



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Enseñanza de la cinemática desde el enfoque STEM mediante el uso de la MicroBit del Programa Nodos de Pensamiento Computacional en el grado décimo Colegio de Boyacá

El proyecto contribuye al fortalecimiento de las competencias científicas, tecnológicas y del pensamiento computacional en la comunidad estudiantil a través de la implementación de metodologías basadas en aprendizaje por descubrimiento y significativo integradas con el enfoque STEM, articulando la física, el pensamiento computacional y el modelado algorítmico para la resolución de problemas de contexto.

Pamela Andrea Rojas Mendoza

Paula Yulani Paredes García

Director trabajo de grado

Jorge Enrique Ramírez Martínez

Coautora

Ana Milena Riaño Salgado

Universidad Santo Tomás

Facultad Ciencias de la Educación

Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social

Bogotá, D.C. 2026

¹ pamela.mendozaroj@usantotomas.edu.co
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001759599 <https://orcid.org/0000-0003-0925-8836>

² paula.garciapar@usantotomas.edu.co <https://orcid.org/0009-0004-6081-6105> https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&user=JPSQ7f8AAAAJ https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002270992

³ kikeupn@gmail.com <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=AJenaYYAAAAJ>



https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=000674494

Resumen

La enseñanza de la cinemática en la educación media representa un desafío pedagógico debido a la persistencia de metodologías tradicionales centradas en la memorización de fórmulas, la escasa experimentación y la limitada relación entre los conceptos físicos y situaciones del contexto real. Esta problemática se evidenció en estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá, en la ciudad de Tunja, donde se identificaron dificultades para comprender y diferenciar variables como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.

El objetivo general de esta investigación fue fomentar el aprendizaje de los conceptos de cinemática mediante actividades de modelación, simulación y experimentación con el uso de la Micro:bit y la plataforma MakeCode, integradas al enfoque STEM y al aprendizaje por descubrimiento como estrategias didácticas.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló durante el primer semestre de 2026 bajo un enfoque mixto, con diseño preexperimental de pretest y posttest aplicado a un grupo de estudiantes de grado décimo. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes seleccionados por conveniencia. Para la recolección de información se utilizaron cuestionarios de entrada y salida, listas de cotejo, rúbricas de desempeño y bitácora de observación. La intervención pedagógica se estructuró en tres sesiones orientadas al análisis de distancia y desplazamiento, rapidez y velocidad, y aceleración, mediante simuladores digitales, programación en MakeCode y experimentación con Micro:bit.

Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la comprensión conceptual y procedimental de la cinemática. La media de desempeño pasó de 10 puntos en el pretest a 14,46 puntos en el posttest, sobre una escala de 15. Asimismo, la comprensión conceptual aumentó de aproximadamente 69,3 % a 95,4 %, mientras que la resolución práctica de problemas pasó de 61,5 % a 98,3 %.

Se concluye que la integración del enfoque STEM, la Micro:bit y MakeCode favorece el aprendizaje significativo de la cinemática y transforma la enseñanza de la física hacia experiencias más activas, contextualizadas e interdisciplinarias.



Palabras clave: cinemática, enfoque STEM, Micro:bit, pensamiento computacional, aprendizaje por descubrimiento.

Abstract

The teaching of kinematics in secondary education represents a pedagogical challenge due to the persistence of traditional methodologies focused on formula memorization, limited experimentation, and the weak connection between physical concepts and real-life contexts. This issue was identified among tenth-grade students at Colegio de Boyacá, located in Tunja, where difficulties were observed in understanding and differentiating variables such as distance, displacement, speed, velocity, and acceleration.

The general objective of this research was to foster the learning of kinematics concepts through modeling, simulation, and experimentation activities using the Micro:bit and the MakeCode platform, integrated with the STEM approach and discovery-based learning as didactic strategies.

Methodologically, the study was conducted during the first semester of 2026 under a mixed-methods approach, using a pre-experimental pretest-posttest design applied to a group of tenth-grade students. The sample consisted of 60 students selected through convenience sampling. Data collection instruments included entry and exit questionnaires, checklists, performance rubrics, and an observation log. The pedagogical intervention was structured into three sessions focused on the analysis of distance and displacement, speed and velocity, and acceleration, through digital simulators, MakeCode programming, and experimentation with Micro:bit.

The results showed a significant improvement in students' conceptual and procedural understanding of kinematics. The average performance increased from 10 points in the pretest to 14.46 points in the posttest, on a 15-point scale. Likewise, conceptual understanding increased from approximately 69.3% to 95.4%, while practical problem-solving improved from 61.5% to 98.3%. The normalized Hake gain was 0.89, classified as high, and Cohen's d effect size was 3.19, indicating a highly significant impact of the intervention.

It is concluded that the integration of the STEM approach, Micro:bit, and MakeCode promotes meaningful learning of kinematics, strengthens computational thinking, and transforms physics teaching into a more active, contextualized, and interdisciplinary learning experience.



Keywords: kinematics, STEM approach, Micro:bit, computational thinking, discovery-based learning.

Tabla de contenido

Introducción	9
Justificación.....	12
Preliminares: Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad	14
Diagnóstico de la realidad	14
Identificación.....	14
Descripción.....	15
Formulación:	17
Oportunidades de innovación / alternativas de solución	17
Propósito y objetivos.....	18
Propósito.....	18
Objetivo general	18
Objetivos Específicos	18
Matriz de medición de impacto educativo y social	19
Marco de referencia.....	20
Marco contextual.....	20
Revisión de estado del arte.....	21
<i>Perspectiva Internacional: Enfoque STEM y su impacto en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.</i>	21
<i>Perspectiva nacional: avances y desafíos de la educación STEM en Colombia</i>	23
<i>Perspectiva local: avances y experiencias en la integración del enfoque STEM en Boyacá</i>	24
Marco teórico	26
Aprendizaje significativo	26
Aprendizaje por descubrimiento.....	28
Enseñanza de la cinemática	29
Enfoque STEM.....	30
Pensamiento Computacional	32
Marco conceptual	33
<i>Pensamiento Computacional</i>	33
<i>Cinemática</i>	33



Enfoque STEM.....	34
Aprendizaje por descubrimiento.....	34
Marco metodológico.....	36
Enfoque de investigación	37
Tipo de investigación.	38
Tipo de estudio	38
Técnicas de recolección de información seleccionadas	38
Técnicas de análisis de información seleccionadas.....	39
Definición y Justificación de Variables.....	41
Muestra.....	41
Aplicación y análisis de los resultados preliminares	42
Procedimiento.....	43
Producto o resultado esperado.....	43
Descripción de la población y muestra.....	44
Herramientas tecnológicas	45
<i>Micro:bit</i>	45
<i>Plataforma MakeCode</i>	46
<i>Simuladores digitales</i>	46
Recursos previstos.....	48
Cronograma.....	48
Propuesta de intervención pedagógica: Secuencia didáctica.....	50
Sesión 1	50
Sesión 2	53
Sesión 3	57
Resultados y análisis de resultados	60
Fase 1: Diagnóstico inicial: análisis de resultados pretest	60
Fase 2: Diseño e implementación de la secuencia didáctica	62
Fase 3: Evaluación final: Análisis de resultados Postest.....	63
Análisis cuantitativo mediante prueba t de Student	67
Análisis cuantitativo mediante la d de Cohen	68
Análisis de resultados mediante la técnica Hake.....	69



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Conclusiones del Análisis de Hake	70
Triangulación de datos	70
Triangulación y Cualificación de Resultados.....	70
Conclusión de la Triangulación.....	72
Conclusiones	76
Referencias.....	78
Apéndice A: glosario	83
Apéndice B: siglario.....	84
Anexos.....	85



Lista de tablas

Tabla 1 <i>Matriz de medición de impacto educativo y social</i>	19
Tabla 2 <i>Matriz de coherencia interna</i>	41
Tabla 3 <i>Caracterización de la muestra</i>	42
Tabla 4 <i>Matriz de interesados y beneficiarios</i>	46
Tabla 5 <i>Cronograma</i>	48
Tabla 6 <i>Explorando el concepto de distancia y desplazamiento</i>	50
Tabla 7 <i>Descubriendo el concepto de velocidad y rapidez</i>	53
Tabla 8 <i>Explorando el concepto de aceleración mediante el aprendizaje interactivo</i>	57
Tabla 9 <i>Hallazgos generales del pretest</i>	61
Tabla 10 <i>Hallazgos generales del postest</i>	64
Tabla 11 <i>Comparación de resultados pretest y postest</i>	68
Tabla 12 <i>Ganancia normalizada de Hake</i>	69
Tabla 13 <i>Síntesis de triangulación</i>	71
Tabla 14 <i>Triangulación normalizada</i>	72



Lista de figuras

Figura 1 <i>Caracterización del problema</i>	16
Figura 2 <i>Ubicación Colegio de Boyacá</i>	20
Figura 3 <i>Ejemplificación de la Micro:bit</i>	45
Figura 4 <i>Comparación general de hallazgos pretest y postest</i>	65



Introducción

La enseñanza de la física en la educación media constituye un reto permanente dentro de los procesos formativos en ciencias naturales, especialmente cuando los contenidos se abordan desde metodologías tradicionales centradas en la explicación magistral, la memorización de fórmulas y la resolución mecánica de ejercicios. Esta forma de enseñanza, aunque ha sido ampliamente utilizada en el aula, no siempre favorece la comprensión profunda de los fenómenos físicos ni permite que los estudiantes establezcan relaciones significativas entre los conceptos científicos y las situaciones de su vida cotidiana. En consecuencia, muchos aprendizajes se reducen a procedimientos repetitivos, sin una apropiación conceptual suficiente que permita interpretar, analizar y resolver problemas asociados al movimiento de los cuerpos.

Dentro de este panorama, la cinemática ocupa un lugar fundamental en la formación inicial en física, ya que introduce conceptos esenciales como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración. Estos conceptos constituyen la base para comprender fenómenos más complejos de la mecánica y de otras áreas de la física; sin embargo, suelen representar una dificultad para los estudiantes debido a su nivel de abstracción, al uso de lenguaje matemático y a la necesidad de diferenciar magnitudes escalares y vectoriales. En muchos casos, los estudiantes logran memorizar definiciones o ecuaciones, pero presentan dificultades al momento de interpretar gráficas, analizar trayectorias, relacionar variables o aplicar los conceptos en situaciones contextualizadas.

En el contexto del Colegio de Boyacá, institución pública ubicada en la ciudad de Tunja, se ha identificado la necesidad de fortalecer las estrategias pedagógicas empleadas en la enseñanza de la física en grado décimo. Las dificultades observadas en los estudiantes se relacionan con la comprensión de variables cinemáticas, la interpretación de fenómenos físicos, el razonamiento lógico-matemático y la aplicación de conceptos en problemas reales. A ello se suma la permanencia de prácticas pedagógicas centradas principalmente en la transmisión de contenidos, lo cual limita la participación activa del estudiante y reduce las posibilidades de construir aprendizajes significativos a partir de la experimentación, la exploración y el análisis de datos.

Esta situación evidencia la importancia de proponer alternativas didácticas que permitan superar la enseñanza tradicional de la cinemática y favorecer una relación más directa entre teoría, práctica y contexto. La enseñanza de la física requiere espacios donde los estudiantes no solo reciban información, sino que puedan observar fenómenos, formular preguntas, plantear hipótesis, manipular variables,



interpretar resultados y construir explicaciones fundamentadas. En este sentido, el aprendizaje de la cinemática debe orientarse hacia experiencias que permitan comprender el movimiento como un fenómeno observable y medible, y no únicamente como un conjunto de fórmulas aisladas.

El enfoque STEM se presenta como una alternativa pertinente para responder a esta necesidad, en la medida en que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en torno a la resolución de problemas contextualizados. Su valor pedagógico radica en que favorece la interdisciplinariedad, promueve el pensamiento crítico y permite que los estudiantes participen activamente en la construcción del conocimiento. En el caso de la cinemática, este enfoque facilita el diseño de actividades donde los conceptos físicos se relacionan con procesos de medición, modelación, simulación y análisis, permitiendo una comprensión más cercana a la realidad y más coherente con los desafíos educativos actuales.

De manera complementaria, el aprendizaje por descubrimiento aporta una base pedagógica importante para esta investigación, ya que reconoce al estudiante como sujeto activo en el proceso de aprendizaje. Desde esta perspectiva, el conocimiento no se limita a la recepción de contenidos, sino que se construye a partir de la exploración guiada, la interacción con el entorno y la reflexión sobre la experiencia. Esta orientación resulta pertinente para la enseñanza de la cinemática, pues permite que los estudiantes avancen desde la observación de fenómenos concretos hacia la formulación de explicaciones conceptuales y procedimentales más elaboradas.

En este marco, la presente investigación tiene como propósito fomentar el aprendizaje de los conceptos de cinemática mediante una secuencia didáctica fundamentada en el enfoque STEM y el aprendizaje por descubrimiento. La propuesta incorpora actividades de simulación, modelación y experimentación apoyadas en herramientas como Micro:bit y MakeCode, no como un fin en sí mismo, sino como mediaciones pedagógicas que permiten representar fenómenos físicos, registrar datos, analizar variables y fortalecer el pensamiento computacional. De esta manera, la tecnología se integra al proceso educativo con una intención formativa clara: favorecer la comprensión conceptual y procedimental de los estudiantes frente al movimiento.

La investigación se desarrolla con estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá durante el primer semestre del año 2026. La población participante corresponde a estudiantes que se encuentran en una etapa clave para el desarrollo del pensamiento abstracto, el razonamiento científico y la resolución de problemas. Este contexto resulta pertinente para implementar una propuesta didáctica que articule la física



con herramientas tecnológicas y metodologías activas, especialmente si se considera que la institución hace parte de iniciativas relacionadas con el fortalecimiento del pensamiento computacional y la innovación educativa.

Desde una perspectiva investigativa, el estudio busca analizar la incidencia de una secuencia didáctica STEM en el aprendizaje de la cinemática, partiendo de un diagnóstico inicial de los conocimientos previos de los estudiantes, seguido del diseño e implementación de actividades orientadas a la experimentación y, finalmente, de la valoración de los avances alcanzados. La intención no se limita a mejorar resultados académicos, sino a comprender de qué manera una estrategia activa, contextualizada e interdisciplinar puede contribuir a transformar las prácticas de enseñanza de la física en el aula.

Asimismo, esta investigación responde a la necesidad de fortalecer competencias científicas, tecnológicas y de pensamiento computacional en la educación media. En un contexto educativo atravesado por cambios sociales, tecnológicos y pedagógicos, resulta necesario que los estudiantes desarrollen habilidades para interpretar información, analizar situaciones, resolver problemas y construir explicaciones basadas en evidencias. La enseñanza de la física, en este sentido, debe contribuir no solo al aprendizaje disciplinar, sino también a la formación de sujetos capaces de comprender su entorno y participar de manera crítica en una sociedad cada vez más mediada por la ciencia y la tecnología.

El documento se estructura a partir de los elementos fundamentales que orientan el desarrollo de la investigación. En primer lugar, se presenta el diagnóstico de la realidad educativa y la problemática identificada en el contexto institucional. Posteriormente, se exponen los referentes teóricos y conceptuales relacionados con la enseñanza de la cinemática, el enfoque STEM, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo y el pensamiento computacional. Luego, se describe la ruta metodológica, los instrumentos de recolección de información, la secuencia didáctica propuesta y los procedimientos de análisis empleados para valorar los resultados de la intervención.

En suma, la presente investigación busca contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la física mediante una propuesta pedagógica que articula el enfoque STEM, el aprendizaje por descubrimiento y el uso formativo de herramientas tecnológicas. Su aporte se centra en ofrecer una alternativa didáctica para fortalecer la comprensión de la cinemática en estudiantes de grado décimo, promoviendo una enseñanza más activa, contextualizada, interdisciplinar y orientada al desarrollo de competencias científicas y tecnológicas.



Justificación

Frente a las necesidades educativas actuales se reconoce la importancia de transformar las metodologías tradicionales que se centran en la transmisión de contenidos y que como consecuencia se genera una desarticulación con el entorno y limitan la construcción del aprendizaje. Por esta razón, Palacios et al. (2022) plantean que, para dar respuesta a los desafíos educativos actuales, es necesaria una visión integradora de la enseñanza de las ciencias, como el enfoque STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), que intenta propiciar el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Una de las competencias relacionadas con la enseñanza y aprendizaje en el enfoque STEM es la competencia científica, articulada estrechamente con las actividades prácticas, que proporcionan el aprendizaje de los procesos de la ciencia, fundamentales para el ámbito científico tecnológico que articulado con otras disciplinas como la física, resultan indispensables para fomentar el pensamiento crítico y la creatividad, brindando posibilidades en la simulación o laboratorios virtuales, como representación virtual. (Bybee, 2011).

De igual modo, la integración de la tecnología con la enseñanza de la física es de gran importancia debido a que las necesidades educativas del siglo XXI desafían a los estudiantes y docentes a incorporarse a un contexto educativo que evoluciona constantemente y responde a las actualizaciones globales con respecto a la modernización digital, dejando a un lado los modelos de enseñanza tradicionales (Salica y Abad, 2020). Es por ello que, Furcy y Bravo (2023) destacan que, debido a los avances tecnológicos, la modelación es de gran importancia para la enseñanza de la física ya que articula y facilita la construcción de modelos teóricos, la comprensión y representación del comportamiento de las variables físicas.

Así mismo, Guamán et al. (2023) manifiestan que la simulación y experimentación son necesarios y efectivos para la enseñanza de la física, ya que proporciona a los estudiantes una interacción visual y manipulativa hacia las variables físicas, observa los efectos correspondientes y mejora la comprensión de conceptos abstractos. También mencionan que este tipo de recursos facilitan la interpretación de la práctica partiendo de la teoría, constituyendo así una práctica segura y controlada de los experimentos. Considerando, además, que la modelación y experimentación es de gran importancia en la enseñanza de la física, ya que permite comprender y representar los fenómenos físicos.

Por otro lado, Rodríguez et al. (2020) señala que través de la experimentación guiada el estudiante puede utilizar dinámicamente los objetos de su alrededor y utilizarlos de tal manera que le permita buscar, explorar e identificar variables físicas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

El aprendizaje por descubrimiento permite estimular el razonamiento indagatorio, permitiendo fluctuar la enseñanza tradicionalista y focalizarse en la experiencia del estudiante quien a partir de ello descubre nuevos contenidos de forma inductiva (Vallejo et al.,2024).

En este sentido, el presente trabajo de grado se justifica en la posibilidad de explorar y analizar cómo la integración de actividades prácticas apoyadas en el enfoque STEM y la tecnología pueden contribuir a la comprensión conceptual de la cinemática, relacionando de manera efectiva los contenidos teóricos con actividades prácticas.



Preliminares: Delimitación del marco de trabajo para el abordaje de la realidad

Diagnóstico de la realidad

La presente investigación se desarrolla en el marco del contexto del Colegio de Boyacá en la ciudad de Tunja, Boyacá. A continuación, se describe y caracteriza el entorno educativo, identificando las necesidades que requieren ser atendidas, las cuales son el fortalecimiento de las actividades prácticas a partir de las bases teóricas en estudiantes de grado décimo a través de la integración del enfoque STEM y el aprendizaje por experimentación para comprender los conceptos de las variables de la cinemática.

Identificación

La investigación se desarrolla en el contexto educativo del establecimiento público del Colegio de Boyacá, ubicada en la ciudad de Tunja, Boyacá, el establecimiento público acoge una diversa población estudiantil que provienen de sectores rurales y urbanos, que permite abordar diferentes contextos sociales y económicos. La investigación se centra en estudiantes de grado décimo, donde se busca el fortalecimiento de competencias científicas y tecnológicas.

En el contexto temporal, la investigación se desarrolla durante el primer semestre del año 2026, en tres fases. Primera, diagnóstica: desde la implementación de un cuestionario que permite identificar los presaberes de los estudiantes frente a los conceptos de las variables de cinemática. Segunda, aplicación: se realiza la ejecución de las actividades propuestas en la secuencia didáctica. Tercera, evaluación: se realiza un cuestionario final para contrastar con el cuestionario inicial esto para evaluar la efectividad de las actividades de la secuencia didáctica.

La investigación se sitúa en la ciudad de Tunja, Boyacá, considerada potencialmente activa frente a los procesos académicos en la educación secundaria y profesional. Teniendo en cuenta esto, las dinámicas metodológicas y de enseñanza en algunos contextos continúan siendo tradicionalistas; es por ello, que es importante fortalecer las habilidades científicas a partir de la práctica en relación con la teoría mediante el uso de tecnologías y enfoques STEM.

En cuanto al contexto de indagación este se centra en el aula y en los espacios físicos del establecimiento público en las horas asignadas a la asignatura de física lo cual permite una interacción directa con el estudiante, permitiendo así llevar a cabo la práctica aplicada desde enfoque STEM y la identificación de fenómenos físicos.



El alcance del proyecto de investigación a partir de la aplicación de las actividades de la secuencia didáctica y la validación pedagógica con los estudiantes de grado décimo es fortalecer en los estudiantes el pensamiento científico y tecnológico, así como la comprensión de los fenómenos físicos relacionados a la cinemática. Además, potencializar el análisis y la interpretación de datos en las preguntas de ciencias naturales en el área de física en el examen saber 11.

La intencionalidad del proyecto es fomentar el pensamiento crítico, pensamiento computacional y el trabajo colaborativo de tal manera que la transmisión de contenidos no se considere como un método educativo estático, sino que a partir de su relación con la práctica el estudiante realice el ejercicio de metacognición y que al vincular el enfoque STEM en las actividades prácticas se logre un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Descripción

La realidad que se identifica y que motiva el presente proyecto de investigación se ubica en el contexto del establecimiento público Colegio de Boyacá, un establecimiento de carácter público en la ciudad de Tunja, Boyacá. El establecimiento cuenta con más de 2000 estudiantes asignados a diferentes secciones, reflejando una diversidad social, cultural y económica.

La investigación se centra en los estudiantes de grado décimo quienes se encuentran en la etapa cognitiva de consolidación del desarrollo del pensamiento crítico y abstracto (Bello et al., 2022). Sin embargo, se ha identificado una brecha considerable en las prácticas académicas las cuales predominan en la transmisión de contenidos sin realizar el ejercicio de conectar la teoría con la práctica, la resolución de problemas y la explicación de conceptos de académicos a partir de la integración de las áreas STEM.

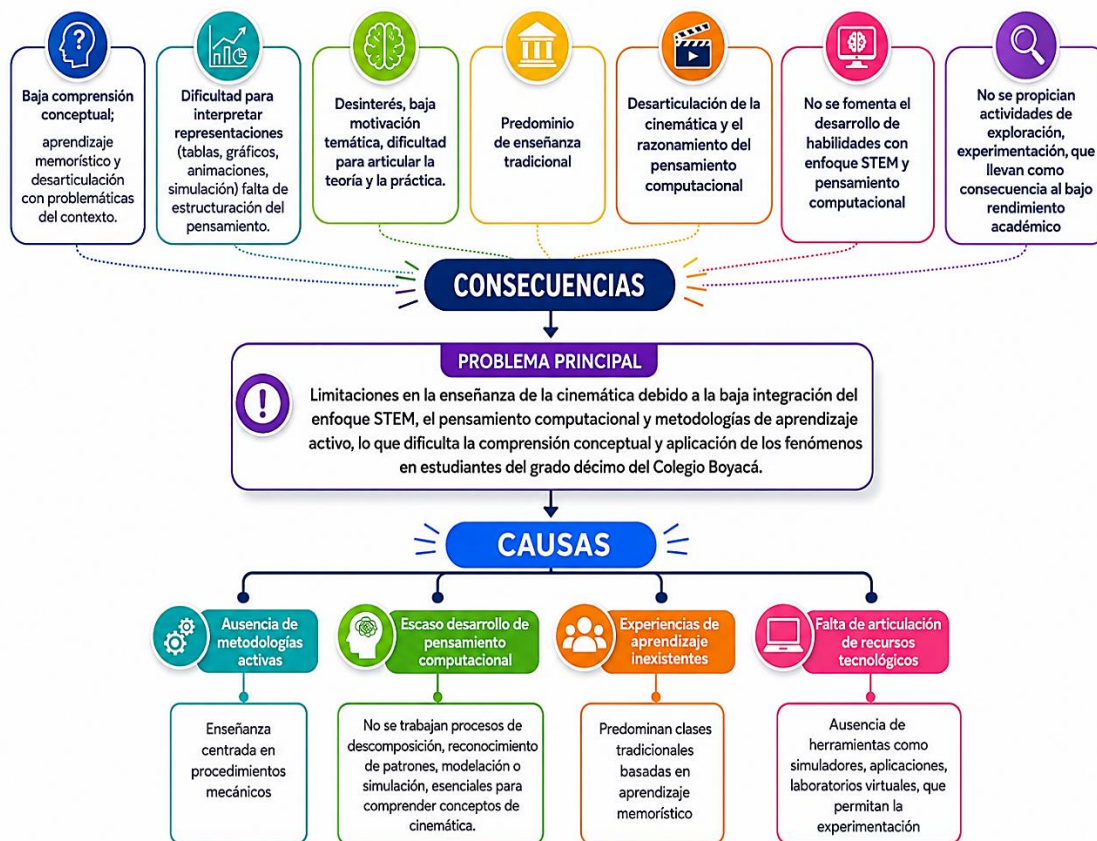
Dentro de la problemática consultada a partir de los estudiantes se encuentra que los métodos que en algunas ocasiones predominan son las prácticas académicas tradicionalistas centradas en la transmisión de contenidos abstractos evidenciando limitaciones para vincular los conocimientos con el contexto real y sus dinámicas, así como en la poca implementación de recursos tecnológicos que permitan la consolidación del aprendizaje significativo, lo que refleja en los estudiantes poco interés en el aprendizaje y limitación en el potencial de los estudiantes para relacionar y aplicar los conocimientos adquiridos en contextos reales enfocados en las áreas de STEM. Además, cabe resaltar que los estudiantes vienen de un proceso académico en el área de física en grado octavo y noveno de dos horas semestrales, lo que ha permitido identificar una brecha en la culminación de los contenidos temáticos, no favoreciendo el proceso académico de la asignatura.

La población estudio para esta investigación corresponde a los estudiantes de grado décimo, con edades que oscilan aproximadamente entre los 14 y 18 años, la muestra está caracterizada por 60 estudiantes quienes participan en el diagnóstico y aplicación de la secuencia didáctica.

El diagrama de causa permite visualizar los factores que originan la problemática identificada en el Colegio de Boyacá, es posible evidenciar la dificultad de los estudiantes para comprender los conceptos de la cinemática, la cual se relaciona con la escasa integración del enfoque STEM y herramientas digitales que posibilita el fortalecimiento del pensamiento computacional. Así mismo, se asocia con la enseñanza y metodologías de aprendizaje tradicional que se enfocan en la memorización de contenidos, fórmulas y ejercicios, que no promueven la aplicación contextual del conocimiento y que, en muchos casos, esto conlleva que los estudiantes conciban la asignatura de manera abstracta y de difícil comprensión.

Figura 1

Caracterización del problema.



Nota. Elaboración propia.



Formulación:

¿Cómo influye la implementación de una secuencia didáctica basadas en el enfoque STEM, que articulan contenidos teóricos y actividades prácticas mediante el uso de la MicroBit y plataforma MakeCode, en el aprendizaje significativo, en estudiantes de grado décimo, del colegio de Boyacá?

Oportunidades de innovación / alternativas de solución

Frente al diagnóstico realizado, se identifican diversas oportunidades para transformar la enseñanza de la cinemática en el aula, mediante la incorporación de enfoques innovadores que respondan a las necesidades y características de los estudiantes del siglo XXI. La integración de metodologías activas basadas en el enfoque STEM constituye una alternativa que permite articular la teoría con la experimentación, el análisis de datos y la resolución de problemas.

Otra oportunidad de innovación surge a partir del aprovechamiento de la herramienta Micro:Bit junto la plataforma Makecode que coloca a disposición el programa de nodos de pensamiento computacional del cual hace parte el Colegio de Boyacá, y que permite de manera interactiva articular diversas disciplinas a través de la modelación, simulación y la experimentación a partir de problemas y casos que se presentan en su contexto próximo que en este caso es la institución. Este enfoque no solo mejora la comprensión de los contenidos curriculares, sino que también motiva al estudiante al involucrarse activamente en el proceso de construcción del conocimiento y fortalecer habilidades de pensamiento crítico.

Dentro de las alternativas de solución consideradas, se destacan:

- **Diseño e implementación de una guía didáctica con enfoque STEM**, que integre actividades prácticas utilizando la MicroBit para explorar fenómenos cinemáticos.
- **Capacitación y acompañamiento docente en el uso de herramientas tecnológicas** y metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos o la indagación guiada.
- **Fomento de espacios de experimentación y trabajo colaborativo**, en los cuales los estudiantes puedan observar, analizar y reflexionar sobre fenómenos físicos desde una perspectiva interdisciplinar.
- **Evaluación formativa mediante rúbricas**, que valoren tanto los productos como los procesos de aprendizaje, y permitan retroalimentar continuamente la experiencia pedagógica.



Propósito y objetivos

Propósito

El presente proyecto tiene como propósito promover el aprendizaje de los conceptos básicos de la cinemática mediante la integración del enfoque STEM y el uso de herramientas tecnológicas como la MicroBit, para fortalecer la comprensión teórico-práctica de fenómenos físicos a través de experiencias de aprendizaje significativas, contextualizadas e interdisciplinarias. Esta propuesta está dirigida a estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá- Tunja, con la intención de fomentar el desarrollo del pensamiento computacional, las competencias científicas y tecnológicas, así como el trabajo colaborativo. La implementación del proyecto incide positivamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Objetivo general

Fomentar el aprendizaje de los conceptos de cinemática mediante actividades de modelación, simulación y experimentación con el uso de la *Micro:Bit* y *Makecode* a través del enfoque *STEM* y el aprendizaje por descubrimiento como estrategias didácticas en estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá en el marco del programa nacional de nodos computacionales.

Objetivos Específicos

1. Identificar los conocimientos previos que tienen los estudiantes con respecto a los conceptos distancia, desplazamiento, velocidad y aceleración mediante la aplicación de un cuestionario de entrada (pretest)
2. Diseñar una secuencia didáctica fundamentada en el enfoque STEM, que integre actividades de simulación, modelación y experimentación orientadas a la enseñanza de los conceptos de cinemática, promoviendo el aprendizaje por descubrimiento.
3. Evaluar el nivel de desempeño procedimental y el desarrollo del pensamiento computacional durante la ejecución de las actividades de la secuencia didáctica mediante el uso de listas de cotejo y rúbricas de desempeño.
4. Comparar los niveles de comprensión obtenidos por los estudiantes antes y después de la intervención didáctica a través del análisis estadístico de contraste para validar la efectividad de la estrategia.



Matriz de medición de impacto educativo y social

Tabla 1

Matriz de medición de impacto educativo y social

Objetivos específicos	Contexto de impacto	Indicadores de cumplimiento e impacto	Medios de verificación
Diseñar secuencia didáctica que integre actividades de simulación, modelación y experimentadas orientadas a la enseñanza de los conceptos de cinemática, promoviendo el aprendizaje activo y significativo.	Fortalecimiento del aprendizaje significativo en conceptos de cinemática a través de herramientas tecnológicas y metodologías activas. Construcción de recursos pedagógicos innovadores para mejorar la enseñanza de conceptos de cinemática en grado décimo.	Articulación de actividades que combinan teoría y práctica. Participación activa en actividades con enfoque STEM	Documento secuencia didáctica diseñado Rúbrica de validación (Instrumento de evaluación)
Implementar la secuencia didáctica con estudiantes del grado décimo del Colegio de Boyacá haciendo uso de las herramientas de Microbit y Makecode.	Implementación de estrategias educativas dinámicas y tecnológicas en el aula	Sesiones de trabajo para el desarrollo de la secuencia didáctica Uso de herramientas como MicroBit y MakeCode para representar fenómenos de cinemática.	Registros fotográficos y videos con consentimientos informados. Bitácora de implementación y tutorías
Evaluar la efectividad de la secuencia didáctica a partir de la aplicación de pretest y posttest posterior a la implementación, utilizando herramientas de evaluación cualitativas que permitan valorar el impacto de la intervención educativa.	Medición del impacto de la intervención educativa en el aprendizaje de la cinemática a través de instrumentos de evaluación.	Comparación de resultados pretest y posttest. Análisis cualitativo de las respuestas estudiantiles.	Pruebas diagnósticas y finales. Aplicación de instrumentos de evaluación Entrevistas o encuestas.

Nota. Elaboración propia.



Marco de referencia

En el presente apartado se abordan los antecedentes teóricos y empíricos que fundamentan esta investigación, los cuales están organizados en las siguientes categorías: nodos de pensamiento computacional, cinemática, enfoque STEM, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo. A partir de la revisión de estudios recientes, se resaltan las características principales de los mismos y la relación con el presente proyecto donde aporta desde la reflexión de la enseñanza y el aprendizaje, así como la metacognición del quehacer educativo enfocado en mejoras con respecto al enfoque pedagógico del docente.

Marco contextual

El Colegio de Boyacá fue fundado el día 17 mayo de 1822, en el centro histórico de la ciudad de Tunja, Boyacá, ubicado en la Cra 10 #18-24 en el centro histórico de la ciudad. Este establecimiento público nace a partir de la necesidad de demanda de educación de la época, con el compromiso de formar y educar a los ciudadanos, mediante la incorporación de la tecnología, la ciencia y la transformación social.

Figura 2

Ubicación Colegio de Boyacá



Nota. Adaptado de *Imagen satelital del Colegio de Boyacá en la ciudad de Tunja, Boyacá* [Imagen satelital], por Google, 2024, *Google Earth*.



Por otra parte el entorno institucional se caracteriza por contar con salas de tecnología y laboratorios de ciencias designados para el fortalecimiento de competencias científicas y digitales de los estudiantes, además se encuentra vinculado con el programa de nodos de pensamiento computacional en articulación con el ministerio de las TIC y el British Council, que han permitido abrir espacios para la innovación pedagógica mediante tecnologías emergentes como la placa Microbit y entornos de programación visual como MakeCode.

En este sentido, el proyecto está dirigido a estudiantes de grado décimo que cursan la asignatura de física dentro del currículo académico. Se busca que, a través de esta propuesta, la cual se implementa durante las horas asignadas al espacio académico, los estudiantes logren establecer relaciones entre los conceptos y su aplicación práctica.

Revisión de estado del arte

Perspectiva Internacional: Enfoque STEM y su impacto en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

De igual manera, Fojtík, et al. (2023) evidencian en su trabajo que la construcción de un podómetro con Micro:Bit permite desarrollar razonamiento estadístico y habilidades computacionales, al integrar contenidos de matemáticas y ciencias mediante el análisis de datos reales. Este antecedente es funcional para el proyecto ya que aporta una base metodológica sobre cómo los sensores de la Micro:bit permiten recolectar datos reales, lo cual se aplicará en la medición de variables de distancia.

Por su parte, Cederqvist (2022) en su trabajo resalta que la programación permite interactuar con el mundo real, y que el uso de Microbit, posibilita una transición asertiva entre el contexto cotidiano y el científico promoviendo la comprensión de conceptos. Esta investigación demuestra que el uso de herramientas en proyectos como el propuesto en el presente documento, aumentan la motivación y mejoran los resultados en pruebas conceptuales frente a métodos tradicionales.

Cheng, Liao y Yu (2021), en su escrito señalan que la integración del enfoque STEM en el aprendizaje de la cinemática facilita la construcción progresiva del conocimiento: los estudiantes comienzan con representaciones físicas del movimiento y posteriormente modelan los fenómenos mediante sensores y programación, actualmente cuentan con un estudio en curso acerca de robótica donde evidencian el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico y resolución de problemas en ambientes virtuales. La intencionalidad de incluir este estudio es fundamentar la progresión didáctica de nuestra



secuencia, donde el estudiante para de la observación del movimiento a su modelación algorítmica en MakeCode.

Desde otra perspectiva, Kalelioglu y Setance (2020) evidenciaron que el uso de herramientas de computación física como MicroBit, contribuye significativamente a la motivación de los estudiantes a través de la interacción con éstas y obtuvieron mejores resultados en pruebas conceptuales, en comparación con quienes siguen aún métodos tradicionales de aprendizaje.

Cederqvist (2022), menciona en su escrito que a pesar de los beneficios de la implementación del enfoque STEM con Microbit, también se presentan retos en la educación, donde la principal barrera es la falta de formación docente hacia estas metodologías que permiten salir de la enseñanza tradicional para innovar en los procesos de formación.

En un estudio realizado por Castro y Rodríguez (2023), en donde indica cómo estudiantes del grado sexto desarrollaron una maqueta funcional del corazón utilizando servos, leds y programación. El proyecto fue planteado como reto real: construir un modelo funcional que integrará contenidos de biología, informática y tecnología, con la implementación fue posible, evidenciar que aproximadamente el 80 % de los estudiantes lograron comprender y explicar el funcionamiento, desarrollando habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y aprendizaje significativo.

Por otro lado, en su trabajo López y Orozco (2017), analizaron la implementación de clases interactivas y demostrativas apoyadas con simulaciones PhET, en cursos de mecánica en bachillerato. Allí encontraron que la aplicación arrojó resultados positivos en los estudiantes puesto que se promueve el aprendizaje activo y permite la experimentación de los mismos a partir de la manipulación de variables, visualización de fenómenos y construcción de hipótesis y explicaciones fundamentadas.

El trabajo realizado por de Freeman et al. (2014), en su estudio analizó 225 estudios sobre los efectos del aprendizaje activo en diversas disciplinas STEM, allí indica que este enfoque no solo mejora los puntajes en los exámenes, sino que también reduce significativamente las tasas de fracaso. Dentro de los resultados más importantes de este trabajo se destaca que el aprendizaje activo es más efectivo en clases con estudiantes de número reducido ya que pueden recibir atención individualizada. No obstante, los autores también afirman que los beneficios del aprendizaje activo se observan incluso en clases de gran tamaño, lo que sugiere que su implementación puede ser escalable y beneficiosa a nivel masivo.



Por otro lado, en los últimos años el modelo STEM ha sido consolidado como una de las mejores estructuras y estrategias para la enseñanza de las ciencias y en concordancia con ello División de Enseñanza de la Sociedad Mexicana promueve su implementación para el mejoramiento de la enseñanza de la física, mediante proyectos educativos y de investigación interdisciplinar en ciencias, tecnología, ingeniería y matemática, puesto que evidenciaron que su articulación en los procesos de enseñanza favorecen las habilidades de pensamiento computacional (Mora et al, 2023).

Perspectiva nacional: avances y desafíos de la educación STEM en Colombia

En el contexto colombiano, según Botero (2018) la implementación de la educación STEM es aún escasa presentando iniciativas aisladas que se encuentran siendo lideradas por universidades como la Universidad de los Andes, la Universidad EAFIT y la Universidad Minuto de Dios; así como por organizaciones y proyectos implementados por el Parque Explora, el colectivo CONASTEM, el proyecto Ser + STEM de la Secretaría de Educación de Medellín y el British Council; experiencias reflejan un creciente interés por transformar la enseñanza desde enfoques interdisciplinarios, pero también evidencian la necesidad de un mayor respaldo institucional y sistemático.

En este sentido, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, et al (2021) lanzó la iniciativa Ruta STEM+, en busca de la integración interdisciplinaria de ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y otras áreas, principalmente a nivel local. Dichas estrategias apuntaban al fortalecimiento de las competencias tecnológicas de los estudiantes y docentes en concordancia con la cuarta revolución industrial. Molina (2023) analiza críticamente los aportes del enfoque STEM a la enseñanza de las ciencias en Colombia, destacando su potencial para mejorar la calidad educativa mediante el fortalecimiento de competencias digitales. Sin embargo, también identifica la persistencia de brechas formativas y curriculares que dificultan su expansión a nivel nacional. De acuerdo con el autor su investigación en educación STEM ha cobrado relevancia en programas de ingeniería en niveles de básica y media. Este estudio es relevante para la justificación del presente proyecto, pues confirma la necesidad de cerrar brechas curriculares en Boyacá mediante el fortalecimiento de competencias digitales de física.

El Ministerio de Educación Nacional, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y Parque Explora (2020), realizaron un importante proceso en la elaboración del documento Visión STEM: Educación expandida para la vida, en dicha publicación se consolidó una postura estratégica, producto de experiencias previas como el campamento NovaCamp y el laboratorio “territorio creativo”. Allí también



se destaca la necesidad de una educación interdisciplinaria, comprometida con la transformación social donde se integra al arte, ciencia y tecnología.

Por otra parte, el Ministerio de Educación Nacional, Fundación Siemens Stiftung, Red Interamericana de Educación Docente y Organización de los Estados Americanos, (2021) elaboraron la guía STEAM + Género que en su contenido proporciona orientaciones para una implementación del enfoque STEAM desde la equidad y la inclusión, donde se incentiva la participación activa de niñas y mujeres en áreas STEAM, cuestionando los estereotipos de género y promoviendo ambientes de aprendizaje equitativos desde la educación inicial.

Por otro lado, Patiño et al. (2022) llevaron a cabo un estudio bibliométrico que rastreó la evolución de la investigación STEM en Latinoamérica desde 2009 hasta octubre de 2020. El artículo, publicado en Praxis, muestra que Colombia ha aumentado su producción científica en este campo, aunque aún representa una porción reducida comparada con otros países donde se resalta la necesidad de fortalecer la investigación nacional para replicar prácticas efectivas.

En el contexto nacional, el estudio de Arrigui y Mosquera (2022) representa una contribución significativa a través de una revisión documental de trabajos realizados entre 2018 y 2021, los autores identificaron cinco categorías discursivas relacionadas con los aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias. Su análisis resalta el papel de la transversalización de saberes, la modelización de fenómenos y el uso de tecnologías digitales como elementos centrales para transformar las prácticas pedagógicas y fomentar una educación inclusiva en entornos escolares.

Por otra parte, Fonseca y Simbaña (2022) en su trabajo que se destacó por la implementación del enfoque educativo Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) que estuvieron enfocados en la enseñanza de la física en estudiantes de bachillerato, en esta investigación se desarrolló contenido disciplinar y de habilidades científicas abordadas desde el currículo, los resultados evidenciaron el interés y la necesidad que existe de implementar este enfoque en el ámbito educativo.

Perspectiva local: avances y experiencias en la integración del enfoque STEM en Boyacá

Desde el año 2021, la Gobernación de Boyacá, en articulación con la Secretaría TIC y Gobierno Abierto y el programa Computadores para Educar, ha impulsado el fortalecimiento de ambientes escolares mediante la dotación de 39 laboratorios STEM y 5 Kit Maker. Estas herramientas han beneficiado a más



de 2.200 estudiantes y 220 docentes, facilitando el uso de tecnologías como impresoras 3D, tableros interactivos y kits de robótica educativa (Secretaría TIC Boyacá, 2022).

En esta misma línea, se lanzó en 2023 el Primer Concurso Departamental STEM “Atrévete a soñar en grande”, que promovió la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas entre estudiantes de secundaria, mediante el diseño de soluciones a retos locales (Secretaría TIC Boyacá, 2023).

Por otro lado, Chía (2025) en su proyecto educativo enmarcado en un contexto institucional en el departamento de Boyacá, se enfocó en implementar estrategias metodológicas que promueven la ejecución de proyectos interdisciplinarios a partir del enfoque STEM, fomentando el pensamiento computacional, la creatividad y la resolución de problemas, lo cual evidenció en sus resultados la mejora de procesos académicos en los estudiantes, propiciando habilidades de resolución de problemas relacionados al contexto.

Sumado a lo anterior, Melo (2020) ejecutó un proyecto educativo en el departamento de Boyacá en el municipio de Duitama, con estudiantes de décimo grado en una institución educativa de carácter oficial. En esta intervención se llevó a cabo la implementación del enfoque STEM para la solución de problemas relacionados con los conceptos de velocidad, movimiento rectilíneo uniforme, plano cartesiano y robótica educativa, evidenciando una creciente comprensión de los conceptos con respecto a los fenómenos físicos y problemas matemáticos.

En el contexto regional, el Pensamiento Computacional ha dejado de ser una habilidad exclusiva de la informática para convertirse en una herramienta transdisciplinar. Un referente clave es el estudio desarrollado en la Escuela Normal Superior Leonor Álvarez Pinzón (ENSLAP) en Tunja, donde se implementó una secuencia didáctica centrada en la abstracción y el pensamiento algorítmico para la enseñanza de la astrofísica estelar en grado 11. Los hallazgos sugieren que el PC facilita la comprensión de fenómenos abstractos y mejora la estructuración cognitiva en los estudiantes. (Martínez et al, 2025).

Asimismo, la literatura reciente en el departamento muestra una transición de la robótica recreativa hacia la robótica con propósito pedagógico (STEM). Investigadores de la UPTC han documentado que la integración de la robótica en grado sexto potencia el pensamiento crítico frente a la resolución de problemas reales (Torres, 2025).



El departamento de Boyacá es un territorio clave para programas nacionales como "Colombia Programa", una iniciativa del MinTIC y el British Council que ha establecido nodos de pensamiento computacional en Tunja, Sogamoso, Duitama y Chiquinquirá. Estos espacios fomentan el liderazgo docente y el uso de la tarjeta micro:bit para transformar el saber pedagógico en los territorios. Además, el Reto STEAM Boyacá 2025 premió recientemente 15 proyectos innovadores en 63 municipios, beneficiando a más de 800 personas entre estudiantes y docentes, dicho programa trabaja en articulación con el Colegio de Boyacá que se presenta para el actual trabajo como la población de estudio. (Gobernación de Boyacá 2024)

Marco teórico

Acercarnos a la comprensión de teorías que permitan reflexionar sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, específicamente de la física, es de gran importancia ya que fortalece la conceptualización y práctica del maestro en la implementación de métodos pedagógicos pertinentes y eficaces, que brinden a los estudiantes herramientas conceptuales que favorezcan su proceso de aprendizaje.

El presente marco teórico presenta las bases que sustentan la propuesta pedagógica, organizadas en las siguientes categorías: nodos de pensamiento computacional, cinemática, enfoque STEM, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo, cada una desarrollada considerando su aporte al fortalecimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La articulación de estas categorías responde a la necesidad de comprender de qué manera la incorporación de herramientas tecnológicas, mediadas por un enfoque interdisciplinar, puede transformar la comprensión de conceptos físicos que históricamente han representado un desafío para los estudiantes de secundaria en contextos como el colegio de Boyacá.

Aprendizaje significativo

Ausubel (1963) sostuvo que el aprendizaje tiene verdadera relevancia cuando los nuevos conocimientos se relacionan de forma sustancial y no arbitraria con los saberes previos que el estudiante ya posee en su estructura cognitiva. De este modo se trata de un proceso de anclaje conceptual en que los nuevos conocimientos se integran, transforman y resignifican a partir de las ideas ya existentes en la mente. Ausubel (1963) afirma que “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el



alumno ya sabe”, puesto que esto tiene implicaciones metodológicas para la enseñanza de la física, en particular cuando se abordan contenidos abstractos como los de la cinemática.

Esta propuesta planteada por el autor Ausubel (1963) distingue dos dimensiones complementarias del aprendizaje significativo: la dimensión receptiva, en la que el estudiante recibe información organizada y la relaciona con sus conocimientos previos; y la dimensión por descubrimiento, en la que el aprendiz construye el contenido principal de lo que va a aprender de forma autónoma. Estas dimensiones expuestas se complementan en el diseño de estrategias pedagógicas que articulan la exploración activa. En el contexto de esta investigación la secuencia didáctica, permite activar los conocimientos previos de los estudiantes, para luego conectarlos con los conceptos de distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez y aceleración, mediante experiencias mediadas por tecnología.

Investigaciones como la de García et al (2022), señalan que el aprendizaje por descubrimiento, cuando se articula con estrategias de activación de conocimientos previos, genera estructuras cognitivas más sólidas y transferibles. Estos autores enfatizan que el proceso de aprendizaje no es lineal, sino que implica ajustes constantes en los conocimientos del estudiante. En la misma dirección Vallejo et al (2024) argumentan que la transición desde metodologías centradas en la transmisión hacia enfoques basados en la experiencia y la indagación no solo promueve la comprensión de los contenidos, sino que también incide positivamente en la motivación y el compromiso de los estudiantes con su propio proceso de aprendizaje.

Desde otra perspectiva, Freeman et al (2024) mencionan que el aprendizaje activo incrementa significativamente el rendimiento estudiantil en ciencias, ingeniería y matemáticas, comparado con metodologías tradicionales. Por su parte Hernández y Klimenko (2025), sostienen que los fenómenos educativos complejos solo pueden ser comprendidos a profundidad cuando se analizan desde múltiples dimensiones, incluyendo la dimensión experiencial del estudiante. Para estos autores, las propuestas pedagógicas integran la vivencia práctica y la reflexión conceptual para fortalecer procesos de aprendizaje más duraderos y significativos. En consecuencia la incorporación de la Micro:bit y la plataforma MakeCode permiten la mediación del aprendizaje de la cinemática responde a la necesidad de contextualizar el conocimiento físico en experiencias concretas, observables que facilitan la comprensión de conceptos abstractos.



Aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento, postulado por Bruner (1961), representa una de las propuestas pedagógicas más significativas del XX, y continúa siendo referente fundamental para la enseñanza de las ciencias en contextos contemporáneos. Para el autor el estudiante construye su conocimiento a través de la exploración activa, la formulación de hipótesis y la experimentación. Este proceso de descubrimiento no solo favorece la comprensión de los contenidos, sino que también desarrolla la capacidad del estudiante por aprender a partir de la construcción de esquemas mentales que le permitan abordar problemáticas de manera autónoma.

En la concepción planteada por Bruner (1961), el estudiante es el centro del proceso educativo, transformando el rol docente en organizador de experiencias y retos cognitivos. Asimismo, plantea tres modos de representación del conocimiento: el modo enactivo, basado en la acción y la manipulación directa; el modo icónico, fundamentado en imágenes y representaciones visuales; y el modo simbólico, que involucra el lenguaje abstracto, los conceptos matemáticos y las notaciones formales. Esta progresión desde lo concreto hacia lo abstracto, tiene implicaciones indirectas para la enseñanza de la cinemática, un campo en el que los estudiantes frecuentemente se enfrentan a representaciones simbólicas, ecuaciones, gráficas, vectores, sin haber transitado previamente por experiencias enactivas e icónicas que anclen dichas representaciones en la experiencia perceptiva.

Por su parte Vallejo et al (2024) señalan que este enfoque estimula el razonamiento indagatorio y favorece la transición desde la enseñanza tradicional hacia modelos centrados en la experiencia del estudiante, que descubre nuevos contenidos de forma inductiva a partir de situaciones problemáticas contextualizadas. Estos autores enfatizan que la indagación guiada, cuando se combina con recursos tecnológicos apropiados, potencia la capacidad del estudiante para formular preguntas, proponer soluciones y reflexionar sobre los resultados obtenidos, lo que constituye la esencia del pensamiento científico.

Rodríguez et al, (2020) aporta evidencia empírica sobre la eficacia del aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza de las ciencias. A través de la experimentación guiada, los estudiantes logran utilizar dinámicamente los objetos y fenómenos de su entorno para identificar, explorar y comprender variables físicas de manera significativa. Rodríguez et al, (2020) también menciona que el carácter guiado de la experimentación resulta especialmente relevante en el contexto de la educación media, donde los estudiantes aún están desarrollando su capacidad de autorregulación cognitiva y



requieren entre la guía del docente y la autonomía estudiantil, propiciando espacios de descubrimiento estructurado que favorecen la comprensión progresiva de los conceptos de la cinemática.

A su vez, Kirschner et al. (2021), ofrece una perspectiva crítica que enriquece la comprensión del aprendizaje por descubrimiento, señalando que la instrucción mínimamente guiada puede resultar ineficaz cuando los estudiantes carecen de los conocimientos previos necesarios para aprovechar la experiencia exploratoria. Los autores argumentan que el aprendizaje por descubrimiento más efectivo es aquel que combina la exploración activa con el apoyo instruccional explícito, lo que denominan “aprendizaje por descubrimiento guiado”. Lo anterior presenta una observación particularmente relevante en el diagnóstico inicial que indica vacíos conceptuales significativos en la comprensión de las variables cinemáticas por parte de los estudiantes. En respuesta a ello la secuencia didáctica contempla momentos de activación de conocimientos previos, seguidos de experiencias de exploración mediadas por tecnología.

De este modo, Miguélez (2012) subraya que la investigación cualitativa en educación debe considerar el aprendizaje como un proceso situado, cultural e intersubjetivo, lo que refuerza la importancia de diseñar experiencias de descubrimiento que estén presentes en el contexto real y cotidiano de los estudiantes, tal como se propone en esta investigación al situar la cinemática en fenómenos observables en el entorno escolar del Colegio Boyacá.

Enseñanza de la cinemática

La cinemática, estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo producen, constituye uno de los núcleos conceptuales fundamentales de la física en la secundaria. Autores como Serway y Jewett (2018), la definen como el estudio sistemático de las variables que describen el movimiento, posición, desplazamiento, velocidad, aceleración y tiempo, así como las relaciones matemáticas que permiten representar y predecir el comportamiento de los cuerpos en distintas condiciones de movimiento. Estas nociones, incluyen tanto magnitudes escalares como la rapidez y la distancia, como magnitudes vectoriales como la velocidad y desplazamiento, que exigen en el estudiante no solo la comprensión de conceptos abstractos, sino la relación de fenómenos perceptibles de su experiencia cotidiana.

McDermott (1991) amplió esta línea de investigación demostrando que las dificultades en la interpretación de representaciones gráficas del movimiento persisten incluso después de la instrucción



convencional. La autora señaló que muchos estudiantes confunden la gráfica de posición con la trayectoria del objeto, interpretan la pendiente de una gráfica velocidad-tiempo como la velocidad misma, o no logran establecer conexiones entre las representaciones gráficas y las ecuaciones algebraicas del movimiento. Estas dificultades, que Thornton y Sokoloff (1998) catalogaron como "fallas sistemáticas en la comprensión del movimiento", apuntan a la necesidad de propuestas pedagógicas que ofrezcan múltiples representaciones del fenómeno físico enactiva, icónica y simbólica, en términos brunerianos y que propicien la confrontación explícita entre las concepciones previas del estudiante y el conocimiento científico formal.

Investigaciones más recientes han explorado el potencial de las tecnologías digitales para superar estas dificultades. Hernández y Quintero (2024) documentaron que la implementación de estrategias STEM para la enseñanza de la física en la educación media permitió a los estudiantes vincular los conceptos abstractos de la cinemática con situaciones reales y observables, reduciendo significativamente las concepciones alternativas identificadas en el diagnóstico inicial. López y Orozco (2017) encontraron resultados similares con el uso de simuladores PhET para la enseñanza de la mecánica en bachillerato, evidenciando que la representación visual e interactiva de las variables del movimiento facilita la construcción de modelos conceptuales más precisos y coherentes.

Asimismo, Dutra (2025), por su parte, documentó que la integración del pensamiento computacional en la enseñanza de la cinemática permite a los estudiantes simular trayectorias, recolectar datos mediante sensores y relacionar las gráficas generadas con los fenómenos físicos observados en tiempo real, lo que enriquece cualitativamente la comprensión conceptual.

Enfoque STEM

El enfoque STEM, acrónimo derivado de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics, representa una de las propuestas educativas más influyentes de las últimas dos décadas a nivel internacional. Su origen institucional se remonta a la National Science Foundation de los Estados Unidos, que comenzó a utilizar este término en la década de los años noventa del siglo XX, aunque su masificación como política educativa global se produjo en torno al año 2010, cuando diversos gobiernos lo incorporaron como estrategia para fortalecer la formación de capital humano en áreas estratégicas para el desarrollo científico y tecnológico (Pastor, 2018). Desde entonces, el enfoque STEM ha evolucionado desde una etiqueta curricular hacia un paradigma pedagógico que propone la integración genuina de las disciplinas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas en torno a la resolución de



problemas reales y contextualizados, superando la fragmentación disciplinar característica de los modelos educativos tradicionales.

Palacios et al. (2022) señalan que el enfoque STEM responde a la necesidad de superar las limitaciones de los modelos educativos centrados en la transmisión de contenidos disciplinares aislados, proponiendo en su lugar metodologías activas que involucren al estudiante en la resolución de desafíos que integren conocimientos de distintas áreas. Estos autores argumentan que la integración de las nuevas tecnologías en las propuestas STEM no es solo un elemento instrumental, sino un componente pedagógico que transforma la naturaleza misma de la experiencia de aprendizaje, permitiendo que los estudiantes accedan a representaciones dinámicas de los fenómenos, interactúen con datos reales y desarrollen habilidades de pensamiento computacional que son transferibles a múltiples contextos. Gutiérrez y Guativa (2019) añaden que el enfoque STEM tiene como propósito central convertir al estudiante en el constructor de su propio conocimiento a través de la resolución de problemas cotidianos que involucren disciplinas de las áreas científicas y tecnológicas, lo que supone un cambio radical en el rol del docente, que pasa de ser transmisor de información a diseñador de experiencias de aprendizaje.

Martín y Santaolalla (2020) enfatizan que el enfoque STEM no debe entenderse como una simple yuxtaposición de disciplinas, sino como una pedagogía que favorece la participación activa de los estudiantes en la sociedad, que posibilita el acceso al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Esta dimensión ciudadana y emancipadora del enfoque STEM es especialmente relevante en contextos como el del Colegio de Boyacá, donde el fortalecimiento de competencias científicas y tecnológicas constituye una herramienta de equidad educativa y de mejora de oportunidades para estudiantes provenientes de sectores rurales y urbanos con diversas condiciones socioeconómicas. Chia Fuentes (2025) aporta evidencia reciente sobre la articulación entre el enfoque STEM y el pensamiento computacional, demostrando que las estrategias metodológicas que integran ambas perspectivas generan sinergias pedagógicas que potencian el aprendizaje significativo en áreas de ciencias y tecnología. En síntesis, el enfoque STEM se constituye en el marco pedagógico integrador que articula las demás categorías de análisis de esta investigación, proporcionando el andamiaje conceptual y metodológico necesario para transformar la enseñanza de la cinemática en una experiencia interdisciplinar, contextualizada y orientada al desarrollo de competencias para el siglo XXI.



Pensamiento Computacional

El pensamiento computacional (PC) ha emergido como una de las competencias fundamentales del siglo XXI, reconocida por investigadores, instituciones educativas y organismos internacionales como una habilidad transversal esencial para la ciudadanía digital y el desarrollo científico-tecnológico. La definición seminal de Jeannette Wing (2011), publicada en la revista *Communications of the ACM*, estableció las bases conceptuales de esta categoría al describirla como un modo de pensar que facilita la formulación de problemas y el diseño de soluciones que pueden ser ejecutadas por humanos o máquinas. Wing señaló que el pensamiento computacional no es sinónimo de programación informática, sino una forma de razonamiento que involucra procesos como la descomposición de problemas en componentes manejables, la identificación de patrones, la abstracción de elementos irrelevantes y el diseño de algoritmos sistemáticos para la resolución de problemas. Esta concepción amplía significativamente el alcance del pensamiento computacional más allá del uso de computadoras, posicionándolo como una competencia cognitiva aplicable en múltiples disciplinas y contextos.

En un trabajo posterior, Wing (2011) profundizó en la dimensión interdisciplinar del pensamiento computacional, señalando que puede comprenderse como una alternativa de pensamiento relacionada con el surgimiento de las computadoras que genera un ambiente cognitivo donde intervienen la ingeniería, la ciencia y la matemática. Esta perspectiva es especialmente relevante para la presente investigación, ya que sitúa el pensamiento computacional en la intersección de las disciplinas STEM, convirtiéndolo en un puente conceptual y metodológico entre la física, la tecnología y la programación. Brennan y Resnick (2012) ampliaron la definición inicial de Wing proponiendo un marco que articula conceptos computacionales —como secuencias, bucles, condicionales y variables—, prácticas computacionales —como depurar, iterar, probar y reutilizar código— y perspectivas computacionales —como la expresión, la conexión y la reflexión—. Este marco tridimensional resulta especialmente fértil para el diseño de actividades de enseñanza de la física mediadas por la programación, ya que integra dimensiones técnicas, procedimentales y metacognitivas.

Barr y Stephenson (2011) realizaron una contribución fundamental al debate sobre la integración del pensamiento computacional en el currículo escolar, señalando que este no es exclusivo del área de informática, sino que puede y debe integrarse en todas las disciplinas como una forma de abordar los contenidos disciplinares con mayor rigor analítico y capacidad de modelización. En el área de la física, esta integración se manifiesta en la posibilidad de modelar fenómenos, simular movimientos y analizar datos de forma precisa, enriqueciendo el aprendizaje conceptual (Dutra, 2025). Valverde et al. (2015)



aportaron una perspectiva complementaria al señalar que el pensamiento computacional puede desarrollarse sin el uso de dispositivos digitales, a partir de actividades de papel y lápiz que involucren el diseño de algoritmos, la identificación de patrones y la resolución lógica de problemas. Sin embargo, los autores también enfatizan que los dispositivos digitales amplían considerablemente las posibilidades de aplicación del pensamiento computacional, permitiendo abordar problemas de mayor complejidad y realismo que serían difíciles de manejar sin soporte tecnológico.

Marco conceptual

Pensamiento Computacional

Wing (2006) define el pensamiento computacional como una habilidad fundamental que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano basándose en conceptos de la informática, permite formular problemas y diseñar soluciones que pueden ser ejecutadas por una persona o una computadora mediante pasos lógicos y secuenciales. Este tipo de pensamiento implica procesos como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos. (Barr y Stephenson, 2011). Por otra parte, Pinto (2023) agrega que este pensamiento permite descomponer problemas en partes pequeñas y formular algoritmos eficientes, promoviendo el razonamiento lógico y crítico en los estudiantes, este mismo autor sostiene que el pensamiento computacional no solo se limita a la programación, sino que constituye una forma de razonamiento aplicable a diferentes disciplinas y situaciones de la vida cotidiana.

En el área de las ciencias, especialmente la física, permite modelar fenómenos, simular movimientos y analizar datos de forma precisa, fortaleciendo el aprendizaje conceptual. Su integración en la educación básica y media se considera fundamental para preparar a las nuevas generaciones ante los desafíos tecnológicos del siglo XXI (Dutra, 2025).

Cinemática

Según autores como (Serway, Jewett, 2020) “la cinemática es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo producen. Incluye conceptos esenciales como posición, desplazamiento, velocidad, aceleración y tiempo”. Estos contenidos suelen representar un reto para los estudiantes debido a su nivel de abstracción y el uso de representaciones matemáticas y gráficas. Por otra parte, Dutra (2025), afirman que “la enseñanza de la cinemática se ve fortalecida cuando se incorporan estrategias de pensamiento computacional, ya que los estudiantes pueden simular trayectorias, recolectar datos mediante sensores y relacionar gráficas con fenómenos reales”.



Enfoque STEM

De acuerdo con Pastor (2018) el término de enfoque STEM fue implementado por primera vez por la National Science Foundation (NSF) en la década de los 90's, pero empezó a popularizarse alrededor del 2010 a raíz de su implementación en las nuevas políticas educativas norteamericanas.

Diversos autores han intentado definirla con diversas concepciones entre ellas como estrategia, como metodología, como disciplina y como propuesta de modelo pedagógico, entre otras concepciones. Sin embargo, Torres (2025), lo considera como un enfoque en el que la interdisciplinariedad juega un papel fundamental para propiciar el aprendizaje significativo. Para el autor “el enfoque STEM tiene como objetivo fomentar la formación de recurso humano creativo para el sector de la ciencia y la tecnología a través del desarrollo en los estudiantes de las habilidades del siglo XXI, necesarias para estimular el crecimiento y progreso científico”.

Gutiérrez y Guativa, (2019) mencionan que, en las últimas décadas, el término STEM ha simbolizado la aplicación de una nueva metodología educativa que integra las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas en el proceso de enseñanza -aprendizaje. Esta propuesta educativa tiene como objetivo central al estudiante, quien se convierte en el constructor de su propio conocimiento a través de la resolución de problemas cotidianos que involucran disciplinas STEM (p.13)

Por su parte, Martín y Santaolalla (2020), consideran que el enfoque STEM “es una necesidad educativa que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, que posibilita el acceso al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo”.

Aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento, propuesto por Bruner (1961), plantea que los estudiantes construyen su conocimiento a través de la exploración, la formulación de hipótesis y la experimentación, señala que los estudiantes descubren los conceptos por sí mismos mediante actividades significativas. este enfoque, combinado con metodologías STEM, mejora la motivación y permite a los estudiantes comprender fenómenos científicos mediante la experimentación y la resolución de problemas. Bruner (1961), “plantea tres modos de representación del conocimiento: en activo (acción), icónico (imágenes) y simbólico (lenguaje abstracto), los cuales permiten que el aprendizaje sea progresivo y adaptable a los diferentes niveles de desarrollo cognitivo”. Además, el autor sostiene que el papel del docente no es transmitir contenidos, sino organizar retos que permitan al estudiante construir explicaciones.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Por otro lado, Ausubel (1963) propone que “el aprendizaje tiene verdadera relevancia cuando los nuevos conocimientos se relacionan de forma sustancial y no arbitraria con los saberes previos del estudiante”.

Para el autor “el factor más importante que influye en el aprendizaje es que el alumno ya sabe”; por ello es necesario partir de sus conocimientos iniciales para integrar gradualmente los nuevos conceptos.

Así mismo, García et al. (2022) mencionan que el aprendizaje por descubrimiento se centra en la idea de que los estudiantes construyen y descubren nuevas ideas y conceptos a partir de los conocimientos previos, generando una nueva estructura cognitiva facilitando el proceso de aprendizaje y anclaje de los contenidos teóricos. Además, los autores resaltan la idea de que es un proceso activo, donde el estudiante es el responsable de estructurar la información según su punto de vista y que, a partir de ello, no se considera como un proceso de aprendizaje lineal sino con adaptaciones constantes.



Marco metodológico

En este capítulo se detalla la ruta metodológica de la investigación, la cual se fundamenta en un enfoque mixto y en un diseño preexperimental aplicado a una muestra de 60 estudiantes de grado décimo del colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja. De la misma manera, se expone el modelo de investigación-acción educativa, junto con sus fases de diagnóstico, diseño y evaluación, dirigidas hacia la transformación de la enseñanza de la cinemática. También, se describen las técnicas usadas para la recolección de información y el procedimiento de análisis para verificar el impacto de la estrategia didáctica.

La realidad educativa abordada en el proyecto se analiza a partir de un conjunto de conceptos que orientan la intervención pedagógica, la recolección de datos y el análisis de los resultados. Entre los más relevantes se destacan los siguientes:

Enfoque STEM: Se entiende como una pedagogía que integra la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas con el fin de fortalecer el aprendizaje activo orientado a la resolución de problemas del mundo real. Además, este enfoque favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la aplicación del conocimiento científico en contextos educativos significativos, al tiempo que fortalece la toma de decisiones informadas y el trabajo colaborativo (Martín-Páez et al., 2021).

Pensamiento Computacional: Es un proceso cognitivo que permite identificar, formular y descomponer diferentes problemas de manera precisa, así como diseñar soluciones eficientes que pueden ser ejecutadas por humanos o máquinas. Este pensamiento trabaja habilidades como la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones y la algoritmización (Bocconi et al., 2022). El pensamiento computacional se desarrolla en este proyecto a través de tareas de programación y simulación de fenómenos físicos, basadas en el uso de la plataforma Micro:bit y MakeCode.

Micro:bit y MakeCode: La Micro:bit es una placa microcontroladora usada en entornos educativos, que integra sensores, actuadores y capacidades de programación sencillas, lo que la convierte en una herramienta didáctica adecuada para el aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos a través de la experimentación (Sentance y Waite, 2022). Por su parte, MakeCode es una plataforma de programación visual basada en bloques que permite programar la Micro:bit de manera intuitiva, facilitando la comprensión de estructuras algorítmicas y el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de educación básica y media (Sáez et al., 2021; Microsoft, 2023).



Cinemática: Es una rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan, centrándose en variables como la distancia, el desplazamiento, la velocidad, la rapidez y la aceleración. Estos conceptos en ocasiones presentan dificultades de comprensión en los estudiantes debido a su alto nivel de abstracción, por lo que la implementación de estrategias didácticas basadas en el enfoque STEM, permiten vincular la teoría con situaciones reales y observables (Hernández et al., 2025; Hernández y Quintero, 2024).

Aprendizaje por Descubrimiento: Es un enfoque constructivista donde el estudiante es capaz de construir su propio conocimiento mediante la exploración guiada y la interacción con el entorno. Este tipo de aprendizaje promueve la formulación de preguntas e hipótesis, la experimentación y la reflexión sobre los resultados obtenidos, lo que favorece la comprensión de los contenidos y el desarrollo de aprendizajes significativos. El aprendizaje por descubrimiento es valioso en la educación cuando se articula con actividades prácticas y el uso de recursos tecnológicos, permitiendo a los estudiantes vincular la teoría con situaciones reales y resolver problemas de manera autónoma y colaborativa (Kirschner et al., 2021).

Enfoque de investigación

La investigación se lleva a cabo desde la perspectiva de la investigación-acción educativa, que se distingue por ser un proceso reflexivo, sistemático y participativo orientado a transformar y mejorar las prácticas pedagógicas en contextos cotidianos. Este enfoque, sitúa al docente con un doble rol: como investigador y como agente de cambio, el cual interviene conscientemente en el aula para identificar posibles problemáticas, implementar estrategias didácticas y analizar sus efectos en el aprendizaje de los estudiantes. Así, la investigación-acción educativa no solo fortalece la producción de conocimiento, sino que influye directamente en la realidad educativa y social del grupo de estudio y promueve la participación activa de los estudiantes en la toma de conciencia y los hace partícipes en la construcción de su propio conocimiento.

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2022), la investigación-acción se caracteriza por su relación directa con enfoques cualitativos aplicados, que se desarrollan en escenarios naturales y permite comprender y transformar fenómenos educativos desde la práctica.

Asimismo, la investigación-acción busca fomentar en los estudiantes la participación activa en las actividades propuestas, reflexionar sobre su aprendizaje y contribuir en la construcción de posibles soluciones a las problemáticas identificadas en el aprendizaje de cinemática, a partir del trabajo colaborativo.



Por ello, el enfoque de investigación-acción educativa cobra validez para el desarrollo de esta investigación, permitiendo fortalecer el aprendizaje de la cinemática mediante la implementación de estrategias didácticas basadas en el enfoque STEM. Además, este enfoque busca mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes y transformar las prácticas pedagógicas tradicionales del área de física en el Colegio de Boyacá, promoviendo una enseñanza más activa, experimental y centrada en el estudiante.

Tipo de investigación.

El proyecto se desarrolla desde un tipo de investigación mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para abordar el fenómeno educativo desde múltiples dimensiones. El enfoque cuantitativo permite medir el impacto de la intervención pedagógica (secuencia didáctica), comparando los resultados obtenidos en los test inicial y final y obteniendo información relevante que permita evaluar los cambios en las variables más importantes. Asimismo, el enfoque cualitativo permite comprender las percepciones, los intereses, las experiencias y algunos procesos cognitivos de cada estudiante a partir de la implementación de la secuencia didáctica, ofreciendo una interpretación contextualizada de los resultados numéricos. Por otra parte, la combinación de los enfoques cuantitativo y cualitativo, permite la triangulación de información desde donde se fortalece la validez de los hallazgos y el análisis e interpretación de los datos obtenidos. Además, estudios educativos actuales resaltan el uso de métodos mixtos como alternativas eficientes para investigar fenómenos complejos, ya que permite integrar evidencia empírica cuantitativa con análisis interpretativos cualitativos que reflejan de manera más completa las dinámicas del contexto escolar (Hernández et al 2025).

Tipo de estudio

La investigación se realiza desde un diseño preexperimental de pretest/posttest con un solo grupo como muestra de 60 estudiantes de grado décimo. Este diseño permite aplicar una medición inicial para identificar los conocimientos previos de los estudiantes, implementar una intervención pedagógica (secuencia didáctica) y posteriormente aplicar una medición final con el fin de identificar cambios en el aprendizaje de los conceptos de cinemática.

Técnicas de recolección de información seleccionadas

Las técnicas e instrumentos seleccionados para la recolección de la información se encuentran alineados con los objetivos del proyecto:



- **Cuestionarios (Pretest y Postest):** Se aplican cuestionarios estructurados como instrumentos de recolección de información para medir el nivel de comprensión conceptual y procedimental de las variables de la cinemática en muestra seleccionada. Los cuestionarios se aplican en dos momentos distintos del proceso de investigación.

Inicialmente, como pretest, antes de la implementación de la secuencia didáctica, con el propósito de identificar los conocimientos previos de los estudiantes; y posteriormente, como posttest, al finalizar la intervención pedagógica, con el fin de evaluar los cambios y avances alcanzados como resultado de la estrategia implementada.

Los instrumentos contienen el mismo número de preguntas y evalúan las mismas variables, para realizar una comparación directa de los resultados obtenidos y poder analizar el impacto de la secuencia didáctica a partir de procedimientos estadísticos. La estructura, el contenido y los criterios de validación de los cuestionarios se presentan de manera detallada en el anexo A.

- **Listas de cotejo:** Se utilizan listas de cotejo como instrumento de evaluación para verificar el cumplimiento de los criterios procedimentales durante las actividades de programación en la plataforma MakeCode. El instrumento se aplica en cada una de las sesiones de la secuencia didáctica en las que los estudiantes desarrollan tareas de programación, permitiendo registrar de manera sistemática la presencia o ausencia de acciones específicas relacionadas con el uso adecuado de bloques de programación, la secuenciación lógica, la resolución de errores y la correcta ejecución de los programas diseñados. Ver anexo B.
- **Rúbricas de desempeño:** Las rúbricas de desempeño se diseñan como instrumentos de evaluación para valorar, de manera cualitativa y cuantitativa, el nivel de comprensión de los fenómenos físicos propios de la cinemática, en particular la interpretación y relación de variables como distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez y aceleración en situaciones experimentales y simuladas. Ver anexo C.
- **Bitácora o diario de campo:** este instrumento hace referencia al registro, sistematización y proceso de reflexión que las investigadoras van llevando a cabo en la implementación pedagógica de la secuencia didáctica. Anexo D.

Técnicas de análisis de información seleccionadas

Para el análisis de la información se emplearán las siguientes técnicas:



Estadística descriptiva: La estadística descriptiva se utiliza para analizar los resultados obtenidos a través de los cuestionarios de pretest y posttest, con el fin de caracterizar el nivel de comprensión de los conceptos de cinemática antes y después de la implementación de la secuencia didáctica.

De esta manera se puede describir las distribuciones de frecuencias y calcular medidas de tendencia central, media, mediana y moda, así como medidas de variabilidad, especialmente la desviación estándar, proporcionando una visión del comportamiento de los datos y de los cambios observados en el aprendizaje de los estudiantes.

Estadística inferencial: La estadística inferencial se emplea para determinar si los cambios observados en los resultados del pretest y el posttest son estadísticamente significativos. Para ello, se aplica la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando que los mismos estudiantes participan en ambas mediciones.

Esta técnica permite comparar las datos obtenidos antes y después de la implementación de la secuencia didáctica, estableciendo si el uso de actividades de simulación, modelación y experimentación apoyadas en la Micro:bit y MakeCode genera un impacto significativo en la comprensión de los fenómenos asociados a la cinemática.

Análisis cualitativo: El análisis cualitativo se desarrolla a partir de la categorización temática y la comparación constante de la información recolectada mediante registros, observación sistemática, las listas de cotejo y las rúbricas de desempeño, para interpretar de manera ordenada las evidencias relacionadas con los procesos de aprendizaje por descubrimiento, la interacción de los estudiantes con las actividades experimentales y la comprensión progresiva de los conceptos de cinemática durante la implementación de la secuencia didáctica. A través de este análisis, se identifican patrones, avances y dificultades en la comprensión de los fenómenos físicos, complementando los resultados cuantitativos y aportando una visión más profunda del proceso educativo intervenido, en coherencia con el objetivo específico de evaluar los niveles de comprensión alcanzados.



Tabla 2

Matriz de coherencia interna

Dimensión	Indicador	Técnica de recolección de información	Instrumento
Conceptual	Identificar y diferenciar los conceptos de distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.	Cuestionario	Pretest y Postest
Procedimental	Resolución de problemas de cinemática y uso de las ecuaciones.	Prueba de desempeño	Pretest y Postest
Tecnológica	Uso de la Micro:Bit, MakeCode, secuenciación y modelación.	Observación sistemática	Lista de cotejo
Interdisciplinar	Modelación de fenómenos físicos mediante herramientas digitales y trabajo colaborativo.	Valoración de desempeño	Rúbrica de evaluación

Nota. Elaboración propia.

Definición y Justificación de Variables

Variable Independiente (VI): El proyecto de investigación presenta un enfoque STEM basado en el aprendizaje por descubrimiento, que integra el uso de la tarjeta Micro:bit y la plataforma MakeCode a través de una secuencia didáctica de tres sesiones.

Variable Dependiente (VD): El desempeño en cinemática, entendido como el nivel de comprensión conceptual y procedimental de las variables de movimiento (distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez y aceleración).

Muestra

La muestra de la investigación es de carácter no probabilístico y se selecciona mediante un muestreo por conveniencia, atendiendo a criterios de accesibilidad y pertinencia para el desarrollo de la intervención pedagógica. Está conformada por 60 estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá, de la ciudad de Tunja, cuyas edades oscilan entre los 14 y 18 años, quienes participan de manera directa en la implementación de la secuencia didáctica orientada a la enseñanza de la cinemática. Para caracterizar de manera más precisa la muestra, se realiza una descripción demográfica que contempla las variables de edad y género, permitiendo contextualizar los resultados obtenidos y fortalecer el análisis del estudio. La



distribución de estas características se presenta de forma detallada en la **tabla 3**, donde se especifica el número de estudiantes según sexo y rangos de edad.

Tabla 3

Caracterización de la muestra

Variable	Categoría	Frecuencia (<i>n</i>)	Porcentaje (%)
Género	Masculino	25	41,7%
	Femenino	35	58,3%
Total		60	100%
Edad	14 años	6	10,0%
	15 años	25	41,7%
	16 años	22	36,7%
	18 años	7	11,6%
	Total	60	100%

Nota. Elaboración propia.

Aplicación y análisis de los resultados preliminares

El proceso investigativo se estructura a partir de la construcción, validación y aplicación sistemática de los instrumentos de recolección de información. En correspondencia con el enfoque de investigación-acción educativa, el análisis de la información cualitativa se desarrolla mediante una estrategia de comparación constante, que permite interpretar de manera reflexiva los hallazgos obtenidos y retroalimentar el proceso pedagógico (Migüelez, 2012).

En la fase diagnóstica (Pretest): se aplica un cuestionario inicial orientado a identificar los presaberes de los estudiantes en relación con los conceptos fundamentales de la cinemática, específicamente distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración. Esta fase es importante dentro del enfoque de investigación-acción, ya que posibilita comprender la realidad educativa antes de la intervención y orientar la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas (Migüelez, 2012).

La fase de implementación: corresponda a la ejecución de tres sesiones pedagógicas diseñadas bajo el enfoque STEM y el aprendizaje por descubrimiento, integrando actividades de modelación y simulación mediante la plataforma MakeCode, así como experiencias de experimentación física apoyadas en el uso de la Micro:bit. Estas actividades buscan promover la exploración activa, la formulación de hipótesis y la



comprensión progresiva de los fenómenos asociados al movimiento, en coherencia con una práctica docente reflexiva y transformadora.

Finalmente, en la fase de evaluación: (Postest) se aplica un cuestionario final que permite medir los cambios en la comprensión de los conceptos de cinemática después de la intervención pedagógica. Los resultados del pretest y el postest son contrastados mediante procedimientos estadísticos, con el propósito de determinar la efectividad de la estrategia didáctica implementada y sustentar los hallazgos desde un enfoque mixto de investigación (Hernández-Sampieri et al., 2022).

Procedimiento

El desarrollo del proyecto se organiza en cuatro momentos metodológicos articulados, propios del enfoque de investigación-acción educativa, concebidos como un proceso cíclico de diagnóstico, intervención, evaluación y reflexión crítica sobre la práctica docente (Migüelez, 2012):

1. **Diagnóstico:** Identificación de las principales dificultades en la comprensión de los conceptos de cinemática, apoyada en la aplicación del pretest y la observación inicial del contexto educativo.
2. **Diseño:** Construcción de la guía didáctica STEM, estructurada a partir de nodos de pensamiento computacional, integrando actividades de simulación, modelación y experimentación orientadas al aprendizaje por descubrimiento.
3. **Acción:** Implementación de la secuencia didáctica en el laboratorio de tecnología del Colegio de Boyacá, promoviendo la participación activa de los estudiantes y el uso pedagógico de las herramientas Micro:bit y MakeCode.
4. **Evaluación y reflexión:** Aplicación del postest, análisis de los resultados cuantitativos y cualitativos, y sistematización de las experiencias mediante una bitácora analítica, con el fin de reflexionar sobre los alcances de la intervención y generar procesos de mejora continua.

Producto o resultado esperado.

El resultado principal de la investigación radica en el diseño, implementación y validación de una secuencia didáctica fundamentada en la pedagogía STEM, donde se integran actividades de simulación, modelación y experimentación mediante el uso de la Micro:bit y la plataforma MakeCode para la enseñanza de los conceptos de cinemática en estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá.

Se espera un mejoramiento significativo en la comprensión de las variables cinemáticas, distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración, reflejado en el análisis estadístico entre los resultados



del pretest y el posttest aplicados antes y después de la secuencia didáctica. Además, se busca identificar avances en la forma en que los estudiantes interpretan los fenómenos físicos, formulan explicaciones, relacionan la teoría con situaciones del contexto real y participan activamente en procesos de modelación y experimentación. También, se quiere fortalecer el pensamiento computacional y la resolución de problemas, contribuyendo a un aprendizaje más significativo y a la consolidación de prácticas pedagógicas innovadoras orientadas a mejorar el desempeño académico.

Descripción de la población y muestra

La investigación se realiza en el colegio de Boyacá considerado establecimiento público, ubicado en la ciudad de Tunja, capital departamental de Boyacá y reconocida como un importante centro histórico, cultural y educativo de la región andina colombiana. Su economía se basa principalmente en los sectores de servicios, comercio, educación y administración pública, lo cual influye directamente en las dinámicas sociales y educativas de sus instituciones escolares.

La comunidad educativa del colegio de Boyacá está conformada en su mayoría por estudiantes de estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, desde donde se promueve la formación integral de los estudiantes, el fortalecimiento de competencias académicas, ciudadanas y tecnológicas, así como la incorporación progresiva de estrategias didácticas mediadas por tecnologías digitales.

La población de estudio está conformada por los estudiantes matriculados que cursan el grado décimo. Este grupo corresponde, en general, a estudiantes con edades comprendidas entre los 14 y 18 años, en una etapa clave para el desarrollo del pensamiento lógico, científico y tecnológico. El grupo presenta una composición mixta en términos de género, con participación tanto de estudiantes hombres como mujeres, así como diversidad en estilos de aprendizaje, ritmos académicos y niveles de desempeño.

La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes aproximadamente, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que el investigador tiene acceso directo al grupo, por su rol como docente, y porque el interés del estudio se centra en comprender y mejorar las prácticas pedagógicas en un contexto específico, más que en generalizar los resultados a toda la población.

Los criterios para seleccionar la muestra son:

- Estar oficialmente matriculado en el grado décimo.



- Participar de manera constante en las clases de física.
- Contar con el consentimiento informado de los padres de familia o acudientes y el asentimiento de los estudiantes.

Herramientas tecnológicas

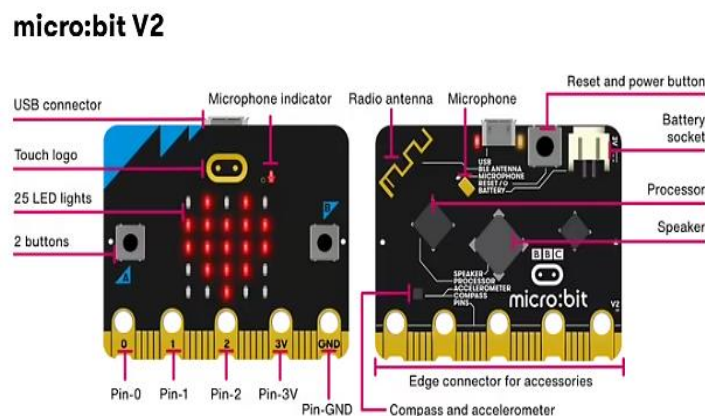
Con el propósito de fortalecer la comprensión de los conceptos de cinemática mediante actividades de simulación, modelación y experimentación, se hace uso de herramientas tecnológicas educativas que facilitan el aprendizaje activo, contextualizado y la exploración. Estas herramientas permiten articular el enfoque STEM con el desarrollo del pensamiento computacional y la experimentación física en el aula.

Micro:bit

En el desarrollo de la secuencia didáctica, la Micro:bit se utiliza como herramienta experimental para medir y analizar fenómenos físicos relacionados con la cinemática, tales como el desplazamiento, la velocidad y la aceleración. Su uso posibilita que los estudiantes observen el comportamiento del movimiento en situaciones reales, contrasten datos experimentales con modelos teóricos y comprendan conceptos que tradicionalmente se presentan de forma abstracta en la enseñanza de la física.

Figura 3

Ejemplificación de la Micro:bit



Nota. Imagen tomada de Micro:bit Educational Foundation (s. f.).



Plataforma MakeCode

En esta investigación, MakeCode se emplea para el diseño de algoritmos que controlan el funcionamiento de la Micro:bit, permitiendo simular y modelar fenómenos cinemáticos a partir de instrucciones programadas por los propios estudiantes. A través de esta plataforma, los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento computacional como la descomposición de problemas, la abstracción, la secuenciación y la lógica algorítmica, al tiempo que relacionan estas habilidades con la interpretación de fenómenos físicos.

Simuladores digitales

De manera complementaria, se emplean simuladores digitales interactivos que permiten representar gráficamente el comportamiento del movimiento en diferentes condiciones. Estos simuladores facilitan la visualización de variables como posición, velocidad y aceleración, favoreciendo la comprensión conceptual antes y después de la experimentación física con la Micro:bit.

El uso combinado de simuladores y experimentación real permite a los estudiantes comparar modelos teóricos con datos experimentales, fortaleciendo la comprensión de la cinemática y promoviendo un aprendizaje significativo basado en la indagación y el descubrimiento.

Tabla 4

Matriz de interesados y beneficiarios

Grupos de interesados	Intereses	Expectativas	Problemas previstos	Predisposición	Estrategia
Estudiante	Comprender los conceptos de cinemática mediante actividades prácticas de modelación, simulación y	Mejorar la comprensión de los fenómenos físicos y su desempeño académico en el área de Física	Dificultades iniciales en la interpretación de variables físicas, el uso de bloques de programación y la lógica algorítmica.	Alta, con interés por metodologías activas y el uso de herramientas tecnológicas.	Aprendizaje por descubrimiento, experimentación guiada, uso progresivo de Micro:bit, MakeCode, y actividades contextualizadas.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

	experimentación apoyadas en tecnología.				
Docentes de Física	Transformar las metodologías tradicionales y fortalecer la enseñanza de la cinemática mediante el enfoque STEM.	Mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes y articular teoría y práctica a través de la tecnología educativa.	Limitaciones de tiempo para el diseño e implementación de actividades innovadoras.	Positiva y colaborativa.	Diseño de una secuencia didáctica estructurada, flexible y replicable, basada en simulación, modelación y experimentación.
Institución	Fortalecer procesos de innovación pedagógica y consolidar la implementación del programa de Nodos de Pensamiento Computacional.	Mejorar la calidad educativa, los resultados académicos y la integración de tecnologías en el currículo.	Disponibilidad y mantenimiento de recursos tecnológicos.	Alta, con respaldo institucional.	Seguimiento del proyecto mediante informes de avance, socialización de resultados y articulación con iniciativas STEM institucionales.



Padres de familia	Garantizar una educación de calidad que favorezca el desarrollo científico y tecnológico de sus hijos.	Fortalecimiento de la comprensión conceptual y de habilidades científicas aplicables al contexto cotidiano.	Desconocimiento inicial del enfoque STEM y del aprendizaje por descubrimiento.	Neutral, con apertura progresiva.	Socialización del proyecto, explicación de la metodología y divulgación de resultados evidenciando los beneficios del enfoque STEM.
-------------------	--	---	--	-----------------------------------	---

Nota. Elaboración propia.

Recursos previstos

Los recursos previstos para realizar la investigación son los siguientes:

- Tecnológicos: Micro:bit, plataforma MakeCode, computadores, simuladores en línea (Phet, Educaplay).
- Materiales: Cables USB, cintas métricas, guías impresas.
- Talento Humano: Investigadores, docentes de física y tecnología, y los 60 estudiantes participantes.

Cronograma

El cronograma diseñado para el proyecto muestra de manera completa y medible la temporalidad para el desarrollo desde el diagnóstico, el diseño de la secuencia, la implementación y los resultados finales.

Tabla 5

Cronograma

Fase/Actividad	Descripción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Fase 1: Diagnóstico y pretest	Identificar los presaberes en cinemática y aplicar el	X					



	cuestionario de pretest						
Fase 2: Diseño de la secuencia didáctica	Diseñar, validar y ajustar la secuencia didáctica para su implementación		X				
Fase 3: Implementación, sesión 1	Implementación de secuencia didáctica (distancia y desplazamiento)			X			
Fase 3: Implementación, sesión 2	Implementación de secuencia didáctica (rapidez y velocidad)				X		
Fase 3: Implementación, sesión 3	Implementación de secuencia didáctica (aceleración)					X	
Fase 4: Postest y análisis de resultados	Aplicación del postest, análisis de resultados y sistematización de la experiencia.						X

Nota. Elaboración propia.



Propuesta de intervención pedagógica: Secuencia didáctica

Esta propuesta de intervención se realiza a través de la siguiente secuencia didáctica la cual está diseñada como una experiencia de aprendizaje significativo e interdisciplinar apoyándose en el enfoque STEM.

Busca fortalecer la comprensión de los fenómenos físicos de la cinemática, a través de la integración del enfoque STEM y el fomento del pensamiento computacional, además, se pretende superar los modelos de enseñanza tradicionalistas y memorísticos para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, analítico y el trabajo colaborativo.

La estructura pedagógica de la secuencia, se fundamenta en el aprendizaje por descubrimiento, y se organiza en tres sesiones de trabajo que guían al estudiante desde la exploración inicial con simuladores en línea hasta la modelación y experimentación práctica utilizando la Micro:Bit y la plataforma MakeCode,,. De este modo, se pretende que los alumnos logren una conexión efectiva entre los contenidos teóricos de distancia, desplazamiento, velocidad y aceleración con su aplicación en contextos reales y significativos, permitiéndoles realizar ejercicios de metacognición sobre su propio proceso de aprendizaje.

Sesión 1

“Explorando el concepto de distancia y desplazamiento: simulación, medición y modelado con la herramienta Micro: Bit”

Tabla 6

Explorando el concepto de distancia y desplazamiento: simulación, medición y modelado con la herramienta Micro: Bit

“Explorando el concepto de distancia y desplazamiento: simulación, medición y modelado con la herramienta Micro: Bit”			
Nivel educativo	Grado décimo	Duración	2 horas
Área integradora	Física, Tecnología e Informática y Matemáticas	Enfoque pedagógico	Aprendizaje por descubrimiento + Enfoque STEM + Pensamiento computacional



Propósito formativo	Comprender, simular y modelar el concepto de las variables físicas de distancia y desplazamiento a través de la experimentación, la programación y el diseño de un sistema con Micro: bit que permita realizar estas mediciones.
Pregunta orientadora	¿Cómo podemos medir y representar la distancia haciendo uso de un dispositivo programado por nosotros mismos?
Saberes previos Concepto de movimiento, variables físicas básicas (distancia y desplazamiento), manejo básico de TIC o MakeCode.	Competencias integradas STEM • Científica: Observa, describe y explica fenómenos de movimiento. • Tecnológica: Utiliza sensores y microcontroladores para recoger datos. • Informática: Aplicación de software y hardware. • Matemática: Determina las variables a partir de la aritmética. • Computacional: Descompone, programa y depura algoritmos.
Materiales y recursos	Micro: Bit, Cable USB, Computador con MakeCode, Cinta métrica y Hojas de registro.
Pensamiento computacional (nodos aplicados) 1. Descomposición del problema. 2. Reconocimiento de patrones. 3. Abstracción de relaciones. 4. Algoritmización y prueba. 5. Evaluación y depuración del código y prototipo.	Estructura de la secuencia (fase clave) 1. Introducción: Presentación de la actividad y objetivos. 2. Conceptualización: Descripción de los conceptos de distancia y desplazamiento y ejemplos 3. Simulación: representación virtual de los conceptos de distancia y desplazamiento 4. Programación y prototipado: Creación del código para medir y mostrar la distancia.



	5. Descubrimiento: Experimentación libre y registro de datos con Micro: Bit. 6. Comunicación y reflexión: preguntas de discusión final y evaluación del aprendizaje.
Estrategia didáctica STEM • Indagación guiada. • Programación visual con bloques (MakeCode). • Trabajo colaborativo	Evidencias de aprendizaje • Código funcional del programa en Micro: Bit. • Registro de datos. • Reflexión personal.
Enfoque de evaluación • Auténtico: por competencias STEM. • Constructivista: Evalúa el proceso, la aplicación práctica y la reflexión del aprendizaje. • Crítico: Observación docente	Indicadores básicos de logro • Explica con precisión los conceptos distancia y desplazamiento. • Programa un algoritmo que automatiza la medición. • Mide datos de movimiento con Micro: Bit. • Reflexiona sobre su aprendizaje.
Instrumentos sugeridos	Rúbrica de desempeño (conceptual, procedimental, actitudinal) y lista de cotejo del proceso de diseño y programación.
Momentos para la implementación de las actividades de la sesión 1.	
Momento inicial: Saludo y presentación de la actividad. Se socializa el propósito formativo y la pregunta orientadora de la secuencia didáctica, los resultados esperados y se les entrega la guía orientadora donde trabaja como primera actividad los presaberes. Simulación: El docente inicia con una breve explicación teórica sobre los conceptos de distancia y desplazamiento y, posteriormente, guía a los estudiantes en la realización de dos pruebas dentro del simulador: una con movimiento en línea recta y otra con trayectoria curvada o circular. Los estudiantes	



registran los resultados obtenidos y reflexionan en grupo sobre las diferencias encontradas entre los conceptos de distancia y desplazamiento.

Momento intermedio: modelación;

En este momento, se iniciará la explicación del concepto de la Micro: bit y cómo funciona el programa MakeCode para la programación en bloques. Luego, los estudiantes programarán la Micro: Bit para que registre el número de pasos realizados al recorrer una distancia cualquiera, para ellos medirán previamente la longitud de su pie y que al presionar los botones “a” y “b”, la Micro: Bit emitirá sonidos, mostrará iconos en su pantalla LED y presentará el total de pasos registrados, permitiendo relacionar el movimiento físico con el cálculo de la distancia. Una vez finalizada la programación, los estudiantes reflexionan en grupo acerca del uso de la tecnología y las dificultades encontradas.

Momento final: practica;

Se orientará a los estudiantes para que, con la Micro: Bit previamente programada, realicen una caminata según el espacio seleccionado y que al ir presionando el botón “a” se registre el paso dado y que al presionar el botón “b” al finalizar el recorrido se visualice el número total de pasos, luego los estudiantes calcularan la distancia total recorrida multiplicando la cantidad de pasos registrados por la longitud de su pie. Posteriormente registrarán los resultados en una tabla y compararán los valores obtenidos en distintos intentos y finalmente los estudiantes reflexionan en grupo acerca de la actividad a partir de preguntas.

Nota. Elaboración propia.

Sesión 2

Tabla 7

“Descubriendo el concepto de velocidad y rapidez: aprendizaje exploratorio a partir de simuladores en línea y Micro:Bit”

“Descubriendo el concepto de velocidad y rapidez: aprendizaje exploratorio a partir de simuladores en línea y Micro:Bit”

Nivel educativo	Grado décimo	Duración	2 horas
------------------------	--------------	-----------------	---------



Área integradora	Física, Tecnología e informática y Matemáticas.	Enfoque pedagógico	Aprendizaje por descubrimiento + Enfoque STEM + Pensamiento computacional.
Propósito formativo		Comprender, simular y modelar el concepto de las variables físicas de velocidad y rapidez a través de la experimentación, la programación y el diseño de un sistema con Micro: bit que permita medir la rapidez.	
Pregunta orientadora		¿Cómo podemos medir y representar la rapidez haciendo uso de un dispositivo programado por nosotros mismos?	
Saberes previos Concepto de movimiento, variables físicas básicas (distancia y desplazamiento), manejo básico de TIC o MakeCode		Competencias integradas STEM ● Científica: Observa, describe y explica fenómenos de movimiento. ● Tecnológica: Utiliza sensores y microcontroladores para recoger datos. ● Informática: Aplicación de software y hardware. ● Matemática: Determina las variables a partir de la aritmética. ● Computacional: Descompone, programa y depura algoritmos.	
Materiales y recursos		Micro: Bit, Cable USB, Computador con MakeCode, Cinta métrica, tiza o marcador y Hojas de registro.	
Pensamiento computacional (nodos aplicados) 1. Descomposición del problema. 2. Reconocimiento de patrones. 3. Abstracción de relaciones. 4. Algoritmización y prueba.		Estructura de la secuencia (fase clave) 1. Introducción: Presentación de la actividad y objetivos. 2. Conceptualización: Descripción de los conceptos de velocidad, desplazamiento y ejemplos. 3. Simulación: representación virtual de los conceptos de velocidad y rapidez.	



5. Evaluación, depuración del código y prototipo.	4. Programación y prototipado: Creación del código para medir y mostrar la rapidez. 5. Descubrimiento: Experimentación libre y registro de datos con Micro: Bit.
Estrategia didáctica STEM ● Indagación guiada. ● Programación visual con bloques (MakeCode). ● Trabajo colaborativo	Evidencias de aprendizaje ● Código funcional del programa en Micro: Bit. ● Registro de datos. ● Reflexión personal.
Enfoque de evaluación ● Auténtico: por competencias STEM. ● Constructivista: Evalúa el proceso, la aplicación práctica y la reflexión del aprendizaje. ● Crítico: Observación docente.	Indicadores básicos de logro ● Explica con precisión los conceptos velocidad y rapidez. ● Programa un algoritmo que automatiza la medición. ● Mide datos de movimiento con Micro: Bit. ● Reflexiona sobre su aprendizaje.
Instrumentos sugeridos	Rúbrica de desempeño (conceptual, procedimental, actitudinal) y lista de cotejo del proceso de diseño y programación.
Momentos para la implementación de las actividades de la sesión 1.	
Momento inicial: Saludo y presentación de la actividad. Se socializa el propósito formativo y la pregunta orientadora de la secuencia didáctica, los resultados esperados y se les entrega la guía orientadora donde trabaja como primera actividad los presaberes. Simulación: El docente inicia con una breve explicación teórica sobre los conceptos de velocidad y rapidez y, posteriormente, guía a los estudiantes en la realización de tres pruebas dentro del simulador en diferentes trayectorias.	



Los estudiantes registran los resultados obtenidos y reflexionan en grupo sobre las diferencias encontradas entre los conceptos de velocidad y rapidez.

Momento intermedio: modelación; En este momento, se iniciará la explicación del concepto de la Micro: bit y cómo funciona el programa MakeCode para la programación en bloques.

Luego, los estudiantes programarán la Micro: Bit para que registre el tiempo empleado al recorrer una distancia predeterminada de 5 metros.

Durante la práctica los estudiantes programarán la Micro: Bit de tal manera para que presionar el botón “a” se registre el tiempo y al finalizar el recorrido de los 5 metros el estudiante presione el botón “b” de tal manera que en la pantalla de luces LED se muestre el valor de la rapidez y que al tocar el “icono” se muestre el total de tiempo invertido.

Una vez finalizada la programación, los estudiantes reflexionaran en grupo acerca de la pertinencia de la programación y las dificultades encontradas.

Momento final: practica; Se orientará a los estudiantes para que, con la Micro: Bit previamente programada, registren el tiempo durante intentos con diferentes trayectorias y distancias.

En cada intento, los estudiantes deberán presionar el botón “a” cada segundo de su recorrido para contabilizar el tiempo y, al finalizar el recorrido, presionen el botón “b” para obtener el valor de la rapidez y al oprimir el “icono” visualicen el tiempo total invertido en cada uno de los recorridos.

Posteriormente registraran los resultados en una tabla y compararan los valores obtenidos en los tres intentos, una vez finalizada la práctica, los estudiantes reflexionaran en grupo acerca de cómo la distancia recorrida y el cambio en la dirección de la trayectoria afectan la rapidez.

Nota. Elaboración propia.



Sesión 3

Tabla 8

“Explorando el concepto de aceleración mediante el aprendizaje interactivo con simuladores en línea y Micro: Bit”

“Explorando el concepto de aceleración mediante el aprendizaje interactivo con simuladores en línea y Micro: Bit”							
Nivel educativo		Grado décimo		Duración		2 horas	
Área integradora		Física, Tecnología e Informática y Matemáticas.		Enfoque pedagógico		Aprendizaje por descubrimiento + Enfoque STEM + Pensamiento computacional.	
Propósito formativo				Comprender, simular y modelar el concepto de las variable física aceleración a través de la experimentación, la programación y el diseño de un sistema con Micro: Bit que mida la aceleración.			
Pregunta orientadora				¿Cómo podemos medir y representar la aceleración haciendo uso de un dispositivo programado por nosotros mismos?			
Saberes previos				Competencias integradas STEM			
Concepto de movimiento, variables físicas básicas (velocidad, tiempo y aceleración), manejo básico de TIC o MakeCode.				● Científica: Observa, describe y explica fenómenos de movimiento. ● Tecnológica: Utiliza sensores y microcontroladores para recoger datos. ● Informática: Aplicación de software y hardware. ● Matemática: Determina las variables a partir de la aritmética. ● Computacional: Descompone, programa y depura algoritmos.			



Materiales y recursos	Micro: bit, Cable USB, Computador con MakeCode, Cinta métrica, tiza o marcador y Hojas de registro.
Pensamiento computacional (nodos aplicados) 1. Descomposición del problema. 2. Reconocimiento de patrones. 3. Abstracción de relaciones. 4. Algoritmización y prueba. 5. Evaluación, depuración del código y prototipo.	Estructura de la secuencia (fase clave) 1. Introducción: Presentación de la actividad y objetivos. 2. Conceptualización: Descripción del concepto de aceleración y ejemplos. 3. Simulación: representación virtual del concepto de aceleración 4. Programación y prototipado: Creación del código para medir y mostrar la aceleración. 5. Descubrimiento: Experimentación libre y registro de datos con Micro: Bit. 6. Comunicación y reflexión: preguntas de discusión final y evaluación del aprendizaje.
Estrategia didáctica STEM ● Indagación guiada. ● Programación visual con bloques (MakeCode). ● Trabajo colaborativo	Evidencias de aprendizaje ● Código funcional del programa en Micro: bit. ● Registro de datos. ● Reflexión personal.
Enfoque de evaluación ● Auténtico: por competencias STEM. ● Constructivista: Evalúa el proceso, la aplicación práctica y la reflexión del aprendizaje. ● Crítico: Observación docente.	Indicadores básicos de logro ● Explica con precisión el concepto de aceleración. ● Programa un algoritmo que automatiza la medición. ● Mide datos de movimiento con Micro: bit. ● Reflexiona sobre su aprendizaje.



Instrumentos sugeridos	Rúbrica de desempeño (conceptual, procedimental, actitudinal) y Lista de cotejo del proceso de diseño y programación.
Momentos para la implementación de las actividades de la sesión 1.	
Momento inicial: Saludo y presentación de la actividad. Se socializa el propósito formativo y la pregunta orientadora de la secuencia didáctica, los resultados esperados y se les entrega la guía orientadora donde trabaja como primera actividad los presaberes. Simulación: El docente inicia con una breve explicación teórica sobre el concepto de aceleración y, posteriormente, guía a los estudiantes en la realización de tres pruebas dentro del simulador en diferentes trayectorias de tal manera que observen los cambios en las velocidades y el tiempo empleado según la dirección del movimiento. Los estudiantes registran los resultados obtenidos y calculan la aceleración usando la ecuación correspondiente completando una tabla comparativa. Finalmente reflexionan en grupo sobre cómo la velocidad y el tiempo determinan la aceleración y cómo los cambios de dirección influyen en los resultados.	
Momento intermedio: modelación; En este momento, se iniciará la explicación del concepto de la Micro: bit y cómo funciona el programa MakeCode para la programación en bloques. Luego, los estudiantes programarán la Micro: Bit para que al oprimir el botón “a” registre el tiempo cada segundo y al oprimir el botón “b” registre la velocidad generando a su vez señales visuales y sonoras que confirman el registro, para que al finalizar al agitar la Micro: Bit muestre el valor de la aceleración y al presionar el “icono” se muestre el tiempo y la velocidad total invertidas en cada uno de los recorridos. Finalizada la programación los estudiantes reflexionan en grupo acerca de los códigos esenciales para medir la aceleración y la verificación del programa al medir.	
Momento final: practica; Se orientará a los estudiantes para que marquen distancias de 4, 6 y 8 metros para que comiencen un movimiento a ritmo de trote y con la Micro: Bit ya programada al oprimir el botón “a” registre el tiempo y al oprimir el botón “b” registre la velocidad de tal manera que al finalizar el recorrido agiten la Micro: Bit y obtengan el valor de la aceleración, Los datos recolectados serán se registrarán en una tabla comparativa para observar la relación entre velocidad, tiempo y aceleración	

Nota. Elaboración propia



Resultados y análisis de resultados

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos en la investigación y se presentan de acuerdo con las fases definidas en la ruta metodológica del proyecto: diagnóstico inicial, diseño e implementación de la secuencia didáctica y evaluación final. De esta manera se puede analizar el impacto de la estrategia pedagógica basada en el enfoque STEM, en el fortalecimiento de la comprensión conceptual y procedimental de la cinemática en estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá.

La información se recolectó mediante el uso de cuestionario pretest y posttest, la implementación de lista de cotejo, rúbricas de evaluación y el diligenciamiento de una bitácora, de la siguiente manera: los cuestionarios permitieron medir el nivel de comprensión conceptual y procedimental de las variables de la cinemática antes y después de la intervención; las listas de cotejo se emplearon para verificar el cumplimiento de criterios procedimentales durante las actividades de programación en MakeCode; las rúbricas valoraron el nivel de comprensión de fenómenos físicos en situaciones experimentales y simuladas; y la bitácora permitió registrar el proceso de reflexión de las investigadoras durante la implementación pedagógica.

Para el análisis de la información recolectada se utilizaron tres técnicas: en primer lugar, se aplicó estadística descriptiva para organizar porcentajes, frecuencias y tendencias de respuesta en el pretest y posttest, en segundo lugar, se empleó estadística inferencial mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el propósito de establecer si los cambios observados entre la medición inicial y final fueron estadísticamente significativos y en tercer lugar, se realizó análisis cualitativo a partir de la categorización temática y la comparación constante de la información proveniente de registros, observación sistemática, listas de cotejo y rúbricas de desempeño.

Fase 1: Diagnóstico inicial: análisis de resultados pretest

En la fase diagnóstica se aplicó el cuestionario de inicial con el propósito de identificar los conocimientos previos de los estudiantes, sus percepciones sobre la enseñanza de la física y su nivel inicial de comprensión frente a los conceptos de distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.

Los resultados obtenidos del pretest evidenciaron que antes de la intervención didáctica los estudiantes tenían una percepción tradicional de la clase de física, el 87 % consideró que la clase seguía centrada en la explicación del docente, el uso del tablero, la memorización y la repetición de fórmulas.



Asimismo, el 72,2 % indicó que las herramientas utilizadas con mayor frecuencia eran el tablero y el marcador.

A partir de esta información se pudo corroborar la problemática planteada en el diagnóstico institucional: la enseñanza de la cinemática se encontraba asociada a prácticas poco experimentales, con baja integración de recursos tecnológicos y limitada conexión entre teoría y práctica.

Además, el diagnóstico permitió encontrar una oportunidad pedagógica importante, ya que el 85,2 % de los estudiantes manifestó interés por aprender física mediante simuladores virtuales, Micro:bit y programación con MakeCode, evidenciando una disposición favorable hacia metodologías activas, tecnológicas y experimentales.

En cuanto a la comprensión conceptual, los desempeños iniciales fueron intermedios. Aunque algunos estudiantes reconocían nociones básicas de cinemática, persistían las dificultades para diferenciar distancia y desplazamiento, así como rapidez y velocidad. Estas dificultades se hicieron más evidentes en los ejercicios prácticos, especialmente en situaciones de trayectoria circular, cálculo de desplazamiento y aplicación de relaciones entre distancia, tiempo y rapidez.

Tabla 9

Hallazgos generales del pretest

Dimensión de análisis	Hallazgo general del pretest	Resultado consolidado	Interpretación
Percepción metodológica de la clase de física	Predomina una percepción de enseñanza tradicional, centrada en explicación docente, tablero, marcador, memorización y repetición de fórmulas.	87 % identificó la clase como tradicional	El diagnóstico confirma la necesidad de transformar la enseñanza de la cinemática hacia metodologías activas, experimentales y contextualizadas.
Uso de recursos tecnológicos en el aprendizaje	La presencia de herramientas como simuladores, Micro:bit y programación era limitada antes de la intervención.	72,2 % señaló el uso principal de tablero y marcador	Se evidencia baja integración inicial de recursos tecnológicos, lo que justifica la implementación de una secuencia didáctica mediada por Micro:bit y MakeCode.



Disposición hacia metodologías STEM	Los estudiantes mostraron interés por aprender física mediante simuladores, Micro:bit y programación.	85,2 % manifestó preferencia por estas herramientas	Aunque predominaba una metodología tradicional, existía una actitud favorable hacia el aprendizaje activo, tecnológico y experimental.
Comprensión conceptual de la cinemática	Los estudiantes reconocían parcialmente conceptos como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.	Promedio aproximado: 69,3 %	La comprensión inicial era intermedia; persistían dificultades para diferenciar magnitudes escalares y vectoriales, especialmente distancia/desplazamiento y rapidez/velocidad.
Comprensión práctica y resolución de problemas	Se observaron dificultades al aplicar los conceptos de cinemática en situaciones contextualizadas.	Promedio aproximado: 61,5 %	Los estudiantes presentaban mayor dificultad cuando debían usar los conceptos en problemas reales o ejercicios de interpretación física.
Necesidades pedagógicas identificadas	Se identificó la necesidad de fortalecer la relación entre teoría, práctica, tecnología y análisis de datos.	Hallazgo cualitativo del diagnóstico	El pretest permitió orientar el diseño de la secuencia didáctica hacia actividades de simulación, modelación, programación y experimentación.

Nota. Elaboración propia.

Fase 2: Diseño e implementación de la secuencia didáctica

Esta fase es el eje central de la investigación, ya que permitió transformar los resultados del diagnóstico en una propuesta pedagógica concreta, desde el diseño de la secuencia didáctica en tres sesiones. Además, la implementación de la secuencia didáctica sirvió para desplazar la clase de física desde una metodología centrada en la explicación hacia una experiencia de aprendizaje activo.

Los estudiantes observaron fenómenos, formularon hipótesis, programaron instrucciones en MakeCode, manipularon la Micro:bit, registraron datos y compararon resultados. Así, los conceptos de



cinemática dejaron de trabajarse únicamente como definiciones o fórmulas y se convirtieron en situaciones observables, medibles y discutibles dentro del aula.

Durante las sesiones, la lista de cotejo permitió registrar el cumplimiento de criterios procedimentales asociados al uso de MakeCode, tales como la selección adecuada de bloques, la organización lógica de instrucciones, la corrección de errores y la ejecución funcional de los programas diseñados.

Las rúbricas de desempeño permitieron valorar la comprensión de los fenómenos físicos propios de la cinemática, especialmente la interpretación y relación de variables como distancia, desplazamiento, velocidad, rapidez y aceleración en situaciones experimentales y simuladas. Este instrumento permitió evidenciar que los estudiantes fortalecieron su capacidad para explicar fenómenos de movimiento cuando podían observarlos, medirlos y representarlos mediante recursos tecnológicos. A su vez, la bitácora, permitió registrar aspectos actitudinales y pedagógicos no visibles en los porcentajes, como la motivación, el trabajo colaborativo, la seguridad en la manipulación de la herramienta y la participación durante la discusión de resultados.

Fase 3: Evaluación final: Análisis de resultados Posttest

En esta fase se aplica el posttest desde donde se pudo comparar los cambios alcanzados después de la implementación de la secuencia didáctica, para evaluar los avances como resultado de la estrategia.

Los resultados evidenciaron mejoras importantes en la percepción de la clase y en la comprensión de los conceptos de cinemática, todos los estudiantes reconocieron que la clase integró teoría, práctica, experimentación, modelación y simulación. De igual manera, el 100 % identificó el uso de simuladores, Micro:bit y programación como herramientas empleadas en el proceso.

En la dimensión conceptual, los resultados muestran avances significativos. La comprensión del desplazamiento como cambio de posición aumentó de 64,8 % en el pretest a 91,7 % en el posttest; la identificación del desplazamiento como magnitud dependiente del punto inicial y final alcanzó el 95,8 %; y la diferenciación entre distancia y desplazamiento también llegó al 95,8 %.

Estos resultados indican que la intervención contribuyó a disminuir las confusiones iniciales entre magnitudes escalares y vectoriales.

En la dimensión práctica, los avances fueron igualmente importantes. Las situaciones relacionadas con distancia total, desplazamiento en pista circular y cálculo de rapidez alcanzaron el 100 % de



respuestas correctas. Los ejercicios sobre velocidad instantánea y aceleración alcanzaron el 95,8 % de acierto. Esto permite afirmar que la intervención no solo fortaleció la memorización de definiciones, sino también la capacidad de aplicar los conceptos en situaciones problema.

Tabla 10

Hallazgos generales del postest

Dimensión de análisis	Hallazgo general del postest	Resultado consolidado	Interpretación
Percepción metodológica de la clase de física	Los estudiantes reconocieron una transformación de la clase hacia una metodología activa, práctica, experimental y apoyada en tecnología.	100 % identificó integración de teoría, práctica, experimentación, modelación y simulación	La secuencia didáctica modificó positivamente la percepción de la clase de física y favoreció una experiencia de aprendizaje más dinámica.
Uso de recursos tecnológicos en el aprendizaje	Los estudiantes identificaron el uso efectivo de simuladores, Micro:bit, MakeCode y programación durante la intervención.	100 % reconoció el uso de recursos tecnológicos	Se consolidó la incorporación de herramientas tecnológicas como mediadoras del aprendizaje de la cinemática.
Disposición hacia metodologías STEM	Se fortaleció el interés por continuar aprendiendo física mediante recursos digitales, programación y experimentación.	100 % manifestó aceptación de estas herramientas	La estrategia generó motivación y mayor disposición hacia el aprendizaje activo de la física.
Comprensión conceptual de la cinemática	Se evidenció mejora en la apropiación de los conceptos de distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.	Promedio aproximado: 95,4 %	La intervención permitió reducir confusiones conceptuales y fortalecer la diferenciación entre magnitudes físicas.

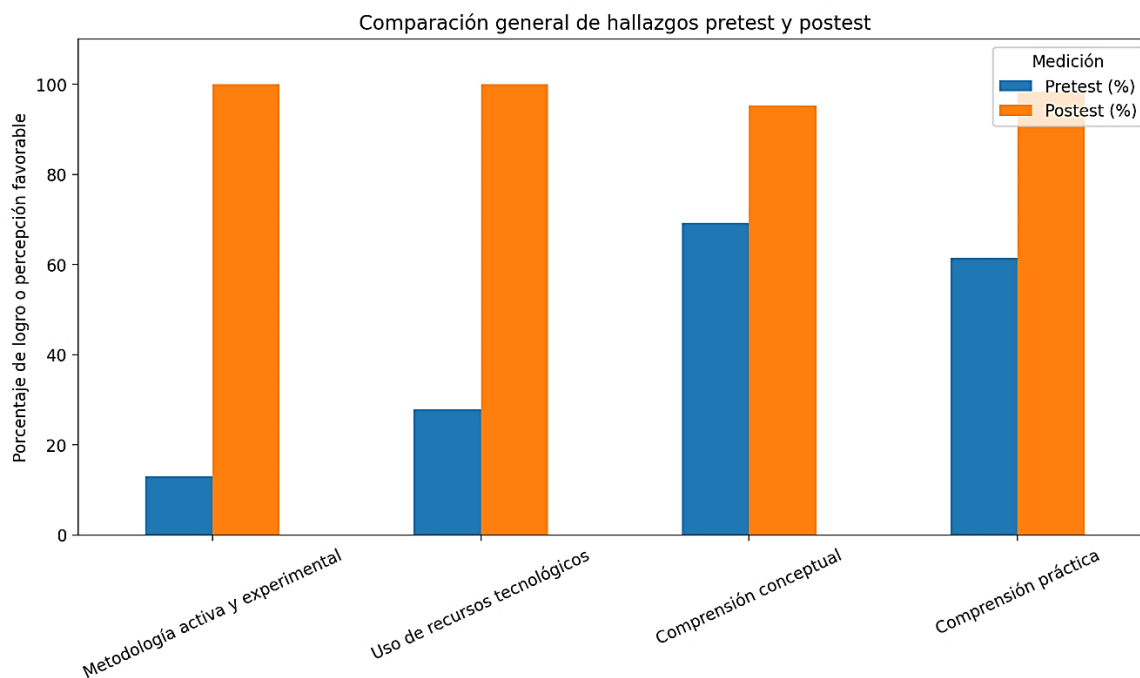


Comprensión práctica y resolución de problemas	Los estudiantes resolvieron con mayor precisión situaciones asociadas al movimiento, distancia total, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.	Promedio aproximado: 98,3 %	La secuencia didáctica fortaleció la aplicación de conceptos en situaciones problema, superando dificultades observadas en el diagnóstico.
Impacto pedagógico de la secuencia didáctica	La integración de STEM, Micro:bit y MakeCode favoreció el aprendizaje significativo y el pensamiento computacional.	Hallazgo cualitativo de la intervención	La estrategia permitió articular teoría y práctica, promoviendo análisis de datos, programación, experimentación y trabajo colaborativo.

Nota. Elaboración propia.

Figura 4

Comparación general de hallazgos pretest y posttest



Nota. Elaboración propia.



El análisis del tamaño del efecto a través del estadístico d de Cohen permitió complementar los resultados obtenidos en la prueba t de Student, proporcionando una interpretación más profunda acerca de la magnitud real del impacto generado por la secuencia didáctica fundamentada en el enfoque STEM y el uso de herramientas tecnológicas como la Micro:bit y la plataforma MakeCode en el aprendizaje de la cinemática.

Mientras que la prueba de significancia estadística permitió determinar si existieron diferencias entre los resultados del pretest y el posttest, el estadístico d de Cohen permitió establecer qué tan relevante fue dicha diferencia desde una perspectiva pedagógica y educativa. En este sentido, el tamaño del efecto constituye un indicador fundamental para valorar la efectividad de la intervención, ya que evidencia el grado en que la estrategia implementada contribuyó al fortalecimiento de la comprensión conceptual y procedimental de los estudiantes frente a las variables de movimiento, tales como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.

Los resultados obtenidos evidencian que la intervención pedagógica generó un efecto significativo sobre el desempeño académico de los estudiantes, indicando que las mejoras observadas no solo responden a variaciones aleatorias o estadísticas, sino a transformaciones reales en los procesos de aprendizaje. Esto demuestra que la incorporación de actividades de simulación, modelación y experimentación apoyadas en herramientas tecnológicas favoreció la apropiación de conceptos físicos tradicionalmente percibidos como abstractos y complejos.

Desde el punto de vista pedagógico, el tamaño del efecto refleja que las metodologías activas basadas en el enfoque STEM posibilitaron un aprendizaje más dinámico, contextualizado y significativo, promoviendo la participación activa de los estudiantes en la construcción de su conocimiento. Asimismo, la integración de la programación básica y el uso de dispositivos interactivos permitió fortalecer habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, el razonamiento lógico y la resolución de problemas, aspectos que incidieron directamente en la comprensión de los fenómenos físicos abordados durante la intervención.

De igual manera, el valor obtenido en el estadístico d de Cohen permite inferir que la secuencia didáctica logró trascender los modelos tradicionales de enseñanza centrados en la memorización de fórmulas, favoreciendo procesos de aprendizaje fundamentados en la exploración, la experimentación y la relación entre teoría y práctica. Los estudiantes no solo incrementaron sus resultados en las pruebas aplicadas, sino que evidenciaron mayores capacidades para interpretar situaciones problemáticas, analizar



variables cinemáticas y representar fenómenos físicos mediante herramientas digitales y actividades experimentales.

En términos metodológicos, el uso del tamaño del efecto fortalece la validez y rigurosidad del estudio, debido a que aporta una interpretación cuantitativa de la magnitud del cambio educativo alcanzado. Esto resulta especialmente relevante en investigaciones educativas de enfoque mixto y diseños preexperimentales, donde no basta únicamente con identificar diferencias estadísticas, sino que es necesario valorar la relevancia práctica y pedagógica de los resultados obtenidos.

En consecuencia, el análisis mediante d de Cohen respalda la efectividad de la propuesta didáctica implementada y confirma que la integración del enfoque STEM, el aprendizaje por descubrimiento y las herramientas tecnológicas emergentes constituyen estrategias pertinentes para fortalecer la enseñanza de la física en educación media. Además, los hallazgos permiten reconocer que este tipo de metodologías favorecen no solo la adquisición de conocimientos conceptuales, sino también el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y cognitivas fundamentales para responder a las demandas educativas del siglo XXI.

El tamaño del efecto obtenido permite concluir que la secuencia didáctica diseñada tuvo una incidencia positiva y relevante sobre el aprendizaje de la cinemática en los estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá, constituyéndose en una experiencia pedagógica innovadora que aporta significativamente al fortalecimiento de las prácticas de enseñanza de las ciencias desde perspectivas interdisciplinarias, activas y mediadas por tecnología.

Análisis cuantitativo mediante prueba t de Student

La prueba t de Student permite establecer si las diferencias observadas entre el pretest y el posttest son estadísticamente significativas y si la intervención STEM generó un impacto en la comprensión de los fenómenos asociados a la cinemática. Se asumió una escala de 0 a 15 puntos, correspondiente al número de ítems seleccionados para valorar la comprensión conceptual y procedimental de la cinemática.

La hipótesis nula y la hipótesis alternativa se formularon de la siguiente manera:

H_0 : No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pretest y el posttest después de la implementación de la secuencia didáctica STEM.

H_1 : Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pretest y el posttest después de la implementación de la secuencia didáctica STEM.



La prueba t de Student para muestras relacionadas se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$t = \bar{d} / (s^d / \sqrt{n})$$

Donde $\bar{d}$ representa la media de las diferencias entre pretest y posttest, s^d la desviación estándar de dichas diferencias y n el número de estudiantes comparados.

Tabla 11

Comparación de resultados pretest y posttest

Medición	n	Media estimada	Desviación estándar estimada	Diferencia media
Pretest	24	10	1,85	—
Posttest	24	14,46	0,72	4,46

Nota. Elaboración propia.

Al comparar las medias estimadas, se observa que el desempeño promedio pasó de 10 puntos en el pretest a 14,46 puntos en el posttest, lo que representa un incremento de 4,46 puntos después de la implementación de la secuencia didáctica. Este aumento evidencia una mejora importante en la comprensión de los conceptos de distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.

Análisis cuantitativo mediante la d de Cohen

Tras la implementación de la secuencia didáctica STEM mediada por la Micro:bit, el análisis del tamaño del efecto mediante la d de Cohen permite concluir que la intervención generó un impacto masivo y altamente positivo en el aprendizaje de la cinemática.

1. Magnitud del Cambio Cuantitativo: Al analizar la muestra de 24 estudiantes, se observa que la media de desempeño aumentó de 10 puntos en el pretest a 14.46 puntos en el posttest (en una escala de 0 a 15). Esta diferencia media de 4.46 puntos representa un incremento del 29.7% sobre el total de la prueba en tan solo tres sesiones.
2. Cálculo del Efecto: Utilizando los datos de las fuentes (Media Pre=10, DS Pre=1.85; Media Post=14.46, DS Post=0.72), se obtiene un valor de d de Cohen de aproximadamente 3.19.



Nota fuera de las fuentes: En la estadística aplicada a la educación, según los umbrales de Cohen (1988), un valor de $d > 0.80$ se considera un efecto grande. Un resultado de 3.19 es catalogado como un efecto "muy grande" o "enorme", indicando que la puntuación media del grupo en el posttest está más de tres desviaciones estándar por encima de la media inicial.

3. Significancia Pedagógica: Este valor tan elevado de la d de Cohen valida que el enfoque STEM y el aprendizaje por descubrimiento lograron lo que la metodología tradicional no conseguía: cerrar la brecha de comprensión en conceptos abstractos como la aceleración y la diferenciación entre rapidez y velocidad. El impacto es tan contundente que sugiere que el 99% de los estudiantes del posttest superaron la media del pretest, lo cual demuestra la efectividad de la modelación algorítmica y el uso de sensores físicos en tiempo real.
4. Validación de la Hipótesis: El tamaño del efecto refuerza el rechazo de la hipótesis nula (H_0), confirmando que las diferencias no fueron producto del azar, sino consecuencia directa de la intervención con Micro:bit y MakeCode. Esto posiciona a la secuencia didáctica como una herramienta robusta para mejorar no solo la comprensión conceptual (que subió al 95.4%), sino también la capacidad de resolución de problemas prácticos (que alcanzó un 98.3%).

Así, la d de Cohen confirma que el proyecto no solo cumplió con el objetivo de fomentar el aprendizaje, sino que transformó la estructura cognitiva de los estudiantes de grado décimo de manera profunda, logrando un impacto educativo de gran escala que justifica la replicabilidad de esta estrategia en otras áreas de la física

Análisis de resultados mediante la técnica Hake

Interpretación del resultado: Un valor de $g = 0.89$ indica que los estudiantes lograron aprender el 89% de los contenidos que desconocían al inicio del proceso. En la investigación educativa, cualquier valor superior a 0.70 se clasifica como "Ganancia Alta", lo que valida la efectividad del aprendizaje por descubrimiento y el uso de la Micro:bit para transformar conceptos abstractos en conocimientos tangibles.

Tabla 12

Ganancia Normalizada de Hake

Variable de Análisis	Pretest (Media)	Posttest (Media)	Puntaje Máximo	Ganancia Absoluta	Índice de Hake (g)	Clasificación de Ganancia



Comprensión de Cinemática	10.00	14.46	15.00	4.46	0.89	Alta
---------------------------	-------	-------	-------	------	------	------

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones del Análisis de Hake

1. Superación de Dificultades: La ganancia del 89% demuestra que se redujeron drásticamente las confusiones iniciales detectadas en el diagnóstico, donde solo el 69.3% de los estudiantes reconocía conceptos básicos.
2. Efectividad del Enfoque STEM: El alto índice de Hake confirma que la transición de una metodología tradicional (donde el 87% percibía la clase como teórica) a una experimental mediada por MakeCode permitió un anclaje profundo de los conocimientos.
3. Impacto en la Brecha Cognitiva: Al considerar el nivel inicial de presaberes, el Índice de Hake nos permite afirmar con rigor científico que la secuencia didáctica no solo aumentó las notas, sino que optimizó el potencial de aprendizaje de los 60 estudiantes participantes.

Triangulación de datos

Para fortalecer, ampliar y cualificar la triangulación de datos de esta investigación, es necesario integrar los hallazgos cuantitativos de los cuestionarios con las evidencias cualitativas recolectadas durante la implementación de la secuencia didáctica. Como estudiante de maestría, presento a continuación la interpretación detallada que sustenta la efectividad del enfoque STEM en el Colegio de Boyacá, citando los datos concretos del pretest y postest.

Triangulación y Cualificación de Resultados

La triangulación se fundamenta en la convergencia de tres ejes: los resultados estadísticos (Pretest/Postest), el desempeño procedimental (listas de cotejo/rúbricas) y la percepción del entorno (bitácora y encuestas).

1. Ruptura del Paradigma Tradicional: Los datos iniciales revelaron una crisis en la metodología de enseñanza: el 87% de los estudiantes percibía la clase de física como un espacio de recepción pasiva basado en la memorización de fórmulas y el uso exclusivo de tablero y marcador (72.2%).
 - Fortalecimiento: Tras la intervención, el 100% de la muestra no solo reconoció un cambio hacia una metodología activa, sino que identificó plenamente la integración de



simulación, modelación y experimentación. Esta transición cualifica el proceso, demostrando que el uso de la Micro:bit y MakeCode eliminó la desconexión entre teoría y práctica que afectaba el interés del 85.2% de los alumnos antes del proyecto.

2. Evolución de la Comprensión Conceptual (Datos Concretos): La triangulación permite observar cómo el aprendizaje por descubrimiento impactó áreas críticas de la cinemática donde la instrucción tradicional fallaba:
 - Desplazamiento y Distancia: En el pretest, la comprensión del desplazamiento como cambio de posición era apenas del 64.8%. Mediante el modelado algorítmico y la experimentación física, este indicador escaló al 91.7%. Más aún, la capacidad para diferenciar estos dos conceptos alcanzó un 95.8% de acierto en el posttest, reduciendo drásticamente las confusiones entre magnitudes escalares y vectoriales.
 - Rapidez y Velocidad: Mientras que el diagnóstico inicial mostraba una comprensión intermedia general del 69.3%, los ejercicios prácticos de trayectoria circular y cálculo de rapidez en la fase final lograron un 100% de respuestas correctas.
3. Salto cualitativo en la Resolución de Problemas: La aplicación de la prueba *t* de Student para muestras relacionadas ($n=24$) otorga validez científica a la triangulación al mostrar un incremento en la media de 10 a 14.46 puntos sobre 15 posibles.
 - Ampliación del análisis: Este aumento de 4.46 puntos no es solo numérico; cualitativamente representa que los estudiantes pasaron de una capacidad de resolución de problemas del 61.5% a una de 98.3%.
 - Cualificación procedimental: A través de las listas de cotejo, se evidenció que este éxito se debe al desarrollo del pensamiento computacional (algoritmización y depuración de errores en MakeCode), lo que permitió a los alumnos "ver" la física a través de sensores y datos en tiempo real, facilitando la comprensión de conceptos abstractos como la aceleración, que alcanzó un 95.8% de precisión en el posttest.

Tabla 13
Síntesis de la Triangulación

Dimensión	Hallazgo Pretest (Cita)	Hallazgo Posttest (Cita)	Impacto Cualitativo
Metodológica	87% Tradicional	100% Activa/STEM	Transformación del rol del estudiante a constructor de conocimiento.



Conceptual (Media)	69.3% (Intermedio)	95.4% (Excelencia)	Superación de barreras en conceptos abstractos de cinemática.
Práctica/Problemas	61.5%	98.3%	Desarrollo de competencias científicas para pruebas Saber 11.
Estadística (Media)	10.0 / 15.0	14.46 / 15.0	Mejora significativa confirmada por la prueba <i>t</i> de Student.

Nota. Elaboración propia.

Conclusión de la Triangulación

Los datos concretos demuestran que la integración de herramientas como la Micro:bit no solo incrementó el desempeño académico en un 29.7% respecto a la media inicial, sino que cualificó el proceso educativo al fomentar habilidades de pensamiento crítico y colaborativo, pilares fundamentales del enfoque STEM propuesto para el Colegio de Boyacá

Tabla 14

Triangulación normalizada

Categoría	Sustento teórico	Evidencias encontradas	Interpretación triangulada
Aprendizaje por descubrimiento	El aprendizaje por descubrimiento plantea que el estudiante construye conocimiento mediante la exploración, la experimentación y la resolución de problemas en contextos reales.	Durante la implementación los estudiantes formularon hipótesis, programaron secuencias en MakeCode, manipularon la Micro:bit y analizaron datos de movimiento. Las rúbricas mostraron mejoras en la explicación de fenómenos físicos y	La triangulación entre rúbricas, listas de cotejo y resultados del postest evidencia que la secuencia didáctica favoreció procesos de aprendizaje activo y descubrimiento guiado. Mientras en el pretest los estudiantes presentaban dificultades para aplicar conceptos en ejercicios contextualizados, alcanzando solo un promedio aproximado de 61,5 % en comprensión práctica, en el postest este valor aumentó a 98,3 %. Asimismo, actividades relacionadas con cálculo de rapidez, distancia total y desplazamiento en trayectorias circulares alcanzaron el 100 % de respuestas correctas. Estos resultados muestran que la experimentación y la manipulación directa



		en la resolución de situaciones relacionadas con rapidez, velocidad y aceleración.	de recursos tecnológicos facilitaron que los estudiantes construyeran explicaciones propias a partir de la observación y análisis del movimiento.
Enfoque STEM	El enfoque STEM promueve la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas mediante experiencias interdisciplinarias y contextualizadas que fortalecen el aprendizaje activo.	El 100 % de los estudiantes reconoció en el postest la integración de teoría, práctica, simulación, modelación y programación. Además, el uso de simuladores, MakeCode y Micro:bit fue identificado por todos los estudiantes como parte central de la experiencia pedagógica.	La triangulación entre pretest, postest y bitácora demuestra que la implementación de la estrategia STEM transformó significativamente la percepción de la enseñanza de la física. En el diagnóstico inicial, el 87 % de los estudiantes consideraba que la clase estaba centrada en la explicación del docente y la repetición de fórmulas, mientras que el 72,2 % identificaba únicamente el tablero y el marcador como herramientas frecuentes. Sin embargo, después de la intervención, el 100 % reconoció el uso de recursos tecnológicos y metodologías activas. La bitácora además evidenció mayor motivación, participación y disposición al trabajo colaborativo, lo que indica que la integración STEM fortaleció no solo la comprensión conceptual sino también el interés y compromiso hacia el aprendizaje de la física.
Pensamiento computacional	Wing (2006) y Brennan y Resnick (2012) sostienen que el pensamiento computacional implica resolver problemas mediante	Las listas de cotejo evidenciaron avances en la organización lógica de instrucciones, selección adecuada de bloques en MakeCode, corrección de errores	La triangulación entre listas de cotejo, observación sistemática y resultados académicos permite afirmar que el uso de programación con Micro:bit fortaleció habilidades propias del pensamiento computacional. Inicialmente los estudiantes mostraban escasa relación entre física y herramientas tecnológicas, situación reflejada en el predominio de metodologías tradicionales identificado por el 87 % del grupo.



	secuencias lógicas, modelación, programación y depuración de errores.	y ejecución funcional de programas. La bitácora registró mayor autonomía y seguridad en el manejo de herramientas digitales.	Posteriormente, el 100 % manifestó aceptación de la programación y simulación como herramientas para aprender física. Además, la mejora de la media general de 10 puntos en el pretest a 14,46 puntos en el posttest evidencia que la resolución de problemas mediante programación favoreció procesos de razonamiento lógico y comprensión de fenómenos físicos.
Enseñanza de la cinemática	Diversos autores señalan que la enseñanza de la cinemática requiere estrategias experimentales y de modelación que permitan comprender magnitudes como distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.	La comprensión conceptual pasó de un promedio aproximado de 69,3 % en el pretest a 95,4 % en el posttest. La diferenciación entre distancia y desplazamiento alcanzó el 95,8 %, mientras que los ejercicios sobre velocidad instantánea y aceleración lograron 95,8 % de respuestas correctas.	La triangulación entre resultados cuantitativos, rúbricas y observación pedagógica evidencia que la secuencia didáctica permitió superar dificultades históricas en la enseñanza de la cinemática. En el pretest persistían confusiones entre magnitudes escalares y vectoriales, especialmente entre distancia y desplazamiento, así como entre rapidez y velocidad. Después de la intervención, la comprensión del desplazamiento como cambio de posición aumentó de 64,8 % a 91,7 %, y la identificación del desplazamiento como magnitud dependiente de un punto inicial y final alcanzó el 95,8 %. Estos resultados muestran que la modelación y simulación permitieron representar el movimiento de manera observable y comprensible, fortaleciendo la apropiación conceptual de la cinemática.
Aprendizaje significativo	El aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan con	Los estudiantes mostraron mayor motivación, participación y capacidad para aplicar conceptos físicos en	La triangulación entre prueba estadística, bitácora y desempeño práctico evidencia que la estrategia didáctica favoreció procesos de aprendizaje significativo. La diferencia media de 4,46 puntos entre pretest y posttest demuestra una mejora sustancial en la comprensión conceptual y



	experiencias previas y contextos cercanos al estudiante, favoreciendo una comprensión duradera y funcional.	situaciones experimentales y simuladas. La prueba t de Student mostró un incremento de la media de 10 puntos en el pretest a 14,46 puntos en el posttest.	procedimental de la cinemática. Además, el interés inicial del 85,2 % de los estudiantes por aprender mediante simuladores y programación se consolidó en el posttest con un 100 % de aceptación de estas metodologías. La articulación entre teoría, práctica, programación y experimentación permitió que los conceptos dejaran de percibirse como fórmulas abstractas y fueran comprendidos como fenómenos observables y aplicables a situaciones reales.
--	---	---	--

Nota. Elaboración propia.



Conclusiones

La implementación de la secuencia didáctica fundamentada en el enfoque STEM y el aprendizaje por descubrimiento mitiga de manera efectiva la problemática de la enseñanza tradicionalista en el Colegio de Boyacá, la cual se caracteriza por la memorización de fórmulas y una marcada desconexión con el contexto real. Se evidencia que la transición hacia una metodología activa transforma radicalmente la percepción del estudiantado, logrando que el 100% de los participantes identifique la clase de física como un espacio de experimentación y modelación interdisciplinar. Este cambio de paradigma responde directamente a la necesidad de transformar prácticas pedagógicas pasivas en experiencias de aprendizaje significativo mediadas por tecnología.

Los resultados cuantitativos validan el cumplimiento de los objetivos planteados, demostrando un incremento sustancial en la comprensión de la cinemática, donde la media de desempeño asciende de 10 a 14.46 puntos sobre 15. El análisis estadístico revela un tamaño del efecto de Cohen de 3.19, catalogado como masivo, y un índice de ganancia de Hake de 0.89, lo que indica que los estudiantes asimilan el 89% de los contenidos que desconocían inicialmente. Estos datos confirman que el uso de la Micro:bit y MakeCode no solo mejora el rendimiento académico, sino que optimiza el potencial de aprendizaje mediante la resolución de problemas prácticos, cuya precisión aumenta del 61.5% al 98.3%.

La interpretación crítica de los hallazgos sugiere que el pensamiento computacional actúa como un andamiaje cognitivo superior que permite a los estudiantes "ver" y cuantificar fenómenos abstractos en tiempo real. La capacidad de programar sensores y analizar datos físicos facilita la diferenciación entre magnitudes escalares y vectoriales; por ejemplo, la comprensión del desplazamiento como cambio de posición evoluciona del 64.8% al 91.7%, mientras que la distinción entre rapidez y velocidad alcanza el 100% de acierto tras la intervención. Este proceso de algoritmización y depuración en MakeCode fortalece el razonamiento lógico, permitiendo que conceptos complejos como la aceleración dejen de percibirse como abstracciones matemáticas inaccesibles.

El aporte teórico de la investigación reside en la validación de un modelo de enseñanza que articula la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas dentro del currículo de educación media. En el plano práctico, el estudio entrega una secuencia didáctica validada y alineada con los Nodos de Pensamiento Computacional, la cual fortalece las competencias científicas necesarias para afrontar evaluaciones de alto impacto como el examen Saber 11. La integración de herramientas de computación física demuestra que



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

es posible cerrar brechas curriculares acumuladas, fomentando habilidades del siglo XXI como la autonomía, la creatividad y el trabajo colaborativo.

La coherencia metodológica, sustentada en la investigación-acción educativa y un enfoque mixto, permite una triangulación rigurosa que dota de validez científica a los resultados obtenidos. La convergencia entre los cuestionarios, las listas de cotejo y las bitácoras de campo confirma que el éxito de la propuesta no es solo estadístico, sino cualitativo, al generar una mayor motivación y disposición hacia el estudio de las ciencias naturales. La labor del docente como investigador de su propia práctica se consolida como el motor de transformación para mejorar la calidad educativa en contextos públicos (Ramírez Martínez & Mejía Jiménez, 2018).

Se reconoce que la sostenibilidad de estas innovaciones requiere de una capacitación docente sistemática y del mantenimiento de los recursos tecnológicos institucionales. Se recomienda la replicabilidad de esta estrategia en otras áreas de la física, promoviendo el diseño de proyectos interdisciplinarios que trasciendan la enseñanza fragmentada. La visión prospectiva de este estudio posiciona al enfoque STEM como la vía necesaria para consolidar una educación innovadora que responda a los desafíos tecnológicos y sociales de la actualidad



Referencias

- Arrigui Torres, E., & Mosquera, J. A. (2022). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias: Una revisión documental entre 2018 y 2021. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1), 49–61.
<https://journalusco.edu.co/index.php/LadECiN/article/view/4270>
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- 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>
- Bello, S., Martínez, A., & Rodríguez, L. (2022). Desarrollo del pensamiento crítico y abstracto en estudiantes de educación media. *Revista Educación y Ciencia*, 26(1), 45–60.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., & Earp, J. (2022). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. European Schoolnet.
- Botero Espinosa, J. (2018). *Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender*. STEM Education Colombia.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. En *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*. American Educational Research Association.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K–12 classrooms: Understanding A framework for K–12 science education. *The Science Teacher*, 78(9), 34–40.
- Cederqvist, A. M. (2022). Designing and programming digital artifacts: Students’ meaning-making in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 753–775.
- Cheng, Y. W., Liao, C. C., & Yu, K. C. (2021). Learning kinematics through STEM-based robotics activities: Effects on conceptual understanding and problem solving. *Journal of Science Education and Technology*, 30(4), 567–581.
- Chía Fuentes, Y. (2025). Estrategias metodológicas para la implementación del enfoque STEM, a través del desarrollo del pensamiento computacional y de diseño. *Revista De Innovación En Enseñanza De Las Ciencias*, 7(2), 37–61. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V7.I2.186>
- Dutra Shaw, M. (2025). *Integración del pensamiento computacional en la enseñanza de la cinemática* [Tesis de maestría, Universidad de la República, Facultad de Ciencias]. Colibrí Repositorio Institucional.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/53458/1/uy24-64553.pdf>



- Fojtík, M., Cápay, M., Medová, J., & Valovičová, L. (2023). *Actividades con BBC micro:bit como base para el razonamiento estadístico de estudiantes de secundaria*. *Mathematics*, 11(14), 3206. <https://doi.org/10.3390/math11143206>
- Fonseca, J., & Simbaña, V. (2022). Enfoque STEM para la enseñanza de la física en estudiantes de bachillerato. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun*, 6(11), 90–104.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Furcy, M., & Bravo, B. (2023). Modelación y simulación en la enseñanza de la física: Aportes para la comprensión de fenómenos científicos. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 41(2), 95–112.
- García, M., Ramírez, P., & López, C. (2022). Aprendizaje por descubrimiento y construcción significativa del conocimiento en contextos escolares. *Revista Educación y Desarrollo*, 62, 15–27.
- Gobernación de Boyacá. (2024). *Reto STEAM Boyacá 2025: Innovación educativa para el territorio*. Secretaría TIC y Gobierno Abierto.
- Greenfield, A. (2006). *Everyware: The dawning age of ubiquitous computing*. New Riders.
- Guamán, V., Herrera, L., & Espinoza, E. (2023). Simulación y experimentación como estrategias didácticas para la enseñanza de la física. *Revista Conrado*, 19(90), 215–224.
- Gutiérrez, M., & Guativa, J. (2019). *Educación STEM: Una propuesta interdisciplinar para el aprendizaje significativo*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056–1065. <https://doi.org/10.1119/1.14031>
- Hernández, R., & Quintero, J. (2024). Estrategias STEM para la enseñanza de conceptos abstractos en física escolar. *Revista Colombiana de Educación Científica*, 8(1), 33–49.
- Hernández-Flórez, N., & Klimenko, O. (2025). Métodos mixtos en la investigación educativa: Aportes para el análisis de fenómenos escolares complejos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 89(1), 55–72.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- Kalelioglu, F., & Sentance, S. (2020). Teaching with physical computing in school: The case of the BBC micro:bit. *Education and Information Technologies*, 25, 2577–2603.



- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2021). Why minimally guided instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- López, A., & Orozco, J. (2017). Clases interactivas demostrativas con simulaciones PhET para la enseñanza de la mecánica en bachillerato. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(2), 77–88.
- Manzano Mozo, F. J., García, M. G., & Fernández, J. M. (2017). Mecanismos articulados: Geometría dinámica y cinemática en un entorno educativo STEM. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3(1), 15–27. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2017.v3i1.1973>
- Martín, O., & Santaolalla, E. (2020). Educación STEM. *Revista Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (381), 41–46. <https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>
- Martínez Miguélez, M. (2012). La investigación cualitativa etnográfica en educación: Manual teórico-práctico (3.ª ed.). Editorial Trillas. https://biblioteca.ugc.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4139&utm_source
- Martínez Raba, D y Moreno Católico, A. (2024). Pensamiento Computacional: Un Abordaje Didáctico Para El Aprendizaje De La Astrofísica Estelar. Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/17810>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vélchez-González, J. M. (2021). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- McDermott, L. C. (1991). Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned—Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301–315. <https://doi.org/10.1119/1.16539>
- Melo Niño, D. S. (s.f.). *Integración de las ciencias básicas en educación media con enfoque STEM en robótica comparada con una metodología tradicional de enseñanza* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Institucional UPTC. <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/74b936b2-0280-472a-8390-8cd2f23162b5/content>
- Microsoft. (2023). *Microsoft MakeCode for micro:bit*. <https://makecode.microbit.org>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2020). *Visión STEM+: Educación expandida para la vida*. Organización de Estados Iberoamericanos y Parque Explora. <https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>
- Ministerio de Educación Nacional, Fundación Siemens Stiftung, Red Interamericana de Educación Docente, & Organización de los Estados Americanos. (2021). *STEAM + género: Una propuesta para fortalecer la educación inicial con equidad*. Ministerio de Educación Nacional.



- Molina, J. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las ciencias en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6292
- Mora, C., Rodríguez, M., & Hernández, J. (2023). Educación STEM y pensamiento computacional en la enseñanza de la física. *Revista Mexicana de Física E*, 20(2), 1–10.
- National Research Council. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12840>
- Palacios Ortega, A., Pascual López, V., & Moreno Mediavilla, D. (2022). El papel de las nuevas tecnologías en la educación STEM. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4), 11–21. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.96550>
- Patiño Cuervo, D., Pineda Caro, D., Torres Torres, A., & Pulido Cortés, O. (2022). Producción científica sobre educación STEM en Latinoamérica: Un estudio bibliométrico. *Praxis*, 18(2), 278–304. <https://doi.org/10.21676/23897856.3787>
- Pinto, A. (2023). Pensamiento computacional y resolución de problemas en educación básica y media. *Revista Educación y Tecnología*, 17(2), 89–103.
- Ramírez Martínez, Mejía Jiménez (2018). El Maestro Investigador en El Siglo XXI: Entre La Fragilidad De Su Práctica y La Potencia en Su Experiencia Pedagógica <https://doi.org/10.24236/24631388.n7.2019.1917>
- Rodríguez, C., Pérez, M., & Sánchez, L. (2020). Experimentación guiada y aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza de las ciencias. *Revista Científica de Educación y Tecnología*, 12(1), 44–58.
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2021). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using Scratch in five schools. *Computers & Education*, 97, 129–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Salica, M., & Abad, A. (2020). Tecnologías digitales y enseñanza de la física en contextos escolares. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 15(2), 33–47.
- Secretaría TIC de Boyacá. (2022). *Boyacá fortalece ambientes escolares con laboratorios STEM y kits Maker*. Gobernación de Boyacá.
- Secretaría TIC de Boyacá. (2023). *Primer Concurso Departamental STEM “Atrévete a soñar en grande”*. Gobernación de Boyacá.
- Sentance, S., & Waite, J. (2022). Physical computing in school: The BBC micro:bit and computational thinking. *Computer Science Education*, 32(1), 1–23.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (10th ed.). Cengage Learning.



- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation. *American Journal of Physics*, 66(4), 338–352.
<https://doi.org/10.1119/1.18863>
- Torres, M (2025). Robótica educativa una experiencia en gestión del conocimiento en la provincia de Ubaté. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Disponible en:
<https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/18453>
- Vallejo, J., Morales, D., & Cárdenas, P. (2024). Aprendizaje por descubrimiento y razonamiento indagatorio en ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa*, 14(1), 101–118.
- Valverde, J., Fernández, M. R., & Garrido, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46, 1–18.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? *The Link Magazine*, 6, 20–23.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46, 1–47.



Apéndice A: glosario

- Aceleración:** Magnitud física que expresa la variación de la velocidad de un objeto en un intervalo de tiempo determinado.
- Aprendizaje por Descubrimiento:** Enfoque constructivista donde el estudiante construye su conocimiento mediante la exploración guiada, la formulación de hipótesis y la interacción directa con el entorno.
- Cinemática:** Rama de la física que se ocupa del estudio del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas (fuerzas) que lo originan.
- d de Cohen:** Estadístico utilizado para medir el tamaño del efecto, cuantificando la magnitud de la diferencia entre dos grupos o momentos (pretest y posttest) en unidades de desviación estándar
- Desplazamiento:** Cambio de posición de un objeto entre un punto inicial y uno final, independientemente de la trayectoria seguida.
- Distancia:** Longitud total de la trayectoria recorrida por un objeto en movimiento.
- Enfoque STEM:** Estrategia pedagógica interdisciplinar que integra las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para resolver problemas del contexto real.
- Índice de Hake (g):** Métrica de ganancia normalizada que evalúa el incremento en el aprendizaje logrando comparar lo que el estudiante aprendió frente a lo que le faltaba por aprender al inicio
- MakeCode:** Plataforma de programación visual basada en bloques desarrollada por Microsoft, que facilita la creación de algoritmos para la tarjeta Micro:bit.
- Micro:bit:** Tarjeta microcontroladora programable que integra sensores (acelerómetro, brújula) y actuadores, diseñada para la experimentación científica y tecnológica en el aula.
- Pensamiento Computacional:** Proceso cognitivo que implica la resolución de problemas mediante la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos.
- Rapidez:** Magnitud escalar que relaciona la distancia recorrida con el tiempo invertido, sin considerar la dirección del movimiento.
- Velocidad:** Magnitud vectorial que relaciona el cambio de posición (desplazamiento) con el tiempo, incluyendo la dirección del movimiento.
- Triangulación metodológica:** Estrategia propia del enfoque mixto que consiste en integrar y comparar datos provenientes de métodos cuantitativos y cualitativos. Su propósito es fortalecer la validez de los hallazgos mediante el contraste de información recolectada a través de diversos instrumentos, permitiendo una interpretación más completa de las dinámicas escolares.



Apéndice B: siglario

- MinTIC:** Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (Entidad líder del programa de formación tecnológica).
- NPC:** Nodos de Pensamiento Computacional (Programa nacional liderado por el Ministerio TIC y el British Council en el que participa la institución).
- NSF:** National Science Foundation (Organismo que acuñó originalmente el término STEM en la década de los 90).
- OEI:** Organización de Estados Iberoamericanos (Entidad colaboradora en la visión estratégica de la educación en Colombia).
- PC:** Pensamiento Computacional (Competencia fundamental del siglo XXI centrada en la resolución de problemas y el diseño de algoritmos).
- PhET:** Physics Education Technology (Simuladores interactivos utilizados para la visualización y experimentación de fenómenos físicos).
- Saber 11:** Examen de Estado de la educación media en Colombia (Referente para evaluar el fortalecimiento de las competencias científicas en el área de física).
- STEM:** Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Enfoque integrador de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas que constituye el eje central de la investigación).
- TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- VD:** Variable Dependiente (En este estudio corresponde al desempeño y comprensión de la cinemática).
- VI:** Variable Independiente (En este estudio corresponde a la intervención mediante la secuencia didáctica STEM).



Anexos

Anexo A

Pretest y postest

Cuestionario de entrada para identificar las concepciones de los estudiantes acerca de la enseñanza de la física y conceptos de distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.

Concepciones sobre la enseñanza de la física	Opción de respuesta
En la metodología tradicional de aprendizaje se considera al estudiante como receptor pasivo de la información, mientras que el docente es el que transmite dicho contenido, siendo este un experto en su materia. Se utilizan ejercicios de lápiz y papel, de memorización y repetición y de aplicación matemática de fórmulas. Teniendo en cuenta la información anterior, considera usted que:	a. La clase de física actualmente sigue una metodología tradicional. b. En la clase de física se involucran aspectos que van más allá de la metodología tradicional, utilizando videos y diapositivas. c. En la clase de física se combina teoría y práctica, experimentación, modelación y simulación por lo tanto no sigue una metodología tradicional. d. Ninguna de las anteriores.
En la clase de física se hace uso de herramientas como:	a. Simuladores virtuales, Micro:bit y programación. b. Videos y diapositivas. c. Tablero y marcador. d. Todas las anteriores.
En la clase de física me gustaria aprender haciendo uso de:	a. Simuladores virtuales, Micro:Bit y programación con MakeCode b. Tablero y marcador c. Sitios web y aplicaciones de celular.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Recursos tecnológicos	Escalas de valoración
I. ¿Tiene acceso a herramientas tecnológicas en la institución educativa?	Sí No
II. ¿Ha utilizado herramientas tecnológicas como la Micro: Bit?	Sí No
III. ¿Tienen conocimiento en lenguaje de programación?	Sí No
IV. ¿Cuenta con dispositivos tecnológicos personales que le permiten apoyar su aprendizaje?	Sí No
Ciencia y sociedad	Escalas de valoración
I. ¿Considera usted que la ciencia contribuye de manera significativa al desarrollo social?	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
II. ¿Entender los conceptos físicos le permite comprender los fenómenos que evidencia a su alrededor?	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
III. ¿El desarrollo de las tecnologías que tienen como base los principios físicos mejoran la calidad de vida humana?	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
Comprensión conceptual	Escalas de valoración
Desplazamiento:	
I. Comprendo que el desplazamiento hace referencia al cambio en la posición de un objeto entre dos puntos.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

II. Identificó que el desplazamiento depende sólo del punto inicial y final, no de la magnitud de la trayectoria.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
Distancia:	
I. Entiendo que la distancia en la longitud de la trayectoria recorrida por un objeto.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
II. Reconozco que la distancia se diferencia del desplazamiento.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
Rapidez:	
I. Comprendo que la rapidez hace referencia a la variación entre la distancia recorrida y el tiempo invertido por un objeto en movimiento.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
II. Identificó que la rapidez no depende de la dirección del movimiento.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
Velocidad	
I. Comprendo que la velocidad hace referencia al cambio en la posición del objeto y al tiempo que invierte en cambiar esa posición.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
II. Reconozco que la velocidad puede ser negativa o positiva dependiendo de la dirección del movimiento.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo - Totalmente en desacuerdo.
Aceleración:	



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

I. Comprendo que la aceleración es la variación de la velocidad en un tiempo determinado.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
II. Identificó que la aceleración depende de la dirección a la que se mueve el objeto.	Totalmente de acuerdo- Ni de acuerdo/ ni desacuerdo -Totalmente en desacuerdo.
Comprensión práctica	Escalas de valoración
Desplazamiento y Distancia:	
I. Un sujeto camina 40 metros hacia adelante y luego regresa esos mismos 40 metros. ¿La distancia total recorrida es?	a) 0m b) 80m c) -40m
II. Un corredor recorre una pista circular que mide 500 m y termina su recorrido en el mismo punto del que partió. ¿Su desplazamiento final es?	a) 0m b) 500m c) 250m
Rapidez:	
I. ¿Cuál es la rapidez de una ambulancia al recorrer 1000 metros en 3 segundos?	a) 33.33 m/s b) 3000m/s c) 0m/s
Velocidad:	
I. ¿Cuál es la velocidad instantánea de un automóvil que tuvo un desplazamiento de 1000 metros en 10 segundos?	a) 33.33 m/s b) 100m/s c) 0m/s
Aceleración:	
I. ¿Cuál es la aceleración de una moto a los 20 segundos de su recorrido, la cual llevaba una velocidad de 200m/s?	a) 5m/s ² b) 100m/s ² c) 10m/s ²



Anexo B

Listas de cotejo de las tres sesiones

Lista de cotejo sesión 1

Indicador de evaluación	Si (✓)	No (X)	Observaciones
Identifica y explica correctamente el concepto de distancia.			
Identifica y explica correctamente el concepto de desplazamiento.			
Distingue claramente el concepto entre distancia y desplazamiento con ejemplos o situaciones.			
Participa en la práctica para observar y medir la distancia.			
Registra de forma precisa los datos obtenidos durante la práctica.			

Nota. Elaboración propia.

Lista de cotejo sesión 2

Indicador de evaluación	Si (✓)	No (X)	Observaciones
Identifica y explica correctamente el concepto de velocidad.			
Identifica y explica correctamente el concepto de rapidez.			
Distingue claramente el concepto entre velocidad y rapidez con ejemplos o situaciones.			
Participa en la práctica para observar y medir la rapidez.			
Registra de forma precisa los datos obtenidos durante la práctica.			
Utiliza la tarjeta Micro: bit para diseñar la programación que mida y simule la rapidez.			



La programación diseñada con Micro: bit funciona correctamente y cumple con el propósito.			
Comprende e interpreta los resultados obtenidos.			
Comunica sus ideas con claridad y reflexiona al respecto con sus compañeros.			

Nota. Elaboración propia.

Lista de cotejo sesión 3

Indicador de evaluación	Si (✓)	No (X)	Observaciones
Identifica y explica correctamente el concepto de aceleración.			
Distingue claramente el concepto entre velocidad y tiempo con ejemplos o situaciones.			
Participa en la práctica para observar y medir la aceleración.			
Registra de forma precisa los datos obtenidos durante la práctica.			
Utiliza la tarjeta Micro: bit para diseñar la programación que mida y simule la aceleración.			
La programación diseñada con Micro: bit funciona correctamente y cumple con el propósito.			
Comprende e interpreta los resultados obtenidos.			
Comunica sus ideas con claridad y reflexiona al			



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

respecto con sus compañeros.			
------------------------------	--	--	--

Nota. Elaboración propia.



Anexo C

Instrumentos de evaluación

Para valorar el impacto de la secuencia didáctica se diseñan y aplican algunos instrumentos de evaluación, que permiten recolectar información importante para identificar los niveles de comprensión conceptual y procedimental de los estudiantes en relación con los conceptos de cinemática y los procesos de aprendizaje desarrollados durante la intervención pedagógica. Específicamente, se implementan cuestionarios, listas de cotejo y rúbricas de desempeño, para realizar el seguimiento en el progreso de los estudiantes, la comparación de resultados sobre la implementación de la secuencia didáctica y los efectos en contextos reales.

Las convenciones establecidas para las rúbricas de evaluación son:

Excelente: El estudiante cumple con los estándares más altos, demostrando dominio completo del tema y habilidades técnicas

Bueno: El estudiante tiene un buen desempeño, pero con pequeños detalles a mejorar

Satisfactorio: El estudiante ha cumplido los requisitos mínimos, pero hay áreas significativas que necesitan mejorar

Insuficiente: El estudiante no ha alcanzado los criterios mínimos requeridos

Rúbrica de desempeño sesión 1

Criterios de evaluación	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Insuficiente (1)
Comprensión de los conceptos físicos.	El estudiante demuestra un dominio sólido de las variables de distancia y desplazamiento, explicando claramente sus diferencias y cómo se relacionan entre sí.	El estudiante tiene una buena comprensión de las variables, aunque puede mostrar confusiones en sus explicaciones.	El estudiante muestra una comprensión básica, pero necesita mayor claridad sobre la relación entre distancia y desplazamiento.	El estudiante muestra poca o ninguna comprensión sobre las variables de distancia y desplazamiento.
Programación con Micro: Bit.	El estudiante programa la Micro: bit de manera eficaz, para medir y simular la distancia	El estudiante programa la Micro: bit correctamente, pero con algunos	El estudiante programa la Micro: bit, pero hay errores significativos que afectan la	El estudiante no logra programar la Micro: bit adecuadamente para medir y



	usando los algoritmos claros y lógicos.	detalles o pasos que podrían mejorarse.	medición y simulación de la variable.	simular la distancia.
Practica y recolección de datos.	El estudiante realiza la práctica de manera autónoma, precisa y detallada registrando todos los datos relevantes para comprender la variable de distancia.	El estudiante realiza la práctica correctamente pero podría mejorar en la precisión o en el detalle de la recolección de datos.	El estudiante realiza la práctica, pero con errores o falta de detalles en la recolección de datos.	El estudiante no realiza la práctica de manera adecuada o no recolecta los datos necesarios para la reflexión final
Reflexión sobre los datos y experiencia.	El estudiante comprende e interpreta los resultados de manera crítica y reflexiva, comparando los datos obtenidos con las expectativas teóricas y discutiendo posibles mejoras.	El estudiante comprende e interpreta los resultados y realiza comparaciones con las expectativas teóricas, pero con poca reflexión.	El estudiante hace una comprensión e interpretación básica de los resultados, pero no identifica las posibles implicación o mejoras.	El estudiante no comprende o interpreta los resultados obtenidos ni reflexiona sobre su experiencia.
Comunicación y Trabajo en equipo	El estudiante expresa sus ideas con claridad y coherencia, respeta y escucha las opiniones de los demás, así como colabora activamente y aporta soluciones.	El estudiante expresa sus ideas, escucha a sus compañeros, participa de forma adecuada en las actividades y mantiene una actitud respetuosa.	El estudiante expresa pocas veces sus ideas, escucha de forma parcial y colabora de manera ilimitada.	El estudiante tiene dificultades para expresar sus ideas, no escucha activamente y no presenta colaboración en grupo.

Nota. Elaboración propia.

Rúbrica de desempeño sesión 2

Criterios de evaluación	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Insuficiente (1)
Comprensión de los conceptos físicos.	El/la estudiante demuestra un dominio sólido de las variables de velocidad y rapidez, explicando	El/la estudiante tiene una buena comprensión de las variables, aunque puede mostrar aligerar confusiones en	El/la estudiante muestra un entendimiento básico, pero necesita mayor claridad sobre la relación entre	El/la estudiante muestra poca o ninguna comprensión de las variables de



	claramente sus diferencias y cómo se relacionan entre sí.	sus explicaciones.	velocidad y rapidez.	velocidad y rapidez.
Programación con Micro: Bit.	El/la estudiante programa la Micro: bit de manera eficaz, para medir y simular la rapidez usando los algoritmos claros y lógicos	El/la estudiante programa la Micro: bit correctamente, pero con algunos detalles o pasos que podrían mejorarse.	El/la estudiante programan la Micro:Bit, pero hay errores significativos que afectan la medición y simulación de la variable.	El/la estudiante no logran programar la Micro:Bit adecuadamente para medir y simular la rapidez.
Practica y recolección de datos.	El/la estudiante realiza la práctica de manera autónoma, precisa y detallada registrando todos los datos relevantes para comprender la rapidez.	El/la estudiante realiza la práctica correctamente, pero podría mejorar en la precisión o en el detalle de la recolección de datos.	El/la estudiante realiza la práctica, pero con errores o falta de detalles en la recolección de datos.	El/la estudiante no realiza la práctica de manera adecuada o no recolecta los datos necesarios para la reflexión final.
Comunicación y Trabajo en equipo	El/la estudiante expresa sus ideas con claridad y coherencia, respeta y escucha las opiniones de los demás, así como colabora activamente y aporta soluciones.	El/la estudiante expresa sus ideas, escucha a sus compañeros, participa de forma adecuada en las actividades y mantiene una actitud respetuosa.	El/la estudiante expresa pocas veces sus ideas, escucha de forma parcial y colabora de manera ilimitada.	El/la estudiante tiene dificultades para expresar sus ideas, no escucha activamente y no presenta colaboración en grupo.



Reflexión sobre los datos y experiencia.	El/la estudiante comprende e interpreta los resultados de forma crítica y reflexiva, comparando los datos obtenidos con la teoría y discutiendo posibles mejoras.	El/la estudiante comprende e interpreta los resultados y realiza comparaciones con las expectativas teóricas pero con poca reflexión.	El/la estudiante hace una comprensión e interpretación básica de los resultados, pero no identifica las posibles implicación o mejoras.	El/la estudiante no realiza una comprensión e interpretación adecuada de los resultados obtenidos ni reflexiona sobre su experiencia.
---	---	---	---	---

Nota. Elaboración propia.

Rúbrica de desempeño sesión 3

Criterios de evaluación	Excelente (4)	Bueno (3)	Satisfactorio (2)	Insuficiente (1)
Comprensión de los conceptos físicos.	El/la estudiante demuestra un dominio sólido de la variable de aceleración, explicando claramente sus diferencias y cómo se relacionan entre sí.	El/la estudiante tiene una buena comprensión de la variable aunque puede mostrar algunas confusiones en sus explicaciones.	El/la estudiante muestra un entendimiento básico, pero necesita mayor claridad sobre la relación entre la velocidad y el tiempo invertido.	El/la estudiante muestra poca o ninguna comprensión sobre la variable de aceleración.
Programación con Micro: Bit.	El/la estudiante programa la Micro: bit de manera eficaz, para medir y simular la aceleración usando los algoritmos claros y lógicos.	El/la estudiante programan la Micro: bit correctamente, pero con algunos detalles o pasos que podrían mejorarse.	El/la estudiante programan la Micro: bit, pero hay errores significativos que afectan la medición y simulación de la variable.	El/la estudiante no logran programar la Micro: bit adecuadamente para medir y simular la aceleración.



Practica y recolección de datos.	El/la estudiante realiza la práctica de manera autónoma, precisa y detallada registrando todos los datos relevantes para comprender la variable de aceleración.	El/la estudiante realiza la práctica correctamente, pero podría mejorar en la precisión o en el detalle de la recolección de datos.	El/la estudiante realiza la práctica, pero con errores o falta de detalles en la recolección de datos.	El/la estudiante no realiza la práctica de manera adecuada o no recolecta los datos necesarios para la reflexión final
Reflexión sobre los datos y experiencia.	El/la estudiante comprende e interpreta los resultados de manera crítica y reflexiva, comparando los datos obtenidos con las expectativas teóricas y discutiendo posibles mejoras.	El/la estudiante comprende e interpreta los resultados y realiza comparaciones con las expectativas teóricas pero con poca reflexión.	El/la estudiante hace una comprensión e interpretación básica de los resultados, pero no identifica las posibles implicación o mejoras.	El/la estudiante no comprende o interpreta los resultados obtenidos ni reflexiona sobre su experiencia.
Comunicación y Trabajo en equipo	El/la estudiante expresa sus ideas con claridad y coherencia, respeta y escucha las opiniones de los demás, colabora activamente y aporta soluciones.	El/la estudiante expresa sus ideas, escucha a sus compañeros, participa de forma adecuada en las actividades y mantiene una actitud respetuosa.	El/la estudiante expresa pocas veces sus ideas, escucha de forma parcial y colabora de manera ilimitada.	El/la estudiante tiene dificultades para expresar sus ideas, no escucha activamente y no presenta colaboración en grupo.

Nota. Elaboración propia.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

Anexo D

Bitácora de observación

Enlace: https://drive.google.com/file/d/1EmuouuwAxmuc73L8Iy_sCrH60HrE8QI6/view?usp=drive_link

Anexo E

Integración didáctica de simuladores y Micro:bit

Enlace:

https://drive.google.com/file/d/11cWCmEvCildMKgq4_RQQTICCPkPaQ3-/view?usp=drive_link