierto y retador de Scratch. Se calculó el coeficiente de Alfa de Cronbach de los ítems evaluados en la estrategia pedagógica (anexo 4).

Tabla 7

Resultados de la validación de la estrategia pedagógica por expertos

Ítems	Alfa de Cronbach
Coherencia	0,978
Pertinencia	0.979
Viabilidad	0.876

Nota. Tabla de validación por expertos que presenta los coeficientes Alfa de Cronbach para coherencia, pertinencia y viabilidad de la estrategia pedagógica, con valores superiores a 0.87. Elaboración propia.

Con el propósito de garantizar la efectividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje propuestos en la estrategia pedagógica, se menciona los resultados obtenidos a partir de tres aspectos clave:

Coherencia: Resultados que fueron altos evidenciando una alta consistencia entre los componentes de la estrategia. Respecto al enfoque STEM se muestra que hay una excelente articulación entre las necesidades del contexto educativo, las características del territorio. Respecto al P.M, se evidencia que las actividades propuestas y los instrumentos de evaluación están alineados con las habilidades de dicho pensamiento que se pretenden desarrollar en los estudiantes.

Pertinencia: Los resultados indican una adecuada alineación de la estrategia con problemas reales del contexto territorial en el que se encuentra ubicada la institución educativa y la importancia de las habilidades de pensamiento métrico para comprender situaciones y problemas reales.

Viabilidad: Estos resultados indican que la estrategia es susceptible de ser adaptada a distintos contextos y niveles de conocimiento sin depender de saberes previos; accesible en términos de los recursos, tiempos y espacios propuestos.

Aunque se obtuvo un buen puntaje, los expertos plantearon la necesidad de ajustes y presionar más a cómo se integran las áreas en cada actividad propuesta y promover procesos de reflexión y alinear a un solo referente curricular las competencias y resultados de aprendizaje. Estos ajustes que se realizaron en la versión presentada.

Proceso 3. Implementación

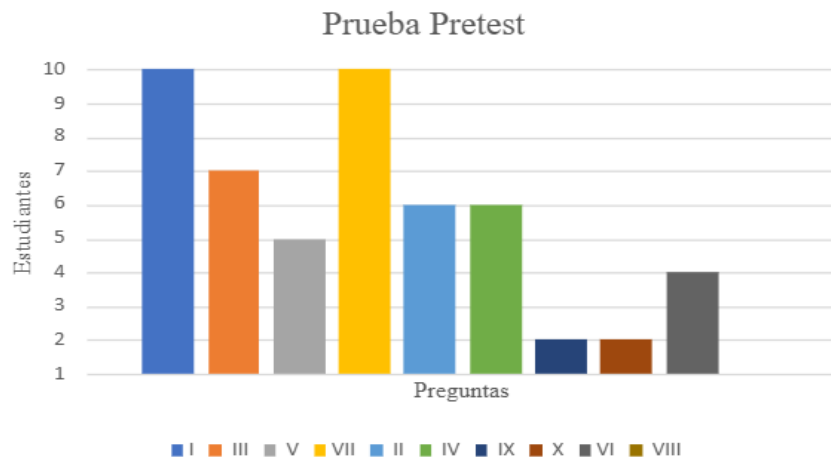
En análisis de la implementación de la estrategia se estructuró en cuatro momentos fundamentales: Análisis de la prueba pretest para identificar el nivel inicial de conocimientos que tienen los estudiantes referente a la conversión de unidades, la triangulación de los diarios de campo como instrumento cualitativo de observación y seguimiento al proceso de la implementación de la estrategia pedagógica, el análisis comparativo entre los resultados del pretest y el post-test para evidenciar avances en el progreso o cambio que muestran los estudiantes en el desarrollo de la intervención, y finalmente, una triangulación desde el enfoque STEM, donde se permitió analizar cada una de las dimensiones, según lo aplicado, permitiendo la integración de las áreas y el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Se reflexiona sobre la efectividad de la estrategia pedagógica, identificando fortalezas y aspectos a mejorar, haciendo énfasis en la importancia de integración de áreas en la formación de los estudiantes.

Prueba Pretest: Se encuentra organizada por 5 componentes específicos (Selección de unidades, conversión, medición y estimación, combinación de procesos). Este proceso permite identificar y medir los conocimientos previos, habilidades, actitudes y competencias que los estudiantes poseen en relación con cada una.

En la figura 9, se muestra el número de estudiantes que respondieron correctamente cada pregunta evaluada. Se observa que las preguntas I y VII (componente selección), fueron los contenidos más comprendidos por los estudiantes antes de la implementación de la estrategia pedagógica. En contraste, las preguntas IX (medición y estimación) y X (combinación de procesos) registran la menor cantidad de aciertos, lo que evidencia dificultades significativas en esos temas. Las demás preguntas presentan niveles intermedios de desempeño, destacando que hay una variabilidad considerable en la comprensión de los diferentes contenidos evaluados. Estos resultados son clave para centrarse en los contenidos con menor dominio.

Figura 9

Resultados de las respuestas



Nota. Gráfico de barras de la prueba pretest que muestra la distribución de estudiantes por pregunta, con mayor concentración en las preguntas I y VII, y menor participación en IX y X. Elaboración propia.

En el componente de conversión de unidades se observa que seis estudiantes lograron resolver correctamente las preguntas II y IV, ya que esta se relaciona con su diario vivir como el uso de libras para medir peso y la bicicleta como referencia en medición de distancia (metro). Por ejemplo, un estudiante argumenta que, al comprar pasta, un paquete normalmente equivale a una libra. Por lo tanto, si se tienen dos paquetes, se interpretaría como un kilogramo de pasta. Sin embargo, las unidades que se usan con menor frecuencia en su entorno, el bajo desempeño es notable, como es el caso de la pregunta IX que refiere al peso de un elefante, animal que muchos de ellos no conocen, lo que indica que la enseñanza de la conversión de unidades debe considerar ejemplos contextualizados para brindar una respuesta correcta o encontrar sentido a las unidades y procesos. Las preguntas en blanco reflejan inseguridad, falta de técnicas en la resolución de problemas, además del déficit en la comprensión de equivalencias entre unidades.

Para la medición y estimación se indicó medir la longitud de diferentes lápices referenciando la unidad en centímetros o milímetros (VI) donde se evidenciaron dificultades en la diferenciación entre estas unidades y, el adecuado uso de la regla porque algunos iniciaban la medida desde el número 1. desconociendo que se puede medir diferentes magnitudes.

Por otro lado, en la aplicación de procesos combinados pregunta número VIII se muestra dificultad en la comprensión del orden correcto en que deben realizarse cada una de las operaciones, lo que los lleva a cometer errores frecuentes en los cálculos. La falta de práctica con ejercicios variados y la ansiedad matemática también influyen negativamente en su desempeño, dificultando aún más la resolución efectiva de problemas que combinan distintas operaciones. Las respuestas incorrectas y los

estudiantes que no intentaron resolverla reflejan que presentan dificultades en el razonamiento lógico y la combinación de más de un proceso en los cálculos matemáticos y operaciones básicas en especial la división.

Implementación pedagógica con énfasis en pensamiento métrico y computacional

La estrategia pedagógica titulada Aprende Convirtiendo Unidades en Scratch® se desarrolló en cinco fases progresivas que fortalecieron el pensamiento computacional y métrico. 1) La de *indagación* permitió recopilar información consultando a su familia y páginas web guiadas por la docente sobre el sector lechero; 2) la *problematización* integró actividades lúdicas con resolución de ejercicios contextualizados para identificar las magnitudes y unidades de medida que se usan en las prácticas de recolección, producción y comercialización de los productos lácteos; 3) la *resolución* que implicó la construcción de algoritmos y una calculadora digital en Scratch. La fase 4) *Sistematización* no se ejecutó por limitaciones de tiempo y actividades extracurriculares, 5) la *transferencia* aplicó problemas prácticos en diversos escenarios como lo fue la agricultura, haciendo uso de la calculadora en Scratch en la conversión de unidades, así mismo se incluyó en la clase de Lengua castellana tips para la resolución de problemas según Pólya.

A continuación, se describe los resultados obtenidos respecto a las habilidades de P.M y P.C en cada una de las fases aplicadas.

Fase de indagación

Se evidencia el desarrollo de habilidades de recolección y representación de datos del pensamiento computacional. Los estudiantes logran obtener información cualitativa mediante entrevistas familiares sobre prácticas ancestrales del sector lechero, identifican transformaciones tecnológicas en procesos como el ordeño y envase, y contrastan métodos tradicionales con los actuales. Paralelamente, recopilan datos cuantitativos sobre precios y unidades de medida empleados en los productos lácteos. Esta información la organizan en tablas que les permiten reconocer magnitudes como peso y volumen. Esta metodología integra fuentes primarias y digitales para construir un panorama completo del sector, donde los estudiantes analizan cambios históricos desde recipientes de vidrio reutilizables hasta sistemas industrializados de transporte en cantinas, así como la diversificación de productos lácteos disponibles en el mercado actual. En la tabla 8 se describe las habilidades de P.C evidenciadas.

Tabla 7

Resultados fase de indagación

Fase 1: Indagación	
Pensamiento computacional	
Habilidad	Resultados
Recolección y representación de datos	Recolecta información de tipo cualitativo sobre el sector lechero a partir de fuentes familiares y digitales, analiza los datos obtenidos y reconoce diferencias entre prácticas ancestrales y actuales mediante la socialización. En las figuras 10 y 11 se muestra un ejemplo donde los estudiantes representan a través de dibujos y expresiones verbales la información sobre los cambios, por ejemplo, el proceso de ordeño manual y cómo ha evolucionado con el uso de recursos tecnológicos, así como los instrumentos empleados para su envase. Por su parte, la figura 12 da cuenta otro tipo de productos que con el tiempo se han creado y el uso del internet. Respecto a lo cuantitativo, los estudiantes recolectaron información numérica sobre los precios y unidades de medida de los productos, para representarlos a través de tablas (ver figura 13).
Evidencia	Transcripción

Figura 10

Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre el avance tecnológico



Nota. La figura muestra la evolución del ordeño, desde el método manual tradicional hasta la implementación de sistemas automatizados modernos.

¿A qué se debe el avance tecnológico en la producción lechera?

Se debe a que a partir de los años la tecnología ha llegado al campo y desde entonces los métodos de ordeño son máquinas.

Figura 11

Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre los recipientes que se usan para recolectar leche



¿Qué recipientes se usan para recolectar la leche?

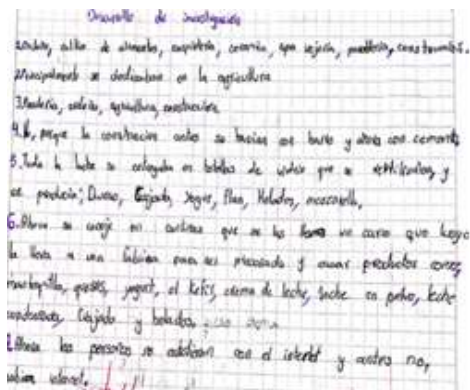
El garrafón, vaso y botella.



Nota. El esquema presenta tres tipos de recipientes para almacenamiento de leche: contenedor industrial, vaso intermedio y botella de distribución final.

Figura 12

Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre los cambios en la recolección de leche



Nota. El texto describe el proceso de ordeño mecanizado, detallando el funcionamiento del sistema de vacío, pulsadores y recolección de leche.

1. ¿Qué actividades laborales realizaban antiguamente las familias del pueblo?

Ordeño, cultivos de alimentos, carpintería, construcción

2. ¿A qué se dedicaban para sostener los hogares?

Principalmente se dedican a la agricultura, panadería, ordeño y construcción.

3. ¿Cuáles actividades se siguen realizando hoy? ¿Se sigue haciendo de la misma manera?

No, porque la construcción antes se hacía con barro ahora se hace con cemento.

4. ¿Describa como recolectaban antiguamente la leche y como se transportaba y producían?

Toda la leche se entregaba en botellas de vidrio que se reutilizaban, se hacían quesos, cuajadas, yogur, flan, helados y mozzarella.

5. ¿Como ha cambiado la forma de recolectar?

Ahora se recogen en cantinas que se las lleva un carro que luego la lleva a la fábrica, para ser procesada y sacar productos como: mantequilla, queso, yogurt, crema de leche, leche en polvo, leche condensada, cuajada, helados y queso crema.

transportar y crear productos lácteos?

6. ¿Qué cosas se hacen ahora que antes no se hacían?

Ahora las personas se entretienen con el internet y antes no había.

Figura 13

Ejemplo de respuesta de un estudiante sobre las magnitudes, volumen y precios de productos lácteos

Producto	Imagen	Características	Precio
Quindia		01 libra	\$8.500
Mantequilla		5 kilos de mantequilla	\$6.900
Arzuque		5 kilos de arzuque	\$4.000
Yogurt		2 litros de yogurt	\$10.500
Crema de leche		5 gramos de crema de leche	\$1.400
Leche condensada		5 gramos de leche condensada	\$1.200
Helado		5 gramos de helado	\$1.100
Quesos		5 kilos de queso	\$11.200

Nota. La tabla compara precios de productos lácteos entre marcas y presentaciones, mostrando variaciones significativas en costos por litro entre opciones.

Nota. Tabla de la fase de indagación que documenta el desarrollo de habilidades de recolección y representación de datos mediante análisis cualitativo y cuantitativo del sector lechero. Elaboración propia.

Aunque en esta fase no se contempló el desarrollo de alguna habilidad de pensamiento métrico, en el desarrollo de las actividades se identifica que los estudiantes inician a reconocer algunas magnitudes como masa o capacidad, así como unidades de medida correspondientes como libra, kilo, gramos, litro.

Crearon una tabla para identificar las magnitudes como peso y volumen con sus respectivos precios.

Reconocen que el queso o cuajada se vende por libras y su precio está entre \$10.000 a \$12.000 pesos dependiendo el tipo.

Fase de problematización

Se desarrolla habilidades de análisis de datos y estimación métrica mediante actividades contextualizadas del sector lechero. Los estudiantes emplean estrategias lúdicas para identificar y emparejar unidades con productos, fortalecen la agilidad cognitiva y estructuran conceptos matemáticos fundamentales. Implementan algoritmos básicos de conversión para resolver problemas contextualizados, donde identifican datos clave, aplican operaciones de multiplicación y división, y demuestran procedimientos paso a paso. En el componente métrico, reconocen magnitudes como longitud y masa en situaciones cotidianas rurales, establecen relaciones entre características físicas de objetos y sus unidades correspondientes, y resuelven ejercicios de conversión con números decimales. Los estudiantes logran vincular conceptos abstractos con aplicaciones prácticas del entorno, evidenciando comprensión de equivalencias entre diferentes sistemas de medida y capacidad para transferir conocimientos a situaciones problemáticas reales del contexto lechero.

En la tabla 8 se presenta el análisis de las habilidades de P.C y P.M evidenciadas en el trabajo de los estudiantes.

Tabla 8

Resultados fase de problematización

Fase 2: Problematización	
Pensamiento computacional	
Habilidad	Resultados
Análisis de datos	-Identifica y empareja unidades empleadas en ciertos productos lácteos y otros, mediante actividades lúdicas, promoviendo la estructuración mental de conceptos y el desarrollo de la agilidad cognitiva. Figura 14. Se consolidó los conocimientos sobre magnitudes y unidades del sistema métrico a partir del juego. Articulando el aprendizaje abstracto con el mundo real. Los estudiantes emparejaron las fichas de dominó haciendo coincidir, la figura con la unidad adecuada, uno de ellos manifiesta que se puede elegir unidades de equivalencia por ejemplo 0.5 Kg con 500 g o 1 litro con 1000 ml porque indicaban lo mismo.
	- Identifica, organiza y representa expresiones matemáticas, implementando algoritmos básicos para realizar conversiones. En la Figura 15 se muestra un ejercicio contextualizado, donde el estudiante debe identificar datos clave como la cantidad de leche, la capacidad de las botellas y el número de unidades a vender. En este proceso emplea algoritmos básicos de multiplicación y división para realizar conversiones, mostrando paso a paso los procedimientos necesarios para obtener los resultados.
Pensamiento Métrico	
Estimación de medidas en el conjunto de los distintos sistemas numéricos.	-Reconoce y aplica magnitudes como longitud y masa en situaciones cotidianas del entorno rural, relacionando las características físicas de los objetos con sus unidades de medida correspondientes. Figura 16. Describe que las arrobas se emplean para determinar el peso de objetos grandes como la pierna de una res y las libras para pedazos de carne, dando valores aproximados de su peso. -Participa en la resolución de ejercicios y problemas que implican la conversión de unidades con números decimales, ampliando su aplicación a diferentes sistemas



numéricos. Figura 17. Muestra los procesos de conversión realizados por el estudiante, para pasar de litros a galones, multiplicaron la cantidad de litros por 3.500 que equivale un galón, posteriormente dividieron el resultado en 20 que eran las vacas teniendo como resultado 52.500 litros. Para saber cuánto produce cada vaca, en este caso el estudiante invirtió el factor de conversión, lo que dio como resultado una cantidad errónea. Para responder a la segunda pregunta dividieron 300 en 20 obteniendo como respuesta 15 litros al día.

Evidencia

Transcripción

Figura 14

Participación en juegos de relación contextualizado con el entorno

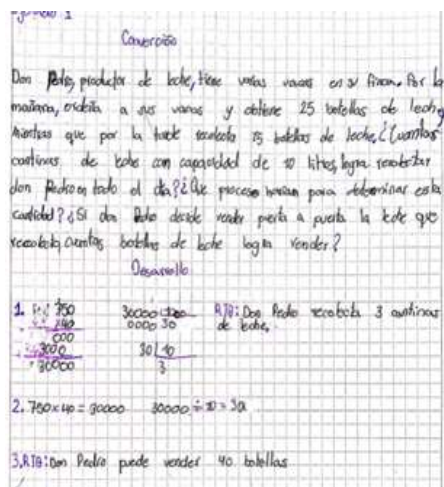


Nota. Los estudiantes participan en una actividad didáctica con fichas sobre cartón, organizando elementos visuales relacionados con procesos de producción láctea.

Se muestra secuencias en el juego al tener que relacionar las fichas con las unidades de medida y objetos del entorno cotidiano. Lo que implicaba agilidad para observar, analizar, decidir y actuar rápidamente para emparejar las fichas de forma lógica.

Figura 15

Participación en juegos de relación contextualizado con el entorno



Nota. ejercicio de desarrollo económico sobre producción lechera, incluyendo cálculos de precios y comparación de botellas vendidas.

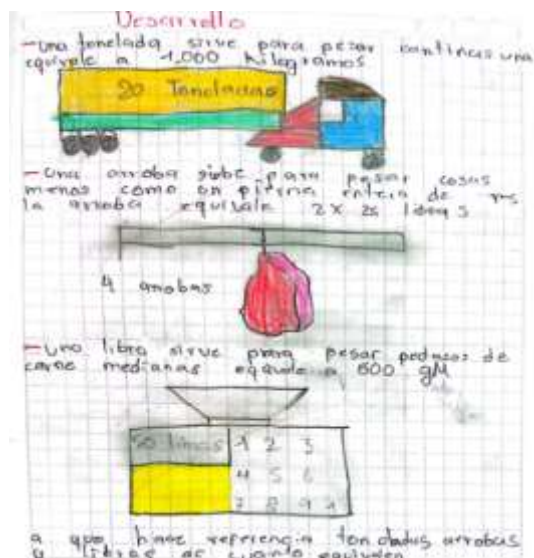
Ejercicio 1: Don Pedro productor de leche, tiene varias vacas en su finca. Por la mañana, ordeña a sus vacas y obtiene 25 botellas de leche mientras que en la tarde recolecta 15 botellas de leche. ¿Cuántas cantinas de leche con capacidad de 10 litros, logra recolectar don Pedro todo el día? ¿Qué proceso haría para determinar esta cantidad? ¿Si don Pedro decide vender puerta a puerta la leche que recolecta, cuántas botellas de leche logra vender?

Para solucionar este ejercicio se evidencio que el estudiante saco los datos, realiza las operaciones matemáticas necesarias y dio respuesta a las preguntas planteadas. Se observa en la figura que se realiza una multiplicación de 750 ml que equivale a una botella por 40 botellas que son la suma de la recolección de leche de la mañana y la tarde en un día. Obteniendo como resultado 30.000 mililitros. Posteriormente, se dividió en 1000 litros realizando conversión de ml a l. Luego dividió en 10 litros que es la capacidad de una cantina, obteniendo como resultado 3 cantinas. Resolviendo correctamente el ejercicio.



Figura 16

Desarrollo presentado por un estudiante



Nota. El ejercicio ilustra conceptos matemáticos mediante ejemplos prácticos: un camión tanque de mil litros y problemas de distribución con recipientes equivalentes.

Figura 17

Desarrollo presentado por un estudiante



Nota. El dibujo muestra un contenedor de leche con capacidad de 500 litros, acompañado de cálculos para determinar su equivalencia en mililitros.

Una tonelada sirve para pesar cantinas una equivale a 1000 kilogramos. Refiriendo que las toneladas solo las pueden llevar las tractomulas.

Una arroba sirve para pesar cosas menos como una pierna entera. La arroba equivale 2X25 libras. La Arroba es una medida más pequeña que la tonelada.

Una libra sirve para pesar pedazos de carne medianos equivale a 500 gramos.

Una botella sirve para saber cuánta leche hay en un recipiente y equivale a 100 miligramos.

Una cantina de leche sirve para transportar la leche de un lugar a otro contiene 50000 mililitros. Sin embargo, se percibió confusión en las unidades, la figura muestra que una botella son 500 litros, pero escrito el estudiante indica que son 1000 ml.



Figura 18

Resolución lograda por un estudiante



Participación en la resolución de problemas contextualizados.

La lechería la granja "la vaca feliz" cuenta con 20 vacas lecheras, las cuales producen un total de 320 litros de leche al día. Si se sabe que un galón equivale a 3500 litros. ¿Cuántos galones de leche se produce diariamente? ¿Además si cada vaca produce la misma cantidad de leche cuántos litros aporta cada día?

Respuesta: 300 galones de leche al día, 52.500 litros todas y una vaca 15 galones

Nota. El ejercicio presenta un problema de producción lechera donde una lechería procesa 300 galones diarios de 15 vacas, calculando rendimientos individuales.

Nota. Tabla de la fase de problematización que documenta el desarrollo de análisis de datos y pensamiento métrico mediante actividades lúdicas y resolución de problemas contextualizados del sector lechero.

Fase de resolución

Se integra habilidades como algoritmos y simulación del PC y P.M mediante la construcción de algoritmos funcionales. Los estudiantes aplican conocimientos previos sobre equivalencias entre unidades para desarrollar tablas de conversión precisas, construyen algoritmos estructurados con instrucciones secuenciales, condicionales, operadores y variables que permiten el funcionamiento de una calculadora digital. Implementan procesos de prueba y simulación para verificar resultados e identificar errores en el programa Scratch mediante ajustes repetitivos. En el componente métrico, demuestran comprensión de procesos de conversión en la unidad de longitud, estiman y calculan resultados esperados, y programan bloques condicionales que reconocen unidades específicas para ejecutar cálculos apropiados. Los estudiantes logran integrar operaciones matemáticas básicas con factores de conversión correctos, evidencian coherencia entre valores ingresados y resultados obtenidos, y desarrollan competencias tecnológicas mediante el uso efectivo de herramientas de programación como Scratch.

En la tabla 9 se presenta el análisis de las habilidades evidenciadas en esta fase.

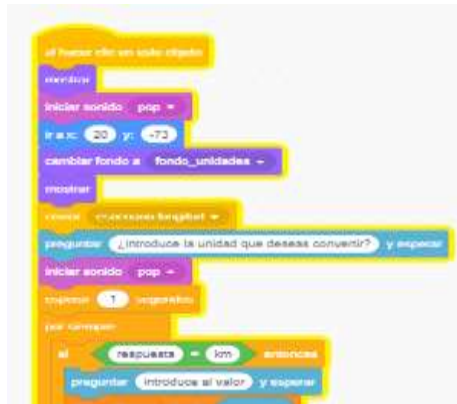
Tabla 9

Resultados fase de resolución

Fase 3: Resolución	
Pensamiento computacional	
Habilidad	Resultados
Algoritmos Simulación	- Construye algoritmos mediante instrucciones secuenciales, condicionales, operadores y variables, estructurando funcionalmente una calculadora digital. La figura 19, muestra como ejemplo, la secuencia de un algoritmo en el cual se aplica conocimientos como la relación entre unidades de longitud para que se identifique la unidad ingresada por el usuario y realice con precisión la conversión correspondiente. - Prueba y simula el funcionamiento de la calculadora con diferentes entradas, verifica resultados, identifica errores y ajusta el programa para mejorar su precisión. La Figura 20, se muestra como ejemplo el diseño de una calculadora con sus respectivas variables para demostrar los posibles resultados de las unidades de longitud en este caso del valor ingresado igual a 5 hm (hectómetros).
Pensamiento métrico	
Estimación de medidas en el conjunto de los distintos sistemas numéricos	-Comprende y aplica correctamente el proceso de conversión entre distintas unidades de medida durante la programación, estimando, calculando y anticipando resultados esperados. En la Figura 21 se dejó ver como ejemplo una serie de bloques condicionales que reconocen la unidad ingresada como “dam” o “m” y ejecutaron los cálculos necesarios para convertir el valor a las demás unidades de longitud. Además, que utilizo de forma adecuada multiplicaciones o divisiones con factores de conversión correctos.
Evidencia	Resultados

Figura 19

Programación realizada por un estudiante



Se muestra el algoritmo utilizado con bloques de código en el programa Scratch de manera que refleja el uso de condicionales para establecer acciones si el usuario escribe una respuesta igual a km mostrara en las diferentes variables convertidos según su equivalencia de lo contrario, realizara otro proceso de conversión porque el valor ingresado es diferente a la condición inicial.

Al iniciar se ejecuta con un evento: “al hacer clic en este objeto” que es el botón “Longitud”. Se ejecutan las acciones: iniciar sonido, cambiar la posición del objeto.

Cambia el fondo a uno relacionado con unidades.

Muestra el objeto y envía el mensaje "escenario longitud".

Solicita al usuario ingresar la unidad que desea convertir.

Luego se crea un bucle general: para que el programa verifique continuamente la respuesta del usuario.

Si el usuario responde por ejemplo "km", entonces entra a un bloque condicional donde se pide el valor a convertir.

Luego hace las conversiones respectivas a otras unidades,

Por ejemplo:

$hm = valor \times 10$

$dam = valor \times 100$

$m = valor \times 1000$

... hasta llegar a milímetros



Nota. Los diagramas muestran algoritmos de programación en bloques para calcular conversiones de unidades, implementando bucles y variables para procesar valores numéricos.

Ahora, si la unidad ingresada no es "km", revisa si es "hm", y realiza conversiones desde Kilómetros y salta a hectómetros y demás unidades.

Si tampoco es "hm", pasa a revisar si es "m", y hace lo mismo.

Esto sugiere que se pueden añadir más bloques "si-sino" para cubrir otras unidades.

En si la lógica del programa es

-Utiliza condicionales (si... entonces... sino) para determinar qué unidad fue ingresada.

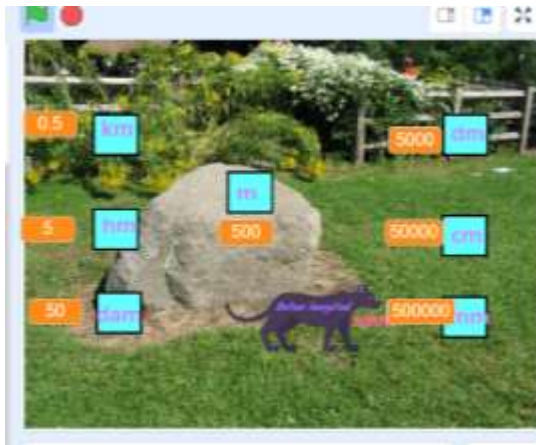
-Usa variables como respuesta para almacenar la entrada del usuario.

-Usa bloques dar a (unidad) el valor para hacer los cálculos con multiplicación según el factor de conversión.

Los resultados podrían estar siendo almacenados en variables como km, hm, dam, m, dm, cm, mm.

Figura 20

Resultado de la programación lograda



Se evidencia coherencia y precisión de los resultados arrojados al ingresar un valor de 5 hm con sus respectivas unidades equivalentes.

Nota. La interfaz digital muestra conversiones métricas automáticas, donde al ingresar 5 hectómetros el sistema calcula las equivalencias correspondientes en diferentes unidades.

Figura 21

Programación realizada por un estudiante



Utilizó un algoritmo de forma adecuada haciendo uso de multiplicaciones por 10 para convertir de metros a decámetros o divisiones como convertir de decámetros a hectómetros.

Nota. Tabla de la fase de resolución que documenta la construcción de algoritmos funcionales y desarrollo de calculadoras digitales mediante integración de pensamiento computacional y métrico. Elaboración propia.

Debido a limitaciones de tiempo dadas por la institución educativa, esta fase propuesta en la estrategia pedagógica no pudo llevarse a cabo. Pero esta situación no afecta al análisis de los resultados obtenidos ni a la validez del estudio, ya que se centra en implementar y realizar pilotajes con la calculadora de conversiones de Scratch.

Se consolida la aplicación práctica de habilidades computacionales y métricas en contextos diversos y auténticos. Los estudiantes demuestran dominio en el seguimiento de secuencias de instrucciones mediante el uso autónomo de la calculadora, seleccionan botones apropiados, ingresan datos correctamente y verifican resultados para resolver problemas de manera sistemática. Incorporar los tips de Pólya para la resolución de problemas propuestos por la docente. En el componente métrico, aplican estrategias de estimación para resolver problemas contextualizados del sector agrícola, utilizando comprensión y análisis de valores clave para anticipar resultados sin requerir medidas exactas, y comprueban sus estimaciones mediante herramientas tecnológicas. Los estudiantes logran transferir conocimientos adquiridos a situaciones problemáticas reales, evidencian coherencia entre estimaciones mentales y resultados obtenidos con la calculadora, y desarrollan autonomía en la aplicación de procesos matemáticos y computacionales.

Tabla 10

Resultados fase de transferencia

Fase 5: Transferencia	
Pensamiento computacional	
Habilidad	Resultados
Análisis de datos Algoritmos	- Interpreta y sigue una secuencia lógica de pasos para introducir y verificar datos a la calculadora, con el fin de resolver problemas de conversión de unidades, demostrando capacidad para analizar resultados obtenidos. La figura 22 y 23 refleja los resultados arrojados por la calculadora para resolver un problema planteado (convertir una unidad). -Analiza e interpreta el procedimiento como lo indica Pólya en los pasos para la resolución de problemas, 1. Entender el problema, 2. Configurar un plan, 3. Ejecutar el plan, y 4. Examinar la solución (Polya, 1945). En la figura 24, se refleja la lectura del folleto donde los estudiantes analizaron detalladamente los tips para la comprensión y resolución de problemas matemáticos, además del uso de estos en el desarrollo de resolución de problemas, en el caso particular el estudiante realizó un esquema representativo para entender la situación luego realizó las sumas de cada uno de los lados del corral a cercar, luego suma dos veces el resultado del cuadrado porque son dos vueltas y da la respuesta.
Pensamiento métrico	
Estimación y evaluación de medidas en el conjunto de los distintos sistemas numéricos.	Aplica estrategias para resolver problemas contextualizados utilizando la comprensión y análisis de los valores clave para anticipar resultados sin requerir medidas exactas y comprobar con una herramienta tecnológica. En la Figura 25, se muestra la interfaz del proyecto que simula una calculadora de conversiones de unidades en Scratch con el código con bloques que realizan con operaciones matemáticas basadas en la unidad ingresada por el usuario, almacenando los resultados en variables como km, hm, dam, m, etc. Además, se observa en el escenario los resultados obtenidos en relación con las unidades y los valores mostrados, evaluando si las conversiones corresponden con los factores esperados.
Evidencia	Resultados

Figura 22

Resolución lograda por un estudiante en el sistema



Nota. Ejercicios de conversión métrica, donde el usuario completa equivalencias entre kilómetros y otras unidades de longitud menores.

Un agricultor está organizando la siembra de papas en su terreno. Divide el campo en varios surcos rectos, todos del mismo largo. Cada surco recto mide 12.5 metros. En total, el agricultor siembra 15 surcos en una jornada. Días después, decide ampliar la plantación agregando 5 surcos más, del mismo tamaño.

Preguntas

¿Cuántos metros de terreno sembró en total después de añadir los surcos adicionales?

En esta pregunta el estudiante tuvo de multiplicar $20 \times 12,5$ m para obtener la distancia final que es igual en 250m

¿Cuántos cm de terreno sembró en total?

Para responder a esta pregunta utilizo la calculadora para convertir 250 m a cm. Obteniendo como respuesta 25000 cm.



Figura 23

Estudiantes participando y resolviendo problemas con Scratch



Figura 24

Estudiantes resolviendo problemas de manera escrita y con Scratch



Un recurso visual y practico que les permite ver detenidamente el paso a paso para la resolución de problemas matemáticos y así aplicar en su cotidianidad.

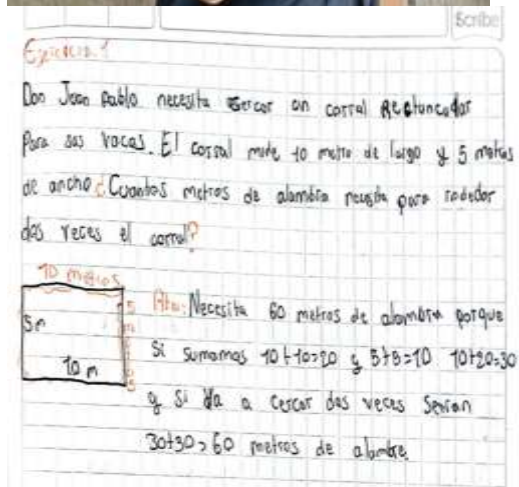


Figura 25

Estudiantes resolviendo problemas de manera escrita y con Scratch



Se observó los resultados coherentes de un valor ingresado (9 km) por la estudiante en diferentes unidades de longitud para evaluar los datos arrojados y así verificar resultados oportunos basados en la programación diseñada en Scratch demostrando autonomía en la aplicación de procesos matemáticos y computacionales.

Nota. Tabla de la fase de transferencia que documenta la aplicación autónoma de habilidades computacionales y métricas en contextos diversos mediante uso de calculadora y estrategias de resolución. Elaboración propia.

Análisis comparativo Pretest – Post- test

En este apartado se muestra el análisis del fortalecimiento de las habilidades de pensamiento métrico a través del estudio comparativo de los resultados obtenidos en las pruebas pretest y post-test. Análisis que permitirá evidenciar los logros alcanzados por los estudiantes tras la aplicación de la estrategia pedagógica, al igual que identificar las temáticas que requieren un mayor énfasis en la consolidación del aprendizaje en torno a las magnitudes y unidades de medida.

En la tabla se observan los resultados del desempeño de los 10 estudiantes de la muestra en la valoración de habilidades del sistema métrico, dividida por componentes (selección, conversión, medición y estimación y combinación de procesos) y pruebas (pretest y post- test). A continuación, se presenta un análisis, que incluye variaciones y posibles interpretaciones pedagógicas.

Tabla 11

Comparativo Prueba Pretest – Post-test

Prueba Post- Test																				
N° ESTUDIANTE	PREGUNTAS																			
	C. Selección								C. Conversión								C. Medición		C. Comparativo	
	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post	Pretest	Post
	Pregunta I	Pregunta III	Pregunta V	Pregunta VII	Pregunta II	Pregunta IV	Pregunta IX	Pregunta X	Pregunta VI	Pregunta VIII										
Estudiante 1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Estudiante 2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Estudiante 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Estudiante 4	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Estudiante 5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
Estudiante 6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
Estudiante 7	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1
Estudiante 8	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
Estudiante 9	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Estudiante 10	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	10	8	7	9	5	6	10	9	6	8	6	9	2	7	2	6	4	8	1	4

Nota. Tabla comparativa pretest-posttest que muestra los resultados de 10 estudiantes en categorías de selección, conversión, medición y estimación, combinación de procesos, evidenciando cambios en el desempeño por pregunta específica. Elaboración propia.

Componente de Selección (Preguntas I, III, V, VII)

El componente de selección se mantuvo constante en ambas mediciones, lo que indica uniformidad en el desempeño general de esta dimensión. No obstante, se observa una reducción en el rendimiento de la pregunta I, lo cual podría reflejar dificultades en la consolidación de esta su competencia específica, posiblemente asociadas a la confusión en el uso de las distintas magnitudes. En contraste, la pregunta III evidenció una mejora, destacándose un incremento de dos puntos, lo que sugiere un avance en la capacidad de reconocer correctamente la unidad específica representada en las imágenes.

Componente de Conversión (Preguntas II, IV, VIII, IX, X)

El componente de conversión evidencia una mejora significativa, con un incremento global de 7 puntos, lo que sugiere un avance sustantivo en el desarrollo de esta competencia. En particular, la pregunta IX presenta un aumento destacado de 5 puntos, lo cual indica un aprendizaje considerable en el manejo de la magnitud masa. Estos resultados permiten inferir que las estrategias didácticas empleadas para abordar los procesos de conversión resultaron efectivas. Probablemente esa mejora se relacione con la calculadora diseñada en Scratch, que requería construir y usar bloques específicos para representar los algoritmos de conversión, facilitando la comprensión práctica y conceptual del contenido.

Componente de Medición y estimación (Pregunta VI)

Se observa un incremento considerable, duplicando el desempeño previo, lo que evidencia un afianzamiento de los conceptos relacionados con la medición y un uso adecuado de la regla como instrumento. Este resultado sugiere que la estrategia pedagógica implementada logró abordar eficazmente los procedimientos prácticos y los aspectos interpretativos vinculados a la medición directa, favoreciendo una comprensión más sólida y aplicada por los estudiantes.

Componente Combinación (Pregunta VIII)

Si bien el resultado total aún se mantiene en un nivel bajo, el incremento observado de 3 puntos representa un avance significativo en el proceso de combinación entre datos evaluados. Este progreso indica una comprensión inicial, aunque aún en desarrollo, de un proceso que por su complejidad requiere mayor consolidación. La información sugiere la necesidad de continuar reforzando esta competencia mediante estrategias que otorguen más tiempo, práctica guiada y énfasis específico en la articulación de más de dos operaciones.

A pesar de los descensos en algunas áreas, el balance global es positivo (+2 puntos). El mayor logro está en el componente de conversión, lo que podría deberse a intervención de tecnología con el diseño de la calculadora de conversión de unidades mostrando la efectividad de la práctica. El componente de selección, siendo básica, no mostró la mejora esperada; esto merece una revisión de contenidos e instrumentos propuestos en la estrategia. El componente de combinación, aunque baja, mostró una tendencia positiva. La medición necesita revisión metodológica inmediata.

El análisis comparativo entre los resultados del pretest y post- test evidencia una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Las variables evaluadas, nota y calificación cualitativa ordinal (Bajo, Medio, Alto, Superior) empleadas en el sistema de evaluación de la institución, reflejan un incremento notable en la media y una menor dispersión en el post- test, lo que sugiere una mejora generalizada del grupo.

En la tabla 12 se presenta los resultados del desempeño académico de 10 estudiantes antes y después de la aplicación de una estrategia pedagógica, en la cual se comparan los promedios obtenidos en un pretest y un post-test con una calificación cualitativa (Bajo, Medio, Alto o Superior) en ambas evaluaciones.



Tabla 12

Análisis Desempeño Académico.

Desempeño Académico				
N° Estudiante	PRETEST		POST-TEST	
	NOTA	CALIFICACIÓN	NOTA	CALIFICACIÓN
Estudiante 1	5	BAJO	5	BAJO
Estudiante 2	4	BAJO	10	SUPERIOR
Estudiante 3	9	ALTO	9	ALTO
Estudiante 4	3	BAJO	7	MEDIO
Estudiante 5	7	MEDIO	10	SUPERIOR
Estudiante 6	6	MEDIO	10	SUPERIOR
Estudiante 7	5	BAJO	10	SUPERIOR
Estudiante 8	4	BAJO	10	SUPERIOR
Estudiante 9	5	BAJO	7	MEDIO
Estudiante 10	5	BAJO	8	ALTO
Promedio	5,3	BAJO	8,6	ALTO

Nota. Tabla de desempeño que compara calificaciones pretest y posttest de 10 estudiantes, mostrando mejora promedio de 5,3 y asciende a 8,6 puntos equivalente a un desempeño alto y avance en niveles de clasificación académica. Elaboración propia.

En términos generales, respecto al promedio general de los resultados en la prueba pretest y posttest hubo un avance significativo del 62,3%. En el análisis individual, todos los estudiantes igualaron o mejoraron su desempeño, destacando el Estudiante 2 con un incremento de 8 puntos, seguido por el Estudiante 8 (6 puntos) y el Estudiante 7 (5 puntos). En términos de los niveles de desempeño empleados en el sistema de evaluación de la institución, la distribución cambió drásticamente: en el pretest, 7 estudiantes se ubicaban en el nivel "Bajo", mientras que solo 1 alcanzaba un nivel "Alto". Tras la intervención, de los estudiantes que estaban en el nivel bajo 4 avanzaron a un nivel alto o superior y los otros 2 a nivel medio; los de nivel medio pasaron a superior. Solo un estudiante de nivel bajo no logró avanzar de nivel, este resultado fue inusual debido a que el desempeño durante el desarrollo de las actividades del estudiante mostraba un rendimiento alto por lo cual es importante la evaluación formativa tanto desempeño como resultado. La transformación sugiere que la intervención pedagógica fue altamente efectiva, beneficiando transversalmente tanto a estudiantes inicialmente rezagados como a aquellos con mejor rendimiento inicial. No obstante, se identifican desafíos relevantes, como la necesidad de consolidar los avances en los estudiantes que permanecen en niveles bajos para el estudiante 1 y de revisar estrategias para potenciar el progreso en quienes no mostraron variaciones significativas entre ambas pruebas como el número 3.

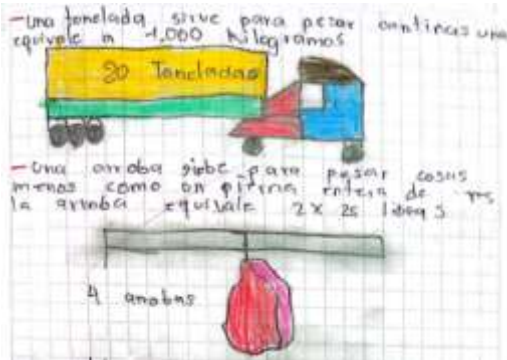
Enfoque STEM

La implementación del enfoque STEM demostró efectividad en múltiples dimensiones pedagógicas y formativas. El contexto rural del sector lechero resultó apropiado y pertinente para fortalecer habilidades de pensamiento métrico y computacional, permitiendo a los estudiantes representar conceptos abstractos mediante elementos familiares de su entorno, como tractomulas para simbolizar toneladas o comparaciones entre procesos de ordeño tradicionales y modernos. La integración disciplinaria se evidenció mediante la articulación de matemáticas, tecnología, ciencias, ciencias sociales y lenguaje, enriqueciendo las competencias estudiantiles a través de la implementación de Scratch y el abordaje de magnitudes físicas contextualizadas. El trabajo colaborativo se fortaleció durante la creación de calculadoras de magnitudes, desarrollando habilidades comunicativas, escucha activa y empatía.

En la tabla 13 se presentan las evidencias correspondientes a cada una de las dimensiones que abarcan el enfoque STEM mediante la estrategia pedagógica propuesta en esta investigación.

Tabla 13

Análisis de resultados del enfoque STEM

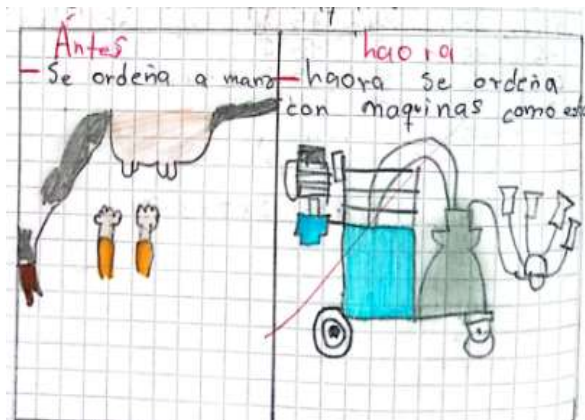
Dimensión	Aspecto	Descripción
Contexto real	¿El contexto elegido fue significativo y apropiado para fortalecer las habilidades de PM y PC?	El contexto fue significativo y pertinente ya que la estrategia pedagógica parte de la realidad rural de los estudiantes dando sentido y propósito a las competencias adquiridas del curso 602 del municipio de Cóbbita, es así como se permitió integrar el entorno, especialmente el sector lechero. Por ejemplo: en el PM los estudiantes identificaron y representaron unidades mediante dibujos significativos, como una tractomula para simbolizar la tonelada o una presa de carne para ilustrar la arroba.
	¿La estrategia promovió la resolución de problemas reales y contextualizados al entorno particular y del interés de los estudiantes? ¿Se reconoció las unidades de medida no convencionales?	Figura 26 <i>Respuesta de los estudiantes según el contexto</i>  <i>Nota.</i> Los estudiantes asociaron unidades de medida con representaciones gráficas concretas: un camión cisterna para toneladas y carne para arrobas, facilitando la comprensión conceptual.



Asimismo, los estudiantes realizaron comparaciones entre el proceso de ordeño antiguo manual y el actual mediante máquinas, mostrando la evolución tecnológica y poder reflexionar sobre el impacto de la innovación en las dinámicas productivas locales.

Figura 27

Comparaciones tecnológicas del contexto



Nota. Contraste de métodos de ordeño: el tradicional manual representado por manos y vaca, frente al sistema mecanizado con máquina ordeñadora.

Integración
disciplinaria

¿Los estudiantes lograron conectar conceptos de matemáticas, ciencias y tecnología y otras áreas del conocimiento, mientras resolvían las actividades propuestas, demostrando una comprensión integrada de las disciplinas?

Se evidencia una integración en dos áreas principalmente siendo líderes de este proceso como matemáticas y tecnología; al proporcionar las fórmulas y relaciones numéricas necesarias para de convertir unidades y en el caso informática se encarga de convertir transformar este proceso en códigos funcionales dentro de Scratch; usando bloques y operadores para hacer los cálculos y condicionales para aplicar la conversión correcta, además permitiendo una interfaz llamativa que guía al estudiante reforzando el aprendizaje visual y matemático. Igualmente, se vinculan el área de sociales al momento de investigar y describir las prácticas, la economía y la cultura desarrolladas antiguamente por sus parientes en el sector lácteo del municipio. Desde el área lengua castellana se fortaleció las habilidades blandas al interactuar y comunicar oralmente y por escritos las consultas y durante el proceso de diseño y validación del funcionamiento de la calculadora. No obstante, el área de ciencias naturales solo estuvo involucrada con la temática de los estados de la materia. Así, se destaca la importancia de integrar áreas para enriquecer y potenciar competencias en los educandos.

Estudiantes aprendiendo comprensión lectora.



Nota. se muestra la interacción, comunicación y trabajo colaborativo entre estudiantes durante el desarrollo las actividades para afianzar los conceptos de medición.

Trabajo colaborativo	¿Los estudiantes trabajaron de manera colaborativa para resolver las actividades propuestas?	La estrategia pedagógica fomento el trabajo en equipo en la creación de calculadora de magnitudes en Scratch. A través de esta actividad, los estudiantes no solo practicaron el uso de unidades de medida, sino que también desarrollaron habilidades sociales como la cooperación, la comunicación y el respeto, dando su aporte en la toma de decisiones asignándose roles cada uno de los integrantes del equipo para el diseño y estructura de la misma, enriqueciendo de esta manera la diversidad entre pares.
Uso y apropiación de recursos tecnológicos	¿Los estudiantes incorporaron herramientas tecnológicas (como aplicaciones educativas, software de diseño o dispositivos de medición) que los ayudara a explorar y resolver las situaciones de manera innovadora?	La creación de una calculadora en Scratch fue una herramienta significativa para la apropiación de conceptos y procesos matemáticos. Al diseñarla, los estudiantes no solo fortalecieron habilidades como la lógica y el razonamiento algorítmico, sino que también comprendieron de manera más práctica el funcionamiento de las operaciones básicas, la secuencia de pasos y la importancia del orden en los cálculos. Esta experiencia fue realizada con ayuda de los recursos tecnológicos que disponía la sala como equipos portátiles, video beam, tablero táctil, y acceso a internet lo que facilitó el desarrollo e implementación de las actividades propuestas, generando un entorno interactivo y dinámico, que potenció el aprendizaje de los estudiantes en su proceso formativo.



Figura 31

Estudiantes usando recursos tecnológicos.



Nota. Estudiantes desarrollando actividades de programación visual, cada uno trabajando individualmente en ejercicios de conversión métrica computarizados.

Pese a que se contaba con la sala de informática dotada de computadores, algunos de los equipos no se encontraban en buen estado para su uso, puesto que no tenían mouse y presentaban falencias en la conectividad.

Los estudiantes demostraron participación a partir de la creación de algoritmos cotidianos lograron ponerlos en práctica en la calculadora de magnitudes en Scratch, donde se evidenció motivación, al vincular estos conceptos con tareas cotidianas relacionándolos con herramientas tecnológicas, de esta forma fue más innovador para ellos. Evidenciado en los 7 estudiantes que venían presentando dificultades y se encontraban en nivel bajo, 4 de ellos lograron alcanzar un nivel alto o superior tras la implementación de la estrategia, así mismo los dos que estaban en nivel medio también mejoraron obteniendo nivel superior.

Rol del
estudiante

¿Cuál fue el nivel de
participación y
motivación de los
estudiantes?

Figura 32

Participación y motivación de los estudiantes





Nota. El docente explica en el tablero digital conceptos de programación mientras los estudiantes toman apuntes, integrando tecnología y enseñanza tradicional en el aula; mientras que los estudiantes trabajan con programación visual en computadoras, algunos individualmente y otros colaboran en grupos para resolver ejercicios de conversión métrica.

Rol del docente

¿Cuáles fueron las características de acción del docente en el desarrollo de la fase?

La docente de tecnología e informática estuvo orientando el proceso de enseñanza y aprendizaje para la construcción de la calculadora de magnitudes y de manera articulada se coordinó las actividades propuestas con la docente de matemática manteniendo una comunicación cercana para relacionar los temas de conversión de unidades y procesos necesarios para dicha integración. Igualmente se dialogó con el docente de lengua castellana para compartir los tips en la resolución de problemas.



Figura 33

Configuraciones de aprendizaje tecnológico



Nota. Los espacios educativos muestran diferentes configuraciones para el aprendizaje tecnológico: grupos pequeños trabajando colaborativamente y aulas completas con instrucción dirigida por el docente.

Metodología activa: Diseño en ingeniería.	¿La propuesta permitió llevar a cabo las fases del diseño en ingeniería (preguntar, imaginar, planear, crear y mejorar)? ¿Cuál(es) de ellas presentó mayor desafío a los estudiantes?	Para la aplicación e implementación de las fases del diseño de ingeniería se observó que en la fase de <i>preguntar</i> los estudiantes resolvieron con facilidad la recopilación de información requerida una vez que era un tema conocido. En <i>imaginar</i> , relacionaron con el concepto principal (Conversión de unidades) haciendo uso de recursos didácticos y poniendo en práctica la resolución de problemas contextualizados para mejorar su comprensión. Al <i>planear</i> y <i>crear</i> se definieron los roles y se establecieron los pasos para la construcción del diseño tecnológico. Por último, en <i>mejorar</i> los estudiantes validaron su diseño mediante la obtención de los resultados en la resolución de problemas matemáticos.
Competencias del siglo XXI	¿Las actividades contribuyeron al fortalecimiento de competencias del siglo XXI? ¿Cuáles? ¿Cómo?	En la implementación de la estrategia pedagógica los estudiantes fortalecieron las habilidades comunicativas y críticas, teniendo en cuenta la transversalidad de áreas. Actividad que fomento la resolución de problemas en la aplicación de conceptos matemáticos de manera práctica y creativa. Igualmente se incentivó el trabajo colaborativo y la comunicación asertiva, ya que los estudiantes debían coordinar en el diseño de la



calculadora. De igual modo, se promovió la destreza digital, al familiarizarse con el uso de tecnologías.

Nota. Tabla de resultados del enfoque STEM que evalúa contexto, integración disciplinaria, trabajo colaborativo, uso tecnológico, roles de estudiantes y docentes, y desarrollo de competencias del siglo XXI. Elaboración propia.

Las herramientas tecnológicas, especialmente Scratch, computadores y recursos digitales, facilitaron un entorno interactivo que potencializó el estilo de enseñanza a las características individuales del estudiante Rodríguez et al., (2020) aunque algunos equipos presentaron limitaciones técnicas. Los estudiantes mostraron alta participación y motivación, especialmente aquellos con dificultades académicas previas, al relacionar conceptos con su cotidianidad. El rol docente se centró en orientar procesos de construcción activa del conocimiento mediante metodologías de diseño en ingeniería, promoviendo curiosidad, diseño y ajustes pertinentes que fortalecieron competencias del siglo XXI, particularmente habilidades comunicativas y críticas a través de la transversalidad curricular.

Conclusiones

La implementación de la estrategia pedagógica basada en el pensamiento computacional permitió fortalecer significativamente el pensamiento métrico de los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Integrado de Combita, al integrar el contexto con las prácticas cotidianas y económicas del municipio, permitiendo el fortalecimiento de las habilidades tanto del pensamiento métrico (estimación y evaluación de medidas de los distintos sistemas numéricos) como el del computacional (recolección, representación y análisis de datos; algoritmos y simulación) aplicándolas desde su entorno, lo que facilitó la comprensión de magnitudes y unidades de medida desde una perspectiva interactiva, creativa y colaborativa.

En la revisión de los elementos característicos de una estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM y el pensamiento computacional se destacó la importancia de integrar las áreas, a partir del contexto del estudiante. El diseño de la estrategia mostró coherencia entre los elementos teóricos y prácticos, con el uso de simuladores, algoritmos y actividades lúdicas que optimizaron el proceso de conversión de unidades. Finalmente, la evaluación de la estrategia permitió reconocer los avances en la comprensión y aplicación del sistema métrico, al demostrar avances entre la prueba pretest y post-test, así como un mayor nivel de participación, motivación y apropiación de los conceptos abordados.

El diseño de la estrategia pedagógica, estructurado desde los cinco pasos del diseño de ingeniería permitió dar orden a las fases desde el diagnóstico hasta la evaluación, mostrando ser pertinente, flexible y adaptado a las necesidades de la población de estudio. La incorporación del sector lechero del municipio de Cúmbita y el uso del entorno de programación Scratch, posibilitó la creación de una calculadora de conversión de unidades como herramienta didáctica e interactiva, integrando el pensamiento computacional con el pensamiento métrico, promoviendo así un aprendizaje activo y contextualizado.

El proyecto de investigación realizó un aporte innovador al evidenciar que el contexto es un eje central en el aprendizaje de los estudiantes, ya que permitió que los contenidos fueran significativos al articularse con su realidad, despertando mayor interés y motivación en los procesos educativos. La adopción del uso del Sistema Internacional de Medidas logro tanto la comprensión conceptual en las áreas académicas, como en la preparación a los estudiantes en mediciones confiables para ponerlas en práctica en diferentes escenarios. Con la integración del enfoque STEM, se enriqueció la manera de enseñar y aprender, preparando al educando a enfrentar los desafíos del presente y del futuro con conocimientos sólidos, competencias, habilidades y una postura crítica y creativa generando impacto social.

Visión prospectiva del proyecto

Lecciones aprendidas

- La implementación de estrategias pedagógicas contextualizadas potencia el aprendizaje significativo y mejora la comprensión de conceptos abstractos, como las unidades de medidas; con el uso de herramientas tecnológicas promoviendo capacidades clave para el mundo contemporáneo.
- La colaboración entre docentes de distintas áreas le apuesta al diseño de propuestas integrales y transversales, ya que no solo mejoran su propia práctica, sino que también la cooperación y la construcción colectiva del conocimiento, motiva a los estudiantes y los prepara mejor para los desafíos actuales.

Fortalezas

- El diseño de una estrategia pedagógica basada en el diseño de ingeniería y bajo el enfoque STEM, potenció las habilidades el pensamiento computacional y métrico.

- La pertinencia del contexto basada en el sector lechero del municipio de Cóbbita contribuyó en la aplicación efectiva de la estrategia pedagógica porque los conceptos abstractos adquieren sentido cuando se aplican dentro del entorno.
- La participación y disposición de los estudiantes frente a las actividades propuestas, facilitó el desarrollo y los procesos de la investigación.
- El compromiso de las investigadoras en el acompañamiento pedagógico y metodológico durante todo el proceso.

Oportunidades de mejora

- Ampliar el tiempo destinado a cada fase de la estrategia para implementar, explorar y retroalimentar las actividades propuestas, posibilitando el acompañamiento para aquellos estudiantes que presentan dificultades en competencias digitales.
- Incorporar herramientas de seguimiento que permitan valorar de manera más integral el proceso formativo, para identificar avances, dificultades y necesidades de retroalimentación, promoviendo un proceso formativo centrado en el estudiante.

Recomendaciones

- Replicar la estrategia pedagógica con otros estudiantes, teniendo en cuenta los DBA de cada grado, para afianzar desde temprana edad las habilidades métricas y computacionales, socializando los resultados del proyecto con la comunidad educativa para incentivar la innovación pedagógica.
- Fomentar el trabajo colaborativo entre docentes de distintas áreas para continuar enriqueciendo las prácticas pedagógicas con la vinculación del enfoque STEM y la articulación de estas en las diferentes Instituciones.

Ideas para nuevos proyectos

- Diseño de proyectos investigativos basados en el contexto del estudiante que permita la comprensión y empleo de conversiones de unidades y la vinculación de tecnologías emergentes.
- Implementación de recursos tecnológicos en las Instituciones Educativas, que promuevan el pensamiento computacional y las competencias transversales en los educandos.
- Creación de espacios escolares STEM, que permitan fomentar la creatividad, argumentación, posturas críticas, el trabajo colaborativo y la implementación de recursos tecnológicos, en pro del fortalecimiento de la integración de áreas y el aprendizaje significativo.

Consideraciones éticas

El desarrollo de este proyecto investigativo se llevó a cabo en el marco legal que exige las investigaciones en procesos educativos, enfocado en el respeto por la preservación de los derechos de los participantes y la integridad académica.

Se diligenciaron los respectivos consentimientos informados de los actores involucrados en la investigación de los padres de familia y acudientes de los estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita, donde se les informó sobre el propósito, alcance, actividades y beneficios del proyecto investigativo.

Garantizando el principio de confidencialidad con base a la información cualitativa recopilada, utilizada exclusivamente con fines investigativos, salvaguardando su privacidad y bienestar. En la ejecución de la estrategia pedagógica, se promovió un ambiente seguro, inclusivo y libre de discriminación.

Finalmente, se destaca que las investigadoras fueron responsables, honestas y transparentes durante la ejecución del proyecto, citando cada una de las referencias utilizadas para evitar el plagio.

Referencias

- Amashta, K. (2018). Estrategia pedagógica y de participación docente para la construcción del plan de estudio del centro de educación infantil Pepe Grillo Alborada Bilingüe, de la ciudad de Cartagena, Colombia [Tesis Maestría, Universidad de La Sabana]. En *Universidad de La Sabana*.
<https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/34512>
- Arenas, D. G. (2021). *Desarrollo del pensamiento matemático en alumnos de primero de secundaria a través del uso de acertijos* [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional].
<http://rixplora.upn.mx/jspui/handle/RIUPN/64542>
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
<https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bascopé, M., Ibaceta, N., & Ruiz, S. (2024). *Marco STEM+ para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica | Red de Innovación para la Transformación Educativa*. Siemens.
<https://www.redinnovacioneducativa.cl/recursos/marco-stem-para-la-implementacion-de-innovacion-educativa-en-latinoamerica>
- Bravo, H. (2008). *Estrategias pedagógicas*. Universidad del Sinú.
- Camargo, C. I. (2021). *Diseño de una propuesta pedagógica para fortalecer el componente espacial-métrico en estudiantes de grado sexto* [Tesis Maestría, Fundación Universitaria Los Libertadores].
<http://hdl.handle.net/11371/3490>
- Canchala, J. R. (2021). *Fortaleciendo las Competencias Matemáticas Mediante la Integración del Pensamiento Computacional, la Metodología Steam y Scratch, en Estudiantes de Grado Séptimo de Bachillerato* [Tesis Maestría, Universidad de Santander UDES].
<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/196b36bd-5212-4a51-8b38-4cfb17bd59e4>
- Carmona, R. (2013). *Diseño e implementación de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del tema Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas, mediante la utilización de las TIC: Estudio de caso en los estudiantes de grado 6° de la Institución educativa Inem José Félix de Restrepo de Medellín* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11874/71743906.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chan, S.-W., Looi, C.-K., Ho, W. K., & Kim, M. S. (2023). Tools and Approaches for Integrating Computational Thinking and Mathematics: A Scoping Review of Current Empirical Studies.



- Corba, D. A. (2022). *OVA con enfoque STEM que potencie el aprendizaje del pensamiento computacional* [Tesis Maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD].
<http://repository.unad.edu.co/handle/10596/49448>
- Cossío, P. M. (2021). Pensamiento computacional: Habilidades asociadas y recursos didácticos. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 178-189. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3693>
- Costa, E. J. F., Campos, L. M. R. S., & Dario Serey Guerrero, D. (2017). Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190655>
- Díaz-Barriga, Á. (2010). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. Universidad Nacional Autónoma de México. [valuación/Factores%20de%20Evaluación/Práctica%20Profesional/Guía-secuencias-didacticas_Angel%20Díaz.pdf](#)
- Dincer, E. O., & Osmanoglu, A. (2018). Dealing with Metric Unit Conversion: An Examination of Prospective Science Teachers' Knowledge of and Difficulties with Conversion. *Science Education International*, 29(3), Article 3.
- Espinosa, P. A. (2024). Evaluación de programas de educación STEM en diferentes niveles educativos. *Nexus Research Journal*, 3(1), 54-64. <https://doi.org/10.62943/nrj.v3n1.2024.81>
- Fonseca, A., & Simbaña, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 90-105.
<https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
- García, A. I., García, H. A., & García, W. D. (2023). *Fortalecimiento del Pensamiento Computacional a Través del Modelo STEAM, Para la Apropriación del Pensamiento Métrico en Estudiantes de Quinto Grado* [Tesis Maestría, Universidad de Santander].
<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/bc718e39-426a-4de3-8bbb-103c9ee7090f>
- García, A., & Jimenez, L. A. (2020). *Desarrollo del Pensamiento Computacional Mediante la Enseñanza de los Conceptos Básicos de Programación en Educación Secundaria a Través de la Herramienta Scratch* [Tesis Maestría, Universidad de Santander UDES].
<https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/55e4b4a8-90bd-4ba5-a91c-db6f903ec9c0>
- García, J. M. (2020). La expansión del Pensamiento Computacional en Uruguay. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), Article 63. <https://doi.org/10.6018/red.410441>
- Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. Basic Books.



- Gil, A., & Padilla, C. V. (2023). *Mediación didáctica de las TIC para el desarrollo del pensamiento métrico – espacial* [Tesis Maestría, Universidad de la Costa CUC].
<https://hdl.handle.net/11323/12992>
- Hernández, C. G. (2024). *El trasfondo social del pensamiento métrico en la resolución de problemas con estudiantes de básica secundaria* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/86372>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). Mc Graw Hill.
- Jiménez, J. L., & Carmona, E. J. (2023). Construcción del pensamiento computacional mediante la incorporación de la educación STEM en el currículo de secundaria del departamento del Quindío (Colombia). *Región Científica*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.58763/rc202326>
- Kristensen, M. A., Larsen, D. M., Seidelin, L., & Svabo, C. (2024). The Role of Mathematics in STEM Activities: Syntheses and a Framework from a Literature Review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(2), 418-431.
<https://doi.org/10.46328/ijemst.3357>
- Latorre, H. (2013). Sistema métrico en el desarrollo del pensamiento matemático. *Revista Científica*, 1, 3-14.
- Matemovil. (2019, enero 24). *Sistema Internacional de Unidades y conversiones*.
<https://matemovil.com/sistema-internacional-de-unidades-y-conversiones/>
- Medina, M. I. (2017). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria.*, 1(3), 73-80.
<https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v1.n3.2017.28>
- Medina, M. I. (2018). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9(1 (Enero-Marzo)), 125-132.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares de matemáticas*. Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje. Formar en lenguaje: Apertura de caminos para la interlocución. *Estándares Básicos de Competencias del Lenguaje*, 1(1975), 18-45.
- Millán, R. V. (2012). Vinculación entre lo afectivo y cognitivo en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 16(3), Article 3.
- Molina, Á., Adamuz, N., & Bracho, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. *Aula abierta*, 49(1), 83-90.



- Mono, A. (2023). Pensamiento computacional para una sociedad 5.0. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 25, 111-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.1440>
- Muñoz, M. (2024). Desarrollo del Pensamiento Lógico-Matemático y su relación con las Prácticas Pedagógicas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 4556-4565. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9794
- Murillo, J. H. (2022). *Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Computacional con Apoyo de la Metodología Stem en Estudiantes con Dificultades en Problemas de Operaciones Básicas con Números Naturales en el Grado Sexto* [Tesis Maestría, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/c9fedd01-fa7d-4a6c-989c-94721d0b3920>
- Narvaéz, L. E. (2021). *Metodología de aprendizaje usando Scratch para mejorar el rendimiento académico de los alumnos de la asignatura de algoritmia* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Querétaro]. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3395>
- Nieves, S., Caraballo, C. M., & Fernández, C. L. (2019). Metodología para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático desde la demostración por inducción completa. *Mendive. Revista de Educación*, 17(3), Article 3.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- Orozco, J. C. (2016). Estrategias Didácticas y aprendizaje de las Ciencias Sociales. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 17, 65-80. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i17.2615>
- Palacio, A. E., & Chacón, J. A. (2022). Desarrollo del pensamiento lógico-matemático para la resolución de problemas mediante estrategias lúdico-pedagógicas. En *Recursos didácticos para la enseñanza de la matemática* (pp. 9-40). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9910535>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Perkins, D. (2009). *Making Learning Whole: How Seven Principles of Teaching Can Transform Education*. John Wiley & Sons.
- Piaget, J. (1979). *La formación del símbolo en el niño*. Siglo XXI.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Prieto, C. (2022). Capacidades y competencias por medio de las metodologías STEM/ABP y su vinculación con modelo de las “5E”. *Aquin@s Scriptum Scientiam*, 4, 16-23.
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*. ASALE.
- Rico, M. J., & Bosagain, X. (2018). Pensamiento computacional: Rompiendo brechas digitales y educativas. *EDMETIC*, 7(1), 26-42. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10039>

- Rodríguez, J. A., González, J. A., & Sáez, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: An experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316-327. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1612448>
- Selener, D. (1997). *Participatory action research and social change* (1. ed). Cornell Univ.
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324-324. <https://doi.org/10.5951/mathteacmidscho.18.6.0324>
- Sun, D., Zhan, Y., Wan, Z. H., Yang, Y., & Looi, C.-K. (2025). Identifying the roles of technology: A systematic review of STEM education in primary and secondary schools from 2015 to 2023. *Research in Science & Technological Education*, 43(1), 1-25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2251902>
- Toala, J. D., Loor, C. E., & Pozo, M. (2018). Estrategias pedagógicas en el desarrollo cognitivo. *Memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador: La formación y superación del docente: "desafíos para el cambio de la educación en el siglo XXI"*, 2018, ISBN 978-9942-17-033-0, págs. 691-700, 691-700. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7220658>
- Velosa, A., Salazar, J. P., & Llanos, M. (2025). Dimensiones y características para la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento métrico. *Eco matemático*, 16(1), 2.
- Wang, C., Shen, J., & Chao, J. (2022). Integrating Computational Thinking in STEM Education: A Literature Review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(8), 1949-1972. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10227-5>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J. (2014). Computational thinking benefits society. *Social Issues in Computing*. <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zamorano, T., García, Y., & Reyes, D. S. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de humanidades y ciencias sociales, Extra 41*, 8-8.



Anexos

Anexo 1. Matriz de coherencia conceptual

Pensamiento computacional Es el conjunto de destrezas que tiene un individuo para darle solución a un problema de forma ordenada, y hacerlo en diferentes contextos, relacionando los saberes con lo práctico, desarrollando la creatividad, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, razonamiento y habilidades en informática (Casta et al., 2017; Pato de Sotomayor Obledo, 2019; Lopez & Domínguez, 2022).	Pensamiento matemático Es el acercamiento conceptual de las magnitudes y sus medidas, permitiendo la interacción dinámica entre el entorno y el estudiante; así el sistema interactivo tiene sentido en ellas es el momento de reconocer la utilidad y aplicabilidad en su diario vivir.	Estrategia Pedagógica	Intervención de las áreas			
			S	T	II	M
Paso: para la construcción de la estrategia alineada con PC (Casta et al., 2017, p.4) Primer paso: Definición del contenido. Tiene como objetivo alinear el contenido con el problema o situación a abordar. Elige el contenido con el que desea trabajar de acuerdo con los documentos curriculares. Demostrar el contenido de la pregunta o situación, es decir, cuál que del día a día se podría trabajar con ese contenido.		Se elige el contenido del sector productivo ligado al ser una de las actividades económicas del municipio y es la que se puede dar sentido a las unidades de medida y sus conversiones.				Se hace revisión del FES, matriz curricular, los resultados del ICJFES de la institución, Educativa Integrada de Coello, para el grado sexto.
Segundo paso: Definición de recopilación de datos. Tiene como objetivo definir la forma en que se recopilarán los datos. Los estudiantes generan o recopilan los datos necesarios para resolver la pregunta bajo alguna guía y para un propósito particular.	Explicación, identificación y formulación de problemas matemáticos.	Paso de indagación: Los estudiantes recopilan información de tipo cualitativo con la consulta a los familiares, sobre la producción lechera del municipio; información de tipo cuantitativo consultando redes sociales y organizaciones sobre la producción lechera, qué magnitudes y unidades de medidas se emplean para la comercialización de productos lácteos. Datos muestrales sobre la producción lechera del municipio.	Identificar los factores climáticos que afectan la producción lechera. Por ejemplo, la alternancia de las tallas y la cantidad de las.	Paso de información para recoger series de datos relevantes del municipio como las prácticas de ordeño. Reconocer las herramientas tecnológicas empleadas en el campo productivo.	Conocer los procesos y su evolución en la medición de la leche y sus derivados.	Reconocer e integrar la información muestral proveniente de las bases de información que utilizarán los estudiantes.
Tercer paso: Definición de representación de datos. Emplear diversas formas de representación de datos para que el análisis se realice de la mejor manera posible y generar conclusiones en clase.	Explicación, identificación y formulación de problemas matemáticos. Conjeturas. Proposición de soluciones o patrones basados en la exploración. Posibles conclusiones: reconocer la importancia de las magnitudes y unidades de medidas en la comercialización de productos, reconocer los tipos de estadísticas que se emplean como instrumento de medición. Reconocer la importancia del municipio como un sector productivo a nivel departamental.	Paso de diagnóstico: Representar mediante una tabla los datos recopilados sobre la evolución de la economía en el sector lechero. Responder desde se presenta el proceso de recolección de la leche, su procesamiento, la generación de productos lácteos y herramientas para la recolección, almacenamiento y comercialización para que el análisis y las conclusiones sean claras.				Otrosos, siempre y represente información muestral sobre la producción lechera a partir de fuentes oficiales.
Cuarto paso: Definición de análisis de datos. Definir una técnica específica para analizar los datos recopilados, ayudando al estudiante a analizar la observación.	Conjeturas. Proposición de soluciones o patrones basados en la exploración. ¿Cuál es la importancia de la conversión de unidades en contextos de producción lechera u otros actividades económicas del municipio?	Paso de problematización: Se realizará la clasificación de los productos lácteos, según la magnitud y sistema de medida. Reconocer el sistema de medida y su conversión en términos del contexto; por ejemplo una cancha de leche equivale a 25 litros de leche; área de una vivienda puede ser en metros cuadrados o hectáreas según el tamaño.	Reconocer las propiedades de la leche y sus derivados.			Comprensión y reconocimiento de unidades de medida.
Quinto paso: Definición de problema de descomposición. Definir un problema de descomposición, que permita al estudiante comprender, en la práctica, conceptos matemáticos previamente aprendidos y que deben ser tratados en consideración al abordar el tema. Por ejemplo, aplicar el orden de las operaciones en una expresión aritmética particular.	Conjeturas. Proposición de soluciones o patrones basados en la exploración. ¿Cómo realizar conversión de unidades de manera eficiente? Demostración. Validación de conjeturas a través de razonamientos lógicos y gráficos. A partir del desarrollo de ejercicios de conversión de diversa complejidad, surge la necesidad de diseñar un proceso eficiente para la conversión de unidades para cantidades grandes.	Paso de problematización: Reconocimiento de conversión de medida (escalas), realizar cálculos manuales de conversión de unidades. Reconocimiento de la complejidad de realizar cálculos manuales de conversión de unidades para grandes cantidades.				Reconocer las conversiones de medidas (escalas), teniendo en cuenta diferentes grados de dificultad para la realización de cálculos manuales ya que, la actividad económica principal de la región es la leche.
Sexto paso: Definición de herramientas de automatización. Promover el uso de herramientas para automatizar la solución de la pregunta.	Demostración. Validación de conjeturas a través de razonamientos lógicos y gráficos.	Paso de resolución: Implica entender el uso de herramientas para automatizar, en este caso el reconocimiento del entorno Scratch, mediante el uso de algoritmos.		Uso y aplicación de magnitudes (masa)		Utilizar Scratch como herramienta de desarrollo para crear un programa interactivo y funcional que permita realizar cálculos relacionados con magnitudes.
Séptimo paso: Solicitud de paso a paso. El estudiante debe argumentar la solución de la pregunta como una secuencia de pasos. Es necesario aconsejar al estudiante que deje claro cada paso seguido para llegar a la solución, no sólo la respuesta final.	Estructuración de la aplicación. Aplicación de algoritmos para conversión de unidades.	Paso de resolución: Elaborar una secuencia de pasos para construir de una calculadora de magnitudes en Scratch.				Realización de conversiones de medidas (escalas), teniendo en cuenta diferentes grados de dificultad para la realización de cálculos manuales ya que, la actividad económica principal de la región es la leche.
Octavo paso: Solicitud de simulación. El estudiante debe realizar simulaciones con valores alternos para resolver el problema, por ejemplo, tener diferentes situaciones de datos para observar el comportamiento final de su solución.	Demostración. Validación de conjeturas a través de razonamientos lógicos y gráficos. Verificación matemática de los resultados arrojados por la calculadora.	Paso de resolución: El estudiante realiza simulaciones con valores alternativos para resolver el problema, de allí la necesidad de variar las operaciones de la calculadora, a través de la aplicación de varias expresiones.				Aplicación y uso de la calculadora en Scratch.
Noveno paso: Unión y contextualización. El estudiante debe contextualizar y usar las piezas obtenidas luego de la ejecución de los pasos anteriores y así, tener un problema estructurado para que el estudiante llegue a una posible solución.	Generalización. Examen de los resultados a situaciones más amplias o diferentes contextos. Uso de la calculadora para resolver situaciones de conversión de unidades en diversos contextos.	Paso de automatización: Socializar los resultados a sus compañeros y docentes. Dar cuenta de cómo desarrolló el proceso, los desafíos y los aprendizajes adquiridos. Paso de transferencia: Se plantea la resolución de otras situaciones desde diferentes contextos para aplicar lo aprendido.		Uso de plataformas digitales para apropiación de conceptos de magnitudes.		Español- Tipo para la resolución de problemas.



Anexo 2. Pretest y post-test



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE EDUCACIÓN	
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN STEM PARA EL DESARROLLO SOCIAL	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PENSAMIENTO STEM	
ESTRATEGIA PEDAGÓGICA APRENDE CONVIRTIENDO UNIDADES EN SCRATCH	
PRUEBA PRETEST-CONVERSIÓN DE UNIDADES	
Investigador	Luz Stella Verónica Sarmiento
Institución	Instituto Educativo Integrado de Córdoba
Grado	Septeto
Área	Matemáticas
Temáticas a evaluar	- Magnitudes y unidades de medida. - Conversión de unidades. - Selección de unidades adecuadas. - Medición y estimación. - Aplicación de unidades en problemas cotidianos.

Nombre completo del estudiante: _____

Curso: _____

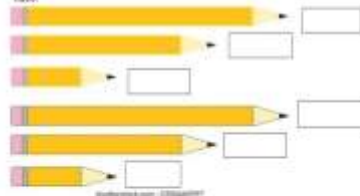
Preguntas

- La unidad de medida de longitud es una para medir:
 - La velocidad.
 - El tiempo.
 - La masa o peso de un objeto.
 - La distancia.
- Miriam va a ayudar a sus padres a cocinar lentejas. Se van a preparar 2 kg. ¿Cuántas libras van a preparar?
 - 2
 - 3
 - 4
 - 7
- Según la imagen, ¿Cuál es la magnitud más apropiada para medir su medición?
 - La velocidad.
 - El tiempo.
 - La masa o peso de un objeto.
 - La distancia.



- ¿Si un paseo en bicicleta y recorre 4,2 Kilómetros. ¿Cuántos metros ha recorrido?
 - 4.200 decímetros
 - 4.200 decímetros
 - 4.200 metros
 - Ninguna de las anteriores
- Indica la unidad que considere más apropiada para medir lo que se muestra en cada caso:



- Mide la longitud de los siguientes lápices indicando sus centímetros y / o milímetros en cada caso.
 
- El peso de un objeto se mide utilizando las unidades de medida de:
 - Masa
 - Capacidad
 - Longitud
 - Área
- Lucía utiliza 60 cm de cinta para hacer un moño. ¿Cuántos moños puede hacer con 10 m de cinta?

- Un elefante pesa 3558 kilogramos. ¿Cuántos gramos pesa el elefante?

- Rocío debe darle a su hijo 2g de una vitamina, si el medidor está graduado en mg. ¿Cuántos mg de vitamina debe darle?

Referencias

Gribakina, O (S.f) Conjunto de ilustración de lápices de diferentes tamaños. Recuperado de <https://acortar.link/1c1HUUm>
 J y Vera J, C. (s/f). Sistema Métrico Decimal. Recuperado de <https://www.webcolegios.com/file/923f4b.pdf>

Anexo 3. Validación de expertos

Para determinar la validez interna de la estrategia pedagógica mediante el Alfa De Cronbach se empleó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

Donde:

N es el número de ítems

σ_i^2 es la varianza de cada ítem

σ_T^2 es la varianza de las puntuaciones totales.

Con este coeficiente estadístico pretende medir el grado en que la estrategia pedagógica en términos de coherencia, pertinencia y viabilidad está bien estructurada al integrar elementos del enfoque STEM y permite desarrollar el pensamiento métrico, brindando evidencia de una solidez interna.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada ítem y categorías.

Coherencia		
Se refiere al grado en que los componentes de la estrategia pedagógica (objetivos, contenidos, actividades, recursos y evaluación) se relacionan lógicamente y consistente con el enfoque STEM y la estructura de pensamiento que se desea fortalecer, para garantizar que cada elemento contribuya al logro de los propósitos educativos planteados.		
Categoría	Dimensiones de la categoría	Alfa de Cronbach
Enfoque STEM	La estrategia diseñada corresponde con las necesidades contextuales y educativas de la población objetivo.	0,974
	Hay una integración disciplinaria clara y rigurosa de al menos dos áreas dentro de la estrategia.	0,974
	La estrategia involucra un nivel importante del núcleo STEM, es decir contenido y experiencias de ciencias, tecnología y matemáticas.	0,974
	La estrategia pedagógica fomenta habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad, la experimentación, la modelación, la observación y se es claro cómo se desarrollan.	0,974
	Se ha incluido metodologías activas que promueven interacciones significativas entre los estudiantes que fomenten un aprendizaje individual y colaborativo.	0,974
	Los recursos tecnológicos empleados son adecuados y accesibles para el desarrollo de la actividad.	0,978
	La evaluación incluye mecanismos para que los estudiantes reflexionen sobre los resultados de aprendizaje alcanzados y cómo llegaron a ellos.	0,975
	Las actividades de evaluación permiten medir el nivel de comprensión de los conceptos STEM abordados.	0,975



Pensamiento métrico.	Los ítems de la prueba pretest y postest permiten evaluar el nivel de habilidades de pensamiento lógico matemático y métrico en los estudiantes.	0,986
	Las actividades propuestas están alineadas con los estándares educativos de las áreas involucradas.	0,975
	Las actividades son coherentes con las habilidades de pensamiento que se desea desarrollar.	0,978
	Las actividades garantizan una progresión adecuada en el desarrollo de las habilidades de pensamiento métrico, pasando de tareas simples a complejas.	0,978
Pertinencia		
Se refiere a la relevancia de la estrategia pedagógica frente a las necesidades del contexto educativo donde se llevará a cabo, el nivel educativo, los planteamientos institucionales y los principios del enfoque STEM.		
Enfoque STEM	La estrategia diseñada corresponde con las necesidades contextuales y educativas de la población objetivo.	0,853
	La estrategia promueve la resolución de problemas reales y contextualizados al entorno particular y del interés de los estudiantes. Es decir, se parte de situaciones del mundo real.	0,978
	Las actividades le permiten al estudiante reconocer la importancia de las habilidades de pensamiento métrico en diversos contextos reales o de otras disciplinas.	0,978
	La estrategia promueve reflexión sobre la ética y el comportamiento ciudadano del estudiante a través de las actividades propuestas.	0,853
Pensamiento métrico	Los ítems de la prueba pretest y post-test son suficientes y relevantes para evaluar el nivel de habilidades de pensamiento métrico en los estudiantes.	0,963
	La estrategia pedagógica permite a los estudiantes desarrollar habilidades cognitivas más allá de la memorización y ejecución de procedimientos.	0,833
	La estrategia fomenta el desarrollo de habilidades de resolución de problemas en contextos matemáticos relacionados con situaciones de su contexto cercano.	0,833
Viabilidad		
Evalúa la factibilidad de implementar la estrategia pedagógica en el contexto educativo definido, considerando los recursos disponibles, el tiempo y la capacidad de los actores involucrados (estudiantes, docentes, instituciones), sin que se vean comprometidos los resultados esperados debido a limitaciones de tiempo, dinero, infraestructura o capacitación.		
La estrategia permite la flexibilidad para adaptarse a los diferentes niveles de conocimiento y habilidades de los estudiantes.		0,96
Los estudiantes tienen acceso a los recursos necesarios para consultar información y desarrollar actividades propias de áreas que se integran en la estrategia.		0,96
La estrategia es factible en términos de tiempos y espacio.		0,96
La estrategia es viable para desarrollar habilidades de pensamiento métrico en todos los estudiantes sin depender de conocimientos previos demasiado complejos.		1



Los docentes que orientarán la aplicación de la estrategia cuentan con la información adecuada y el apoyo necesario para guiar las actividades.

0,960

Como resultados globales se obtiene:

Coherencia (ítems 1 a 9): $\alpha = 0.978$. Estos resultados fueron altos evidenciando una alta consistencia entre los componentes de la estrategia. Respecto al enfoque STEM se muestra que hay una excelente articulación entre las necesidades del contexto educativo, las características del territorio, la integración de áreas del conocimiento, el uso de metodologías activas y el uso de recursos tecnológicos. Respecto al pensamiento métrico, se evidencia que las actividades propuestas y los instrumentos de evaluación están alineados con las habilidades de dicho pensamiento que se pretenden desarrollar en los estudiantes.

Aunque se obtuvo un buen puntaje, los expertos plantearon la necesidad de ajustes y presionar más a cómo se integran las áreas en cada actividad propuesta y promover procesos de reflexión y alinear a un solo referente curricular las competencias y resultados de aprendizaje. Estos ajustes que se realizaron en la versión presentada.

- Pertinencia (ítems 10 a 19): $\alpha = 0.903$. Los resultados indican una adecuada alineación de la estrategia con problemas reales del contexto territorial en el que se encuentra ubicada la institución educativa y la importancia de las habilidades de pensamiento métrico para comprender situaciones y problemas reales. Sin embargo, los ítems de menor valoración (0,833) indicaron la necesidad de fortalecer y precisar las actividades de manera que los estudiantes den cuenta de cómo resuelven problemas matemáticos relacionados con las prácticas económicas de su territorio. Estos ajustes se realizaron en la versión presentada.

- Viabilidad (ítems 20 a 24): $\alpha = 0.972$. Estos resultados indican que la estrategia es susceptible de ser adaptada a distintos contextos y niveles de conocimiento sin depender de saberes previos; accesible en términos de los recursos, tiempos y espacios propuestos.

Anexo 4. Diarios de campo



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Facultad de Educación, Bogotá D.C, Maestría en Educación STEM Para el Desarrollo Social

Título del proyecto de investigación

Diseño de una estrategia pedagógica para el fortalecimiento del pensamiento métrico, basado en el pensamiento computacional, al construir una calculadora de conversión de magnitudes, con los estudiantes del curso 602 de la Institución Educativa Integrado de Cóbbita.

Institución educativa

Institución Educativa Integrado de Cóbbita

Nombre del observador

Leidi Stefany Sarmiento Samacá

Claudia Milena Álvarez Rincón

Leidy Mary Luz Villamil Pasito

Investigadora X Docente

Investigadora no participante X Docente

Investigadora no participante X Docente

Yudi Cristina Cogaria Pérez (Docente área de tecnología)

Investigador Docente X

Fase de indagación

Número de sesiones: 3 sesiones (1 de informática y 2 de matemáticas)

Número de participantes: Estudiantes: 31
Docentes: 2

Criterios:

Pensamiento métrico: Identificación y reconocimiento de las unidades de medida empleadas en un contexto real. (sector lechero)

Pensamiento Computacional: Recolección y representación de datos en el sector lechero.

Enfoque STEM: Indagación de una actividad económica del municipio; integración de las áreas de lenguaje, matemáticas y tecnología.

Actividad 1: Reconocer prácticas ancestrales del municipio.

Pregunta orientadora por actividad

Habilidades P.C

Habilidades P.M

Registro del Observador (Triangulación)

¿Qué actividades laborales realizaban antiguamente las familias del pueblo? ¿A qué se dedicaban para sostener los hogares?

¿Cuáles actividades se siguen realizando hoy? ¿Se siguen haciendo de la misma manera?

¿Pueden describir cómo se recolectaba antiguamente la leche y si saben cómo la transportaban, qué se hacía con ella y qué alimentos se producen con ella?

-Recolección de datos:
Los estudiantes recolectaron información a través de diálogos con sus familiares (Papás, abuelos y hermanos), lo cual les permitió conocer un poco más sobre el sector lechero.

-Análisis de datos:
La socialización de la información recolectada ver las diferencias que existen entre las prácticas del pasado y del presente, observando los cambios tanto tecnológicos y culturales de su entorno.

-Representación de datos:

No se evidenció el desarrollo de una habilidad específica del pensamiento, pero se reconoció instrumentos de medición sobre el sector lechero. (Derivados)
Además, se generó un acercamiento de las practicas antiguas con las actuales.

".

Pensamiento Métrico:
Los estudiantes reconocieron los instrumentos de medición no convencionales, a partir de los saberes de su cultura y aspectos económicos

Pensamiento computacional: Los estudiantes lograron recolectar y representar información sobre el sector lechero, utilizando la información brindada por sus familiares y del entorno. A través de la socialización y análisis de datos, identificaron diferencias entre las prácticas ancestrales con las actuales.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

¿Cómo ha cambiado la forma de recolectar, transportar y crear productos lácteos? ¿qué cosas se hacen ahora que antes no se hacía?	Los estudiantes emplearon dibujos y narraciones, logrando comunicar de manera visual y verbal los saberes adquiridos.		Enfoque STEM: La integración de áreas como matemáticas, tecnología, lenguaje y ciencias sociales permitió conocer y comprender la evolución del sector lechero en su comunidad. No solo la evolución de los procesos productivos, sino también la transformación de los instrumentos de medición y transporte.
---	---	--	--

Actividad 2: Revisar páginas web y verificar porque se reconoce la producción láctea

¿Los estudiantes incorporan herramientas tecnológicas que los ayudaron a explorar y resolver las preguntas propuestas?	Recolección y análisis de datos: Los estudiantes recopilaron información a partir de páginas web brindadas por las investigadoras.	Evaluación de la coherencia de las respuestas encontradas en situaciones métricas con apoyo en la estimación, la predicción, la confrontación de información y el análisis simultáneo de variaciones: Los estudiantes utilizaron como medio de información una plataforma digital sobre el proceso de producción lechera, identificando datos relacionados con magnitudes (como litros, libras, gramos) y comparando procesos antiguos y actuales referente a los tipos de ordeño (Manual y mecánico). Además, encontraron cifras relacionadas con la producción láctea. También realizaron estimaciones sobre cantidades y formatos de comercialización (por ejemplo, litros de yogurt o libras de queso). Cabe mencionar que se evidenció que la investigadora participante identificó el desarrollo de dos habilidades. La primera, relacionada	Pensamiento computacional: La actividad fortaleció las habilidades de recolección y análisis de datos digitales mediante el uso guiado de fuentes web, permitiendo a los estudiantes conocer y profundizar información sobre el contexto (Sector lechero) Pensamiento Métrico Los estudiantes identificaron magnitudes como peso, volumen y precio, y las asociaron a las unidades de medida pertinentes de cada magnitud. Enfoque STEM La interdisciplinariedad permitió relacionar aspectos científicos como los estados físicos de los productos y la transformación de la leche, lo cual se articula con las ciencias naturales.
--	---	--	--



		con la evaluación de la coherencia en situaciones métricas, coincide con lo reportado por las investigadoras no participantes. Sin embargo, la segunda, titulada uso de elementos de trazo y medida, no fue reconocida por las investigadoras no participantes, lo que refleja una diferencia en la interpretación	
Actividad 3: Clasificación de la información consultada en la actividad 1 y 2			
¿Cuántos litros de leche se producían antes en el municipio y cuantos se producen ahora? ¿Cuántas vacas tenían antes las familias en el municipio y cuantas tienen ahora?	Recolección y representación de datos: Los estudiantes organizaron y consolidaron los datos mediante una tabla que incluían características de productos derivados de la leche.	Analizar situaciones reales que involucran estas magnitudes: Cada estudiante organizó la información recolectada sobre la producción lechera en una tabla, con características propias del tema, analizando situaciones propias de su contexto.	Pensamiento computacional: La actividad permitió afianzar la organización y clasificación de información obtenida previamente, aplicando habilidades de recolección y representación de datos. Pensamiento métrico: Se fortaleció mediante la identificación y análisis de magnitudes tales como peso, volumen, precio, asociadas a productos derivados de la leche. La representación en tablas permitió reconocer unidades concretas en su cotidianidad. Enfoque STEM Permitió que los estudiantes construyeran conocimientos contextualizado y comprendieron cómo la interdisciplinariedad de áreas le da sentido al mundo que los rodea.
Conclusiones y recomendaciones para ajustes de la fase: La fase de indagación evidenció la articulación con el enfoque STEM como estrategia pedagógica para aportar en saberes disciplinares dentro del contexto de los estudiantes. En las tres actividades destacadas en el reconocimiento de prácticas ancestrales, el diálogo con los padres de familia, la búsqueda de información en las páginas web y la clasificación de datos, potenciaron habilidades del pensamiento métrico y computacional significativamente para su proceso formativo.			



Esta fase marcó el inicio de continuar con la implementación de la estrategia pedagógica desde una mirada crítica y contextual, alineada con los principios del enfoque STEM generando interdisciplinariedad de áreas a partir del reconocimiento del contexto local y de la vinculación con saberes ancestrales sobre el sector lechero.

Cabe mencionar que, se recomienda implementar actividades inclusivas ante la presencia de un estudiante con discapacidad visual, lo cual evidenció la necesidad de realizar ajustes pedagógicos para garantizar un aprendizaje equitativo y contextualizado.

Dificultades encontradas. ¿Qué obstáculos presentaron los estudiantes en el desarrollo de las actividades?

Durante la implementación de la fase de indagación se identificaron las siguientes dificultades: la intermitencia del servicio de internet y las limitaciones en el manejo de herramientas digitales, lo que dificultó la búsqueda autónoma de información en línea. Igualmente, varios estudiantes evidenciaron vacíos conceptuales en torno al pensamiento métrico, especialmente al asociar magnitudes físicas con sus unidades de medida y al clasificar productos derivados de la leche, generando confusión respecto a los estados físicos de ciertos alimentos. También Se presentó poca responsabilidad en el cumplimiento de la tarea que requería consulta en casa y dificultades en el uso adecuado la regla para elaborar la tabla solicitada. A esto se sumaron problemas de disciplina y atención que afectaron el desarrollo de las actividades colaborativas

¿Qué cambios o ajustes propone para mejorar la propuesta de esta fase?

Se propuso la implementación de actividades más visuales, prácticas y manipulativas que aporten en la comprensión de conceptos relacionados con magnitudes, unidades de medida y clasificación de productos, utilizando objetos reales del contexto. Asimismo, es necesario fortalecer el trabajo interdisciplinario, integrando áreas como ciencias naturales para enfatizar en temas como los estados físicos de la materia y los procesos de transformación de productos lácteos. Frente a las limitaciones tecnológicas, se recomendó el diseño e implementación de material didáctico que no se requiere de internet, y aplicaciones que se instalen directamente en el sistema operativo.

Se recomendó, brindar apoyo adicional en el desarrollo de habilidades digitales básicas para mejorar la autonomía de los estudiantes en el uso del computador. Finalmente, se sugirió adaptar las actividades para garantizar la inclusión al estudiante con necesidad educativa específica, garantizando su participación mediante materiales accesibles y el acompañamiento docente.

Observaciones adicionales: Se destacó la importancia del contexto rural como fuente de conocimiento y como oportunidad pedagógica para fortalecer habilidades del pensamiento computacional y métrico desde un enfoque STEM. Asimismo, se identificó un buen nivel cognitivo en el grupo, lo cual sugiere la necesidad de diseñar actividades retadoras, inclusivas y contextualizadas.

Anexo 5. Estrategia pedagógica

La estrategia pedagógica se diseñó para implementar durante 8 semanas, con una intensidad horaria de 2 horas semanales destinadas al área de Matemáticas y 2 horas a Tecnología e Informática. Fomentando un aprendizaje significativo al vincular conceptos matemáticos con herramientas tecnológicas, permitiendo a los estudiantes comprender y aplicar el conocimiento en contextos reales. A través de la resolución de problemas prácticos y el trabajo interdisciplinario, se

fortalecerán sus habilidades en la conversión de unidades de medida, y el desarrollo de competencias digitales, lógicas y creativas al diseñar una calculadora en Scratch la cual puede ser empleada en su cotidianidad.

IDENTIFICACIÓN ESTRATEGIA

Título de la estrategia:

APRENDE CONVIRTIENDO UNIDADES EN SCRATCH®

Propósito de la estrategia

Promover el desarrollo del pensamiento métrico en estudiantes de grado sexto mediante la integración del pensamiento computacional y el diseño de una calculadora de conversiones de medidas que favorezcan un aprendizaje significativo, la resolución de problemas y la aplicación del conocimiento en contextos reales.

Marco de competencias asociadas (de acuerdo con los planes de estudio institucionales)

El objetivo de la estrategia es promover el desarrollo del pensamiento métrico en los estudiantes de grado sexto integrando el pensamiento computacional y el diseño de una calculadora de conversión de unidades, se implementarán competencias específicas, adaptadas de los documentos curriculares nacionales y del plan de estudios de la Institución Educativa Integrado de Cómbita.

Aunque se plantean las competencias asociadas a las áreas que aportan, esta estrategia se enfocará en la competencia de matemáticas.

Competencia en matemáticas

C1 Reconoce y utiliza unidades de medida en situaciones reales describiendo y realizando conversiones de unidades, aplicando procedimientos adecuados de acuerdo con el contexto.

C2 Desarrollar habilidad para comunicarse matemáticamente: expresar ideas, interpretar y evaluar, representar, usar consistentemente los diferentes tipos de lenguaje, describir relaciones y modelar situaciones cotidianas.

Competencias en ciencias naturales

Analiza los efectos de la temperatura y la presión de las propiedades fisicoquímicas de los materiales para comprender los procesos de transformación y conservación, a partir de la observación de situaciones de su entorno.

Competencias en tecnología e informática

C1. Desarrolla objetos y sistemas innovadores que resuelvan problemas y amplíen capacidades en función de las necesidades y deseos individuales o colectivos.

C2. Utiliza tecnologías de la información y la comunicación disponibles en el entorno para el desarrollo de diversas actividades de comunicación, aprendizaje, búsqueda y validación de información e investigación.

Competencias en ciencias sociales

Reconoce que tanto los individuos como las organizaciones sociales y económicas se transforman con el tiempo, construyen un legado y dejan huellas que permanecen en las sociedades actuales (MEN, 2006, p.124).

Competencias en lenguaje

Produzco textos escritos que responden a necesidades específicas de comunicación, a procedimientos sistemáticos de elaboración y establezco nexos intertextuales y extratextuales (MEN, 2006, p.36).

Competencia STEM+

Participa en proyectos grupales para diseñar soluciones innovadoras.

Marco de aprendizajes asociados (de acuerdo con los planes de estudio institucionales)

Los aprendizajes esperados desde cada una de las áreas involucradas en la estrategia se formulan teniendo en cuenta los Derechos Básicos de Aprendizaje y las competencias establecidas para cada área.

Ciencias naturales

- Explica cómo la temperatura y la presión afectan las propiedades fisicoquímicas en la producción y conservación de productos lácteos.
- Reconoce la importancia de las técnicas de separación de mezclas en el procesamiento de la leche y sus derivados.

Matemáticas

- Expresa una misma medida en diferentes unidades, establece equivalencias entre ellas y toma decisiones de la unidad más conveniente según las necesidades de la situación (MEN, p.33)
- Obtiene, interpreta y representa información numérica sobre la producción láctea a partir de fuentes oficiales.
- Resuelve problemas contextualizados que involucren operaciones con magnitudes y unidades de medida.

Tecnología e Informática

- **C1.** Desarrolla una solución tecnológica para facilitar la ejecución de cálculo de conversiones de unidades de medida.
- **C2.** Usa las TIC para recolectar y organizar información, comunicar ideas sobre el sector productivo lácteo de la región.
- **C2.** Comparar diversas tecnologías y describir cómo han contribuido al progreso humano.

Ciencias Sociales

- Investiga y describe la historia de las prácticas desarrolladas en el sector lácteo en el municipio y su impacto en la economía y la cultura de la comunidad.

Lenguaje

- Expone oralmente y por diversos medios escritos los resultados de investigación, estableciendo conexiones entre información proveniente de diversas fuentes de información.

Estructura(s) de pensamiento

El pensamiento computacional

El pensamiento computacional (PC) es una habilidad para resolver problemas de forma ordenada efectiva y eficiente, empleando estrategias y herramientas propias de la ciencia de la computación. Este pensamiento involucra un conjunto de habilidades básicas como matemáticas, de pensamiento crítico, informáticas y de trabajo colaborativo. (Barr & Stephenson, 2011; Rico & Bosagain, 2018)

Habilidades

Barr y Stephenson (2011), propusieron habilidades como núcleo del PC: recolección de datos, análisis de datos, representación de datos, descomposición, abstracción, algoritmos, automatización, paralelización y simulación. Para la siguiente estrategia se hará énfasis en recolección de datos, análisis de datos, representación de datos, algoritmos y simulación.

Pensamiento Métrico. Hace referencia a la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones (MEN, 1998).

Habilidades

Según Latorre (2013, p 10) menciona las siguientes habilidades relacionadas con el Sistema Métrico Decimal:

- Estimación de medidas en el conjunto de los distintos sistemas numéricos.
- Evaluación de la coherencia de las respuestas encontradas en situaciones métricas con apoyo en la estimación, la predicción, la confrontación de información y el análisis simultáneo de variaciones.
- Uso de elementos de trazo y medida, así como la construcción de escalas de medición para diversas magnitudes y de instrumentos adecuados para medición.

Caracterización Psicopedagógica de la población objeto de la estrategia.

Caracterización contexto educativo

El municipio de Cóbbita está en el departamento de Boyacá. El casco urbano está a 8.5 km de Tunja (capital boyacense). Es un territorio enclavado entre valles y montañas. su gente es amable y trabajadora, orgullosa de sus ancestros indígenas y de sus convicciones religiosas. Viven, principalmente, de la agricultura y la ganadería.

La Institución Educativa Integrado de Cóbbita pertenece al sector público del centro del municipio. Cuenta con una jornada única, calendario A, una institución mixta con aproximadamente 1000 estudiantes en los niveles desde preescolar hasta media académica.

Su misión es formar personas responsables, tolerantes y solidarias, capaces de enfrentar y resolver diferentes situaciones de la vida, como ciudadanos comprometidos con la comunidad y el medio ambiente. El egresado podrá orientar sus aprendizajes mediante el uso de tecnologías para desarrollar competencias que lo encaminen a realizarse profesional y laboralmente. Estará estructurado para la toma de decisiones tendientes a solucionar los problemas que le plantee la vida en cualquiera de los ámbitos, posicionándose como líder de la comunidad.

Marco Orientador STEM+

Estructura de pensamiento	Pregunta orientadora general	Pregunta orientadora del área o asignatura que lo representa
Pensamiento computacional	¿Cómo puede el desarrollo del pensamiento computacional y la integración del enfoque STEM potenciar la resolución de problemas a través del análisis, la creación de algoritmos y la utilización de herramientas tecnológicas, aplicándolos en diferentes contextos y en situaciones de la vida diaria?	Matemáticas: ¿Cómo descomponer un problema matemático complejo en partes más pequeñas y manejables? ¿Cómo usar las matemáticas para optimizar un proceso o solución en una computadora? ¿De qué manera el uso de algoritmos simples (como pasos secuenciales) ayuda a organizar datos sobre la evolución del sector lechero? Tecnología: ¿Cómo diseñar una herramienta tecnológica que mejore la eficacia para el proceso de conversión de unidades?
Pensamiento métrico	¿Cuáles son las magnitudes y unidades de medida que se usan en las prácticas de recolección de la leche y en la producción y comercialización de los productos lácteos?	Matemáticas: ¿Cuáles son las magnitudes y unidades de medida que se usan en las prácticas de recolección de la leche y en la producción y comercialización de los productos lácteos? ¿Cómo podemos resolver problemas que involucran conversiones de unidades? Tecnología: ¿Cómo se puede programar Scratch para emplear diferentes unidades de medida? Lenguaje: ¿Qué tipo de vocabulario específico utilizamos cuando hablamos de medidas en diferentes contextos? ¿Cómo las fuentes de información electrónica permiten investigar y aprender más sobre sistemas de medición de nuestra cultura?

Metodología activa de aprendizaje transversal



La metodología que se empleará es el proceso de diseño de ingeniería permitiendo dar un orden en cada una de las fases. Este modelo está conformado por cinco pasos (Botero, 2023):

1. **Hacer preguntas:** En esta etapa se fomenta la curiosidad y la investigación. Los estudiantes deben formular y responder preguntas sobre el sector lechero del municipio, para que tenga nociones que les permita familiarizarse con el sistema de unidades en su contexto.
2. **Imaginar:** En esta etapa se hará el reconocimiento de magnitudes, unidades de medida e instrumentos a partir de la información recopilada. Los estudiantes deberán identificar: Las magnitudes físicas relevantes, los instrumentos necesarios para estas mediciones; además, podrán imaginar posibles soluciones o mejoras en los procesos de medición y control de calidad en el sector lechero, fomentando la creatividad y la aplicación del conocimiento científico.
3. **Planear:** En esta fase, los estudiantes diseñarán un plan para implementar soluciones basadas en la información y el análisis realizados, teniendo en cuenta herramientas o instrumentos más precisos y adecuados para realizar los procesos de las respectivas mediciones, el desarrollo de problemas con magnitudes físicas y la planificación de actividades experimentales o prototipos para mejorar la eficiencia en los cálculos y procesos en la conversión de unidades. Es así como, los estudiantes podrán organizar sus ideas y definir los pasos a seguir y sus posibles soluciones.
4. **Crear:** Aquí los estudiantes llevarán a cabo el plan diseñado en la etapa anterior. Esto puede incluir: La construcción e implementación de nuevas técnicas para mejorar la precisión, agilidad y eficiencia en los cálculos y resultados en la conversión de unidades y la realización de experimentos o pruebas para evaluar la efectividad de las soluciones propuestas. Esta fase fomenta el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades técnicas, al tiempo que se promueve la innovación y la aplicación del conocimiento adquirido.
5. **Mejorar:** Después de crear y probar las soluciones, los estudiantes evaluarán los resultados obtenidos y buscarán formas de perfeccionar su trabajo. Esto implica: Analizar qué aspectos funcionaron bien y cuáles necesitan ajustes, recoger retroalimentación de otros compañeros y profesores modificando y optimizando las soluciones, ya sea ajustando el diseño de la calculadora mejorando los procedimientos aplicados.