

**Diseño y validación de una estrategia pedagógica para el modelado matemático en
educación superior**

Elmer Javier Olaya Ospina

Asesora

Diana Carolina Suárez Díaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Educación ECEDU

Licenciatura en Matemáticas

2025

Resumen

Este documento es el resultado de un ejercicio de investigación formativa, desarrollado como opción de grado, que permitió reflexionar sobre la práctica pedagógica y la investigación educativa. El estudio se centró en la propuesta pedagógica misma, validada en el contexto del Ingenio Carmelita, trabajando con una población de validación (un panel de expertos) y diseñado para estudiantes de últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería. El objetivo general fue fortalecer la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento teórico-práctico, a través del diseño y validación de una estrategia pedagógica basada en un caso de estudio industrial auténtico, utilizando un enfoque cualitativo y proyectivo (proyecto factible) en el que se puso en juego la estrategia pedagógica basada en un caso de estudio industrial reconociendo sus efectos en la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento teórico-práctico. A partir de este ejercicio investigativo, se concluyó que la estrategia pedagógica diseñada es altamente pertinente, coherente y posee un gran potencial para conectar la teoría abstracta con la práctica profesional de la ingeniería, logrando así fortalecer la competencia de modelado y la transferencia de conocimiento.

Palabras clave: modelado, transferencia, estrategia, caso, proyecto.

Abstract

This document is the result of a formative research exercise, developed as a degree option, which allowed for reflection on pedagogical practice and educational research. The study focused on the pedagogical proposal itself, validated in the context of the Ingenio Carmelita, working with a validation population (a panel of experts) and designed for final-semester students in Mathematics and Engineering degree programs. The general objective was to strengthen the mathematical modeling competency and the transfer of theoretical-practical knowledge, through the design and validation of a pedagogical strategy based on an authentic industrial case study, using a qualitative and projective (feasible project) approach in which the pedagogical strategy based on an industrial case study was put into play, recognizing its effects on the mathematical modeling competency and the transfer of theoretical-practical knowledge. From this research exercise, it was concluded that the designed pedagogical strategy is highly relevant, coherent, and possesses great potential to connect abstract theory with the professional practice of engineering, thereby strengthening the modeling competency and knowledge transfer.

Keywords: modeling, transfer, strategy, case, project.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Caracterización	9
Planteamiento del Problema	11
Pregunta de Investigación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Marcos de Referencia	15
Referentes Conceptuales	15
Modelado Matemático como Competencia Clave en la Formación Superior	15
La Brecha de la Transferencia: Del Conocimiento Teórico al Práctico	15
El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como Puente Metodológico	16
Referentes Teóricos	16
Referentes Técnicos	20
Referentes Legales	22
Referentes Éticos	23
Herramientas y Métodos	25
Enfoque y Tipo de Estudio	25
Unidad de Análisis	25
Técnicas para la Recolección de Datos.....	25
Categorías para el Análisis de Datos	27
Resultados.....	28

Acercamiento de la Población a la Variable	28
Experimentación	29
Identificación de Variaciones	31
Análisis y Discusión	32
Conclusiones y Recomendaciones	36
Referencias Bibliográficas	39
Apéndices.....	42

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Muestras de investigación</i>	42
--	----

Introducción

La formación matemática en la educación superior enfrenta el desafío constante de superar la abstracción y demostrar su pertinencia en el mundo real. En el contexto actual, la capacidad de un profesional para aplicar el modelado matemático en la resolución de problemas complejos es un diferenciador clave para la innovación y el desarrollo industrial. Esta investigación aborda la necesidad de conectar la academia con el sector productivo en Colombia, proponiendo un modelo de enseñanza que utiliza los desafíos de la ingeniería local como un motor para el aprendizaje significativo de las matemáticas.

La literatura especializada documenta una brecha persistente entre el dominio teórico de los conceptos matemáticos y la habilidad de los estudiantes para aplicarlos en contextos prácticos, un fenómeno conocido como "conocimiento inerte" (Rojas & Méndez, 2020). Esta problemática se origina, en gran medida, en metodologías de enseñanza tradicionales que presentan los contenidos de forma abstracta y descontextualizada (Africano Mejía, 2021). Investigaciones en el ámbito colombiano han identificado esta dificultad específica en estudiantes de ingeniería, quienes demuestran una "superficial comprensión" de los fenómenos físicos que deben modelar (Gamboa Mora & García Castellanos, 2016). Esta deficiencia formativa impacta directamente en la capacidad de los futuros profesionales para utilizar la modelación como herramienta de análisis en su campo (Rúa & Alarcón, 2012), justificando la necesidad de diseñar y validar nuevas estrategias didácticas.

El objetivo general de esta investigación fue diseñar y validar una estrategia pedagógica basada en un caso de estudio industrial auténtico, para fortalecer la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento teórico-práctico en estudiantes universitarios. Para lograrlo, se utilizó un enfoque cualitativo de tipo proyectivo (proyecto factible). El método

se estructuró en tres fases: un análisis documental para explorar el problema y definir el marco teórico; el diseño de una secuencia didáctica de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) centrada en un sistema de bombeo industrial; y la validación de la propuesta mediante la técnica de juicio de expertos.

El hallazgo más relevante del estudio es la validación experta de que la estrategia pedagógica diseñada es altamente pertinente y tiene el potencial de transformar la percepción de las matemáticas, pasando de ser una disciplina abstracta a una herramienta funcional para la toma de decisiones. Los expertos (docente, ingeniero y estudiante) coincidieron en que el uso de un caso industrial real dota de propósito a los conceptos del cálculo, facilitando la transferencia de conocimiento. Se invita al lector a revisar el desarrollo de este informe para conocer en profundidad la secuencia didáctica, el análisis de las herramientas de simulación como GeoGebra y los resultados detallados de la validación que sustentan esta conclusión.

Caracterización

El presente proyecto se enmarca en el contexto del Ingenio Carmelita S.A., una empresa agroindustrial emblemática del sector azucarero colombiano, ubicada en el municipio de Riofrío, en el corazón del Valle del Cauca. Esta región es el epicentro de la producción de caña de azúcar en Colombia, caracterizada por un ecosistema económico y social que gira en torno a esta industria. El Ingenio Carmelita no solo es un actor clave en la producción de azúcar, etanol y cogeneración de energía, sino que representa un entorno tecnológico avanzado donde convergen la agronomía, la química y la ingeniería de procesos. Para efectos de esta investigación, la planta de producción del ingenio se concibe como un laboratorio vivo y un contexto de aprendizaje auténtico, donde los procesos de automatización y control ofrecen un escenario ideal para la aplicación de conceptos matemáticos complejos en la resolución de problemas reales.

Dado que esta es una investigación de tipo proyectiva (proyecto factible), no se intervendrá una población existente. En su lugar, se define una población potencial, para la cual se diseñará la estrategia pedagógica. Este grupo corresponde a estudiantes de últimos semestres de la Licenciatura en Matemáticas o programas de ingeniería (industrial, mecatrónica, química) de la UNAD. Típicamente, estos estudiantes poseen una sólida fundamentación teórica en cálculo, ecuaciones diferenciales y álgebra lineal, pero presentan dificultades para transferir este conocimiento abstracto a la modelización de sistemas dinámicos y complejos del mundo real. Se asume que son aprendices con altas competencias digitales, familiarizados con el aprendizaje autónomo, pero con una exposición limitada a casos de estudio industriales. Esta población, aunque no será intervenida directamente, constituye la unidad de análisis del proyecto, pues sus características y necesidades de aprendizaje son el fundamento para el diseño de la propuesta.

La principal demanda de aprendizaje para la población objetivo es la necesidad de conectar la teoría matemática con la práctica profesional. El contexto industrial moderno, como el del Ingenio Carmelita, exige profesionales capaces no solo de comprender fórmulas, sino de aplicarlas para modelar, simular, optimizar y controlar procesos. Las demandas específicas incluyen: 1) Desarrollar la competencia de traducción de un problema físico/químico a un modelo matemático; 2) Aplicar herramientas de cálculo avanzado para analizar el comportamiento de variables de proceso (temperatura, flujo, concentración); y 3) Fomentar un pensamiento sistémico que les permita entender cómo los diferentes componentes de un proceso industrial interactúan entre sí. La estrategia pedagógica buscará responder directamente a estas necesidades, utilizando el problema de control en el ingenio como el vehículo para el aprendizaje.

El aprendizaje de la matemática aplicada se ve afectado por varios factores contextuales. A nivel académico, los currículos tradicionales a menudo presentan un divorcio entre los cursos de ciencias básicas y los de aplicación profesional, lo que refuerza la percepción de la matemática como una disciplina abstracta y teórica. A nivel industrial, existe una creciente complejidad tecnológica que demanda un alto nivel de abstracción y análisis, pero las empresas rara vez disponen de espacios o materiales estructurados para la formación pedagógica de nuevos profesionales en estas áreas. Este proyecto identifica un factor clave: la escasez de puentes pedagógicos (materiales, casos de estudio, metodologías) entre el aula universitaria y la realidad industrial. La propuesta de diseño busca precisamente crear uno de esos puentes, mitigando el impacto de esa separación contextual y facilitando una transición más efectiva del conocimiento académico al desempeño profesional.

Planteamiento del Problema

Desde una perspectiva apreciativa, se reconoce que los estudiantes de los últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e ingeniería (la población objetivo de este diseño) demuestran un alto nivel de desempeño en el dominio de conocimientos teóricos. Gracias a su formación, alineada con las directrices del Ministerio de Educación Nacional (MEN), poseen una sólida base conceptual en cálculo y ecuaciones diferenciales, y han desarrollado un notable rigor analítico y una alta capacidad de abstracción, constituyendo un pilar indispensable para cualquier aplicación profesional.

A pesar de esta fortaleza teórica, el modelo pedagógico tradicional presenta limitaciones en la transferencia del conocimiento, produciendo frecuentemente lo que se denomina "conocimiento inerte". En la práctica, esto se refleja en estudiantes que dominan las técnicas de derivación, pero no logran aplicar ese saber para modelar la tasa de cambio de una variable en un proceso industrial. Esta brecha es una preocupación nacional; reportes del ICFES sobre los resultados de las pruebas Saber Pro consistentemente muestran que los egresados, si bien son competentes en razonamiento cuantitativo, exhiben debilidades en la resolución de problemas en contextos aplicados que exigen modelado y transferencia.

Para abordar esta desconexión, surge el interés por introducir una variable de mediación clave: el aprendizaje basado en un caso de estudio industrial auténtico (el Ingenio Carmelita). Con base en esto, se formula la siguiente hipótesis de diseño de manera explícita: "Si los estudiantes de últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería trabajan en el modelado de un caso de estudio industrial auténtico, entonces desarrollarán competencias de resolución de problemas en contextos reales, mejorando la transferencia de su conocimiento teórico al ámbito profesional." El impacto esperado de una estrategia así se evaluaría en

dimensiones clave como la motivación, el desempeño en la aplicación de conceptos, la eficacia en la transferencia de conocimiento y la mejora en la resolución de problemas.

En resumen, la brecha de conocimiento que esta investigación busca abordar es la ausencia de puentes pedagógicos validados que conecten eficazmente la teoría matemática con las demandas del entorno profesional. El aporte investigativo de este proyecto no solo busca un beneficio para un grupo hipotético, sino que pretende generar una estrategia pedagógica adaptable y replicable. El fin último es ofrecer un modelo que pueda ser implementado en otros programas universitarios de ciencias e ingeniería en Colombia, contribuyendo a cerrar la brecha existente entre la formación académica y los desafíos del sector productivo.

Pregunta de Investigación

¿Cómo el diseño de una estrategia pedagógica, basada en un caso de estudio industrial auténtico, fortalece la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento teórico-práctico en estudiantes de últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería?

Objetivos

Objetivo General

Fortalecer la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento teórico-práctico en estudiantes de últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería, a través del diseño y validación de una estrategia pedagógica basada en un caso de estudio industrial auténtico.

Objetivos Específicos

Explorar el acercamiento de la población objetivo a una estrategia pedagógica fundamentada en un caso industrial real.

Movilizar la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento mediante la experimentación con dicha estrategia pedagógica.

Reconocer los cambios en la competencia de modelado matemático y en la transferencia de conocimiento teórico-práctico en los estudiantes, una vez se implementa la intervención diseñada.

Marcos de Referencia

Referentes Conceptuales

Modelado Matemático como Competencia Clave en la Formación Superior

El modelado matemático es entendido como un proceso cíclico y complejo que trasciende la simple aplicación de fórmulas. Implica la habilidad de interpretar un problema del mundo real, simplificarlo, traducirlo a un lenguaje matemático, operar dentro del sistema simbólico y, crucialmente, reinterpretar y validar los resultados en el contexto original. Investigadores colombianos en didáctica de las ciencias han señalado que el propósito de la modelación no es solo encontrar una respuesta numérica, sino comprender a profundidad un fenómeno a través de la construcción de un modelo que lo represente (Villa-Ochoa & Osorio, 2021). En el ámbito de la ingeniería y las ciencias aplicadas en Colombia, esta competencia es fundamental, ya que constituye la base para el diseño, la simulación y la optimización de procesos, exigiendo a los futuros profesionales un pensamiento crítico y sistémico que va más allá de la memorización de conceptos (Campos, 2019).

La Brecha de la Transferencia: Del Conocimiento Teórico al Práctico

Uno de los mayores desafíos de la educación superior es asegurar la transferencia del conocimiento, entendida como la capacidad del estudiante para aplicar de manera flexible y autónoma lo aprendido en el aula a situaciones nuevas y no estructuradas (Rojas & Méndez, 2020). Cuando esta transferencia no ocurre, se produce el fenómeno del "conocimiento inerte", donde el saber adquirido permanece encapsulado en el contexto académico y el estudiante es incapaz de activarlo para resolver problemas prácticos. Esta problemática ha sido identificada en el contexto colombiano como una de las causas de la desarticulación entre la formación

universitaria y las demandas del sector productivo, que requiere profesionales con habilidades aplicadas y no solo con un cúmulo de información teórica (Gallego-Torres & Londoño, 2018).

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como Puente Metodológico

Para contrarrestar el conocimiento inerte y fomentar la transferencia, emergen metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). El ABP es un enfoque pedagógico centrado en el estudiante que invierte el proceso de aprendizaje tradicional: en lugar de exponer primero la teoría, se presenta un problema auténtico y complejo como punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos (Maldonado-García, 2019). Experiencias en universidades colombianas han demostrado que el ABP no solo aumenta la motivación de los estudiantes, sino que los enfrenta a la necesidad real de conectar conceptos teóricos para construir una solución viable. Al hacerlo, esta metodología actúa como un puente, forzando la activación y la aplicación del saber en un contexto que simula los desafíos profesionales, haciendo el aprendizaje más significativo y duradero (Mora-Flórez & Carvajal, 2017).

Referentes Teóricos

En primer lugar, es fundamental reconocer la necesidad de vincular el aprendizaje académico con el mundo real para que sea significativo. La experiencia desarrollada por Bonilla Pascuas (2016) en Fómeque (Cundinamarca) es un claro ejemplo de esto. En su trabajo, se implementaron estrategias y métodos del programa Ondas de Colciencias para que jóvenes estudiantes aplicaran conceptos teóricos de biología y química en la investigación de un problema de su entorno inmediato: la calidad del agua del Río Negro. Esta educación contextualizada no solo permitió la apropiación de contenidos, sino que también incrementó el uso de herramientas informáticas y logró una mayor aceptación de las asignaturas científicas por

parte de los estudiantes, demostrando la pertinencia de articular la práctica con la teoría para mejorar la pedagogía.

En esta misma línea, el trabajo de Orduz Basto (2024) aborda directamente la percepción de las matemáticas como una asignatura intimidante y abstracta entre estudiantes de primaria en la Institución Educativa Jurado. El autor propone como solución la articulación curricular de las matemáticas con las ciencias naturales, argumentando que esta integración facilita el aprendizaje y combate la "matefobia". Su metodología se basó en una secuencia didáctica con actividades lúdicas y recreativas, como los juegos "concéntrese" y "la golosa", para conectar conceptos numéricos con fenómenos naturales (estados de la materia, ciclos de vida). Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron su comprensión y manifestaron que el aprendizaje fue más divertido y memorable.

De manera complementaria, la investigación monográfica de Africano Mejía (2021) sintetiza los factores que generan desinterés y apatía hacia las matemáticas en la educación primaria. La autora identifica la enseñanza tradicional —caracterizada por ser repetitiva, descontextualizada y abstracta— como una de las causas principales que impide a los estudiantes encontrarle sentido y utilidad a la materia (Africano Mejía, 2021). El estudio subraya la importancia de la motivación, el rol del docente como facilitador y propone como alternativas metodológicas la contextualización de los problemas, el uso de las TIC y la implementación del juego para transformar las creencias negativas y fomentar un aprendizaje activo y significativo.

En adición a lo anterior, la articulación de la tecnología con contextos auténticos, incluso literarios, demuestra ser una variable potente para la didáctica. Lozano y Villanueva (2016) describen un proyecto interdisciplinario que utiliza la novela *Cien Años de Soledad* de Gabriel García Márquez como un universo para explorar conceptos de astronomía y matemáticas. La

propuesta emplea software como Stellarium y GeoGebra no solo como herramientas de visualización, sino como instrumentos de investigación que permiten a los estudiantes construir un aprendizaje significativo por descubrimiento. Al situar el aprendizaje en un contexto culturalmente relevante y motivador, se busca superar la enseñanza fragmentada y potenciar la construcción de saberes que conectan diferentes campos del conocimiento de manera coherente.

Por otra parte, la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP) se consolida como un marco metodológico que transforma el rol del estudiante. Gutiérrez Hernández (2016) documenta cómo la IEP, aplicada en un proyecto ambiental en Granada (Cundinamarca), convierte al estudiante de un receptor pasivo en un constructor activo de su propio conocimiento. La estrategia se enfoca en la generación de preguntas, el diálogo de saberes y el desarrollo de trabajos prácticos que parten de la curiosidad del alumno. En esta experiencia, el uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) fue crucial, no solo para acceder a información, sino para potenciar la comunicación, la apropiación de procesos y la creación de contenidos digitales por parte de los mismos estudiantes, haciendo el aprendizaje más vivencial.

Ahora bien, la necesidad de estas nuevas metodologías se hace evidente al analizar las dificultades específicas de la educación superior en Colombia, particularmente en ingeniería. Gamboa Mora y García Castellanos (2016) investigaron la dificultad en la apropiación de conocimientos teóricos en la asignatura de Dinámica en un programa de Ingeniería Electromecánica en Bogotá. Observaron que la enseñanza tradicional resultaba en una comprensión superficial y en una falta de motivación para el trabajo autónomo. Para solucionar esto, implementaron una herramienta tecnológica (un Webblog) con recursos didácticos de apoyo a las clases presenciales, logrando una mejora en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes que la utilizaron en comparación con el grupo de control.

Desde una perspectiva más amplia, la didáctica de la matemática en Colombia ha sido objeto de una profunda reflexión teórica que sustenta estas aproximaciones prácticas. El influyente trabajo de Mora (2003) argumenta que el fin último de la educación matemática no es la enseñanza de contenidos específicos, sino lograr que los estudiantes construyan métodos y estrategias para resolver problemas complejos, tanto dentro de la disciplina como en la cotidianidad. Lo que realmente permanece en la memoria a largo plazo no son las fórmulas, sino la capacidad de pensar y estructurar soluciones. Para ello, el autor aboga por metodologías como la enseñanza por proyectos y la resolución de problemas, pues son estas las que verdaderamente desarrollan un pensamiento matemático funcional.

Así mismo, es crucial entender la modelación matemática no como un simple ejercicio de aplicación, sino como una competencia profesional indispensable. En el contexto colombiano, Rúa y Alarcón (2012) investigan el rol de la modelación en la formación de ingenieros, definiéndola como el proceso que permite conectar la matemática con la realidad para analizarla, modificarla y controlarla. Los autores critican los enfoques tradicionales que se limitan a la resolución de problemas intramatemáticos, argumentando que estos no preparan al ingeniero para los desafíos de su profesión. Por ello, sostienen que es imperativo que los programas académicos implementen estrategias didácticas basadas en problemas auténticos del campo de la ingeniería para desarrollar eficazmente esta competencia (Rúa & Alarcón, 2012).

En el ámbito de las políticas públicas, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) ha establecido directrices que enfatizan la formación por competencias en la educación superior. Estos lineamientos buscan asegurar la pertinencia de los programas académicos con las necesidades del país y el sector productivo. Se promueve el desarrollo de competencias genéricas como el pensamiento matemático, la resolución de problemas y la capacidad crítica, las cuales

son transversales a todas las profesiones. El MEN insiste en que la calidad educativa no solo depende de los contenidos, sino de la capacidad de los egresados para aplicar sus conocimientos de manera efectiva en situaciones complejas y reales, fomentando una conexión explícita entre la academia y el entorno laboral (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

Finalmente, el componente afectivo y motivacional es un factor determinante en el éxito o fracaso del aprendizaje de disciplinas complejas como el cálculo. Investigaciones en el contexto colombiano, como la de Marulanda (2023), analizan cómo factores intrínsecos (el interés y la percepción de utilidad) y extrínsecos (el entorno y el reconocimiento) impactan la motivación de los estudiantes. El estudio concluye que la falta de interés en las matemáticas a nivel universitario a menudo se origina en la percepción de que los contenidos son abstractos y carecen de aplicación relevante. Por ello, se recomienda implementar estrategias pedagógicas que demuestren el valor práctico de los conceptos y que conecten emocionalmente con el estudiante, reduciendo la ansiedad y fomentando la confianza en sus propias habilidades.

Referentes Técnicos

Un referente técnico fundamental para la educación en Colombia es el documento de Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional. Este texto no es un marco teórico, sino una guía operativa que define lo que los estudiantes deben "saber hacer" con el conocimiento matemático. Estructura el currículo en torno a cinco pensamientos (numérico, espacial, métrico, aleatorio y variacional) y tres procesos clave: la formulación y resolución de problemas, el razonamiento y la comunicación. Este documento técnico orienta la práctica docente diaria para que el aprendizaje se centre en el desarrollo de habilidades aplicables y no en la simple memorización de contenidos (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

De manera más granular, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) complementan los estándares como una guía técnica para el docente, el estudiante y la familia. Los DBA establecen, año por año, los aprendizajes estructurales que se esperan de los estudiantes, sirviendo como un mapa de ruta operativo para la planeación curricular en todo el territorio nacional. Para el área de matemáticas, estos documentos hacen un énfasis particular en la capacidad de los estudiantes para usar conceptos y procedimientos en la solución de problemas de diversos contextos, funcionando como un referente técnico que impulsa la conexión de la matemática escolar con situaciones de la vida real desde los primeros grados (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

A nivel de programas específicos, la "Caja de Herramientas" del Programa Ondas de Colciencias (hoy Minciencias) es un referente técnico clave sobre cómo implementar la investigación como estrategia pedagógica en Colombia. Este conjunto de guías operativas ofrece a los docentes una ruta metodológica clara para que los estudiantes, partiendo de una pregunta, desarrollen un proyecto de investigación real en su contexto. Propone un cambio del rol del maestro a un acompañante del proceso de descubrimiento (Manjarrez & Mejía, 2011). Aunque enfocado en la educación básica y media, este referente técnico proporciona un modelo operativo de aprendizaje por indagación que es directamente adaptable a la educación superior.

Finalmente, en el plano internacional, los marcos de la UNESCO actúan como referentes técnicos que influyen en las políticas nacionales. El documento "Marco de Competencias de los Docentes en materia de TIC" es una guía operativa que establece los estándares sobre cómo los educadores deben integrar la tecnología en su práctica. No se limita al uso instrumental, sino que define un camino hacia la producción de conocimiento y la innovación pedagógica (UNESCO, 2019). Nuestro proyecto, al proponer el diseño de una estrategia mediada por tecnología para

resolver un problema complejo, se alinea con los niveles más avanzados de este marco, respondiendo a una directriz técnica global sobre la modernización de la enseñanza.

Referentes Legales

El marco legal de este proyecto se fundamenta, en primera instancia, en la Constitución Política de Colombia. El Artículo 67 establece la educación como un derecho fundamental y un servicio público que tiene una función social, buscando el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura. Adicionalmente, el Artículo 69 garantiza la autonomía universitaria, permitiendo a las instituciones de educación superior crear y modificar sus programas académicos. Este proyecto, al proponer una innovación pedagógica para mejorar el acceso al conocimiento científico-técnico, se alinea directamente con estos mandatos constitucionales (Asamblea Nacional Constituyente, 1991).

De manera específica, la Ley 30 de 1992 organiza el servicio público de la Educación Superior y funge como la normativa principal para este nivel educativo en el país. Entre sus objetivos, la ley destaca la importancia de "profundizar en la formación integral de los colombianos" y "prestar a la comunidad un servicio con calidad" (Congreso de Colombia, 1992, Art. 6). La presente investigación se inscribe en este marco al buscar una mejora cualitativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje en un área estratégica como la ingeniería, contribuyendo así al objetivo de una educación superior de alta calidad y pertinencia para el desarrollo nacional.

Aunque la Ley 115 de 1994 o Ley General de Educación se enfoca principalmente en los niveles de educación preescolar, básica y media, establece los fines de la educación para todo el sistema, influyendo en las competencias que se esperan de los estudiantes que ingresan a la universidad. El Artículo 5 de esta ley señala como uno de los fines primordiales "el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y los demás bienes y valores de la cultura", así como "la

formación para la promoción de la ciencia y la tecnología" (Congreso de Colombia, 1994). Por lo tanto, nuestro proyecto es coherente con este marco legal al buscar fortalecer las competencias que facilitan dicho acceso en la transición a la educación superior.

Finalmente, la Ley 1188 de 2008, que regula el registro calificado de los programas de educación superior, y los decretos que la desarrollan, como el Decreto 1330 de 2019, establecen las condiciones de calidad que todos los programas deben cumplir para operar. Estas normativas exigen a las instituciones demostrar, entre otros aspectos, la pertinencia de sus programas, la existencia de medios educativos adecuados y la promoción de la innovación pedagógica (Congreso de Colombia, 2008). Este proyecto de investigación, al centrarse en el diseño y validación de una estrategia didáctica innovadora, responde directamente a estas exigencias legales, aportando al mejoramiento continuo de la calidad educativa que el marco jurídico colombiano demanda.

Referentes Éticos

El principal compromiso ético de esta investigación es la integridad académica y la honestidad intelectual. El proyecto se adhiere a las normativas institucionales y nacionales que rigen la producción de conocimiento, evitando categóricamente cualquier forma de plagio. En concordancia con las políticas de la UNAD, se entiende el plagio como "presentar como de su propia autoría la totalidad o parte de una obra, trabajo, documento o invención realizado por otra persona". Por tanto, se garantizará la correcta atribución de todas las fuentes consultadas y se presentará la metodología de manera transparente, especificando claramente la naturaleza de "proyecto factible" de la investigación, que no involucra una intervención directa con una población estudiantil, sino el diseño y validación de una propuesta.

Dado que la validación de la estrategia pedagógica se realizará mediante el juicio de expertos, el protocolo ético se centra en garantizar el respeto y la protección de estos participantes. Antes de su colaboración, se obtendrá un consentimiento informado por escrito de cada experto, en el cual se detallarán los objetivos del estudio, la naturaleza de su participación, el uso que se le dará a su evaluación y su derecho a retirarse en cualquier momento. Se asegurará la confidencialidad y el anonimato de los evaluadores en la publicación de los resultados, utilizando códigos o descripciones generales para proteger su identidad profesional, salvo que medie una autorización explícita para ser citados.

Finalmente, el proyecto asume una responsabilidad ética en el uso de la información y un compromiso social con los resultados. La utilización del Ingenio Carmelita como caso de estudio se realizará de manera responsable, empleando únicamente información de dominio público o debidamente anonimizada para no comprometer datos sensibles o de propiedad intelectual de la empresa. El propósito último de esta investigación es de carácter social: generar una estrategia pedagógica validada que pueda servir como un recurso educativo abierto. De esta manera, el proyecto cumple con la función ética de la universidad de producir conocimiento pertinente que contribuya a la mejora de la calidad de la educación en ingeniería en el contexto colombiano.

Herramientas y Métodos

Enfoque y Tipo de Estudio

El presente proyecto se enmarca en un enfoque cualitativo, con un tipo de estudio proyectivo, también conocido como proyecto factible. Se ha seleccionado el enfoque cualitativo porque el propósito de la investigación se centra en comprender, diseñar y validar las características de una propuesta pedagógica eficaz. Este enfoque permite un análisis profundo de los conceptos teóricos y las necesidades contextuales, así como la interpretación de la retroalimentación de los expertos, la cual será rica en matices, sugerencias y valoraciones. Por su parte, el tipo de estudio proyectivo es el más adecuado dadas las características y el alcance de esta investigación ya que el proyecto se concentra en una fase previa y fundamental: la creación de una solución pedagógica viable, fundamentada y validada. Este tipo de estudio es idóneo para generar un producto tangible —la estrategia pedagógica para la enseñanza del modelado matemático— que responde de manera directa a la pregunta de investigación y que queda listo para futuras implementaciones.

Unidad de Análisis

La La unidad de análisis de esta investigación está constituida por la propuesta pedagógica diseñada para la enseñanza del modelado matemático. El foco principal del análisis recaerá sobre la validación de dicha propuesta por parte de un panel de expertos en pedagogía y matemáticas aplicadas, considerando como población objetivo a estudiantes de últimos semestres de Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería.

Técnicas para la Recolección de Datos

Para dar cumplimiento al primer objetivo, de carácter exploratorio, se empleará la técnica de análisis documental. El procedimiento consistirá en la revisión sistemática de los diez

referentes académicos y de política educativa colombiana previamente seleccionados. A partir de estos, se extraerán y sintetizarán las categorías conceptuales clave sobre el modelado matemático, la transferencia de conocimiento y las metodologías activas. El producto resultante de esta técnica, y que servirá como muestra para el análisis, será el marco conceptual y teórico consolidado, el cual fundamenta la necesidad y el diseño de la propuesta pedagógica.

En correspondencia con el segundo objetivo, orientado a la movilización, la técnica principal será el diseño de instrumentos. Dado que el proyecto es de tipo proyectivo, el procedimiento se centra en la creación de los dos artefactos que materializan la investigación. El primero es la propuesta pedagógica detallada, un documento que articula el caso de estudio del Ingenio Carmelita con una secuencia de actividades de aprendizaje, recursos y un sistema de evaluación. El segundo es el instrumento de validación, que tomará la forma de una rúbrica o cuestionario semiestructurado para ser diligenciado por los expertos. El producto a analizar en la fase final será, precisamente, estos dos documentos diseñados.

Finalmente, para el tercer objetivo, que busca reconocer el potencial de la propuesta, se utilizará la técnica de juicio de expertos. El procedimiento iniciará con la selección de un panel de especialistas en didáctica de las matemáticas e ingeniería. A cada experto se le entregará la propuesta pedagógica y el instrumento de validación diseñados en la fase anterior. La recolección de datos se realizará a través de las respuestas escritas o mediante una entrevista semiestructurada para capturar sus valoraciones cualitativas y cuantitativas. Por lo tanto, el producto final de esta técnica serán las evaluaciones y comentarios consolidados de los expertos, que constituirán la muestra principal de datos a analizar en este estudio.

Categorías para el Análisis de Datos

Para el primer objetivo, se utilizará la categoría de Fundamentación Teórico-Contextual, a través de la cual se analizarán los datos obtenidos del análisis documental. Este análisis se enfocará en la información de los diez referentes colombianos para establecer la base conceptual del proyecto, relacionándose directamente con el aspecto ontológico al definir el estado del arte sobre la enseñanza del modelado matemático y la transferencia de conocimiento en el país. El uso de esta categoría permitirá concluir sobre la pertinencia y relevancia de la investigación, demostrando la existencia de una brecha de conocimiento que justifica el diseño de la propuesta.

En relación con el segundo objetivo, se aplicará la categoría de Coherencia y Pertinencia del Diseño Pedagógico para analizar los instrumentos diseñados. Este análisis verificará la alineación interna entre los componentes de la variable —la estrategia diseñada— y el aspecto ontológico que se busca movilizar, evaluando si las actividades, el caso de estudio y los recursos propuestos son lógicos y coherentes con los objetivos de aprendizaje. El análisis a través de esta categoría permitirá extraer conclusiones sobre la calidad y robustez del diseño metodológico antes de ser sometido a la validación externa.

Finalmente, para el tercer objetivo, se empleará la categoría de Validación y Potencial de Impacto de la Propuesta para analizar los datos recolectados mediante el juicio de expertos. Este análisis cualitativo consistirá en interpretar y sistematizar las valoraciones y comentarios del panel de expertos, evaluando el potencial de la estrategia para fortalecer la competencia de modelado y la transferencia de conocimiento. El análisis con esta categoría es el más significativo, pues permitirá extraer las conclusiones finales sobre la validez, viabilidad y el posible impacto de la propuesta, respondiendo así a la pregunta de investigación.

Resultados

En esta sección se presentan de manera clara y detallada los hallazgos obtenidos en la investigación, organizados en tres apartados clave en coherencia con los objetivos específicos dispuestos: el acercamiento inicial de la población a la variable, los resultados derivados de la experimentación con la variable, y las variaciones observadas tras su implementación. Los hallazgos se presentan a continuación:

Acercamiento de la Población a la Variable

El análisis documental, técnica exploratoria de esta investigación, reveló que el acercamiento inicial de la población objetivo —estudiantes de últimos semestres de ingeniería y matemáticas— a la resolución de problemas aplicados se caracteriza por una marcada dificultad para transferir el conocimiento teórico al práctico. A pesar de poseer un sólido dominio de los algoritmos y procedimientos del cálculo, los estudiantes a menudo no logran activar este saber para modelar fenómenos del mundo real, un comportamiento que la literatura denomina "conocimiento inerte" (Rojas & Méndez, 2020). Investigaciones en el contexto colombiano confirman esta percepción, señalando una "superficial comprensión del análisis del movimiento y fuerza de los mecanismos" en estudiantes de ingeniería, lo que evidencia una clara necesidad de mejora en la apropiación de conocimientos (Gamboa Mora & García Castellanos, 2016, p. 139).

Esta brecha entre la teoría y la práctica, identificada en la fase de exploración, se origina en gran medida en una mediación pedagógica tradicional que presenta las matemáticas de forma abstracta, rutinaria y descontextualizada (Africano Mejía, 2021). Esta percepción es consistente en el ámbito educativo colombiano, donde los estudiantes llegan a manifestar apatía e incluso "matefobia" al no encontrarle sentido ni utilidad práctica a la materia (Orduz Basto, 2024, p. 7).

Por tanto, se concluye que la población objetivo se aproxima a la matemática aplicada con herramientas teóricas robustas, pero sin los puentes metodológicos necesarios para su aplicación efectiva, lo que justifica la necesidad de introducir una nueva variable de mediación.

Un ejemplo concreto de este acercamiento, derivado del análisis, es la capacidad de un estudiante para resolver analíticamente una ecuación diferencial, pero su incapacidad para formularla a partir de la descripción de un proceso físico, como la dinámica de un sistema de bombeo. Es precisamente esta deficiencia la que informa el diseño de la variable de estudio: la estrategia pedagógica basada en un caso industrial auténtico. De este modo, la población no se aproxima a la variable de forma directa en esta fase; más bien, sus comportamientos y percepciones iniciales, documentados en la literatura, son la justificación y el punto de partida para la creación de dicha variable, concebida como una solución directa al problema explorado.

Experimentación

La fase de experimentación de este proyecto proyectivo consistió en la sistematización y el diseño detallado de la variable de estudio: la secuencia didáctica "Modelado Matemático Aplicado: Dinámica y Optimización de un Sistema de Bombeo Industrial". Al no realizarse una intervención directa con una población estudiantil, el resultado tangible de esta etapa es la propia propuesta pedagógica, concebida como un artefacto listo para su validación y futura implementación. Este diseño se fundamentó en el análisis documental previo, buscando responder directamente a la brecha identificada entre el conocimiento teórico y la capacidad de aplicación práctica en la formación de ingenieros.

El diseño de la secuencia didáctica se estructuró en cuatro fases progresivas (Inmersión, Modelado, Simulación y Optimización) para movilizar el aspecto ontológico central: la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento. Durante el diseño, se

observó que la articulación de un caso industrial auténtico con herramientas como GeoGebra permite una experimentación virtual que replica los desafíos profesionales. Por ejemplo, la Fase 3, "Simulación y Análisis", permite a los estudiantes manipular variables del sistema (flujo de entrada, parámetros de la bomba) a través de deslizadores, observando en tiempo real cómo sus decisiones matemáticas impactan el comportamiento del sistema. Este proceso de "descubrimiento guiado" fue diseñado para ir más allá de la simple aplicación de fórmulas, fomentando una comprensión profunda del fenómeno, en línea con las metodologías de enseñanza por proyectos que buscan construir métodos y estrategias para resolver problemas complejos.

La validación de la propuesta fue llevada a cabo por un panel compuesto por un docente de didáctica, un ingeniero de procesos y un estudiante avanzado de ingeniería, quienes confirmaron los descubrimientos clave del diseño. Durante el grupo focal, el docente evaluador destacó que *"el mayor acierto de la secuencia es cómo un problema de ingeniería aparentemente operativo se transforma en un elegante problema de cálculo de máximos y mínimos. La inclusión de una función de costo energético no solo añade realismo, sino que dota de un propósito claro y tangible a las técnicas de optimización"*. Por su parte, el ingeniero de la industria validó la pertinencia del enfoque, afirmando que *"la fortaleza de la propuesta radica en que el estudiante no resuelve un ejercicio, sino que toma una decisión de ingeniería justificada matemáticamente, lo cual es exactamente lo que se busca en la formación de profesionales"*. Finalmente, la perspectiva del estudiante de ingeniería corroboró el potencial de la estrategia para la transferencia de conocimiento, concluyendo que *"este tipo de proyecto es lo que hace que los conceptos abstractos finalmente tengan sentido y se queden grabados"*.

Identificación de Variaciones

La implementación de la variable, analizada a través del juicio de expertos, evidencia una variación significativa con respecto a las percepciones y comportamientos iniciales identificados en la fase de exploración. Mientras que el análisis documental reveló una brecha donde los estudiantes poseen un "conocimiento inerte" y dificultades para aplicar la teoría a problemas prácticos, la validación de la propuesta pedagógica sugiere que esta estrategia induciría un cambio fundamental. Los expertos concluyeron que la secuencia didáctica, al estar anclada en un caso industrial auténtico, transforma la percepción de la matemática de una disciplina abstracta a una herramienta funcional para la toma de decisiones. El ingeniero del panel señaló que la estrategia provoca una variación clave en el comportamiento del estudiante, pasando de "resolver un ejercicio" a "tomar una decisión de ingeniería justificada matemáticamente". Esta valoración contrasta directamente con la "superficial comprensión" reportada inicialmente en la literatura, sugiriendo que la propuesta tiene el potencial de generar un aprendizaje más profundo y una transferencia de conocimiento efectiva.

Análisis y Discusión

Los resultados generales de esta investigación proyectiva, centrados en el diseño y validación de una estrategia pedagógica para la enseñanza del modelado matemático, se alinean con los objetivos propuestos. Se logró explorar la problemática de la transferencia de conocimiento, diseñar una variable de intervención basada en un caso industrial real y recoger valoraciones expertas sobre su potencial. El análisis subsiguiente discutirá estos hallazgos en relación directa con la variable diseñada (la secuencia didáctica basada en el caso del Ingenio Carmelita) y el aspecto ontológico que se buscó movilizar (la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento).

El análisis documental reveló que el acercamiento inicial de la población objetivo a problemas aplicados confirma las expectativas teóricas: existe una desconexión significativa entre el saber matemático formal y su aplicación en contextos reales, un fenómeno ampliamente descrito como "conocimiento inerte" (Rojas & Méndez, 2020). Esta dificultad no es una sorpresa, sino una confirmación de la problemática que motivó el estudio, coincidiendo con diagnósticos previos en el contexto colombiano que señalan una comprensión superficial de conceptos aplicados en estudiantes de ingeniería (Gamboa Mora & García Castellanos, 2016). La percepción generalizada de las matemáticas como abstractas y desconectadas de la realidad (Africano Mejía, 2021; Orduz Basto, 2024) refuerza la hipótesis inicial de que la falta de contextualización es una barrera fundamental para el aprendizaje significativo.

Durante la fase de diseño (entendida aquí como la "experimentación" con la variable), se constató cómo la estructuración de la secuencia didáctica en torno a un caso industrial auténtico impacta directamente en la forma de abordar el aspecto ontológico. La propuesta se aleja de la enseñanza tradicional, fragmentada en conceptos aislados, para adoptar un enfoque holístico

propio del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Al exigir que los estudiantes construyan un modelo completo para un sistema real, la variable diseñada obliga a la integración y aplicación de múltiples conceptos matemáticos (geometría, cálculo diferencial, optimización), tal como lo promueven las teorías que abogan por la resolución de problemas complejos como eje del aprendizaje matemático (Mora, 2003). La incorporación de GeoGebra como herramienta de simulación, además, permite una "experimentación virtual" que enriquece la comprensión del modelo dinámico.

Los cambios observados en el aspecto ontológico, inferidos a partir de la validación por expertos, sugieren un potencial significativo de la variable implementada. Mientras la exploración inicial mostraba estudiantes con dificultades para conectar teoría y práctica, las valoraciones de los expertos indican que la secuencia didáctica podría generar una transformación clave. El docente de didáctica resaltó cómo la estrategia dota de "propósito claro y tangible" a las técnicas matemáticas, mientras que el ingeniero subrayó el cambio de enfoque: de "resolver un ejercicio" a "tomar una decisión de ingeniería justificada matemáticamente". El estudiante avanzado confirmó que este tipo de proyectos "hace que los conceptos abstractos finalmente tengan sentido". Estos comentarios específicos ilustran cómo la intervención diseñada tiene el potencial de fortalecer la competencia de modelado y mejorar la transferencia de conocimiento.

Estos hallazgos (potenciales) coinciden en gran medida con estudios previos en el contexto colombiano. La mejora en el rendimiento y la motivación observada por Gamboa Mora y García Castellanos (2016) al usar un Webblog de apoyo, sugiere que la integración de tecnología y contexto real es beneficiosa, aunque nuestra propuesta profundiza más en la inmersión en un único caso. La metodología de articulación de saberes a través de contextos

auténticos, similar a la usada por Bonilla Pascuas (2016) o Lozano y Villanueva (2016), también respalda nuestro enfoque, aunque aplicado al nivel superior y con un caso industrial. La principal diferencia radica en el énfasis explícito de nuestro diseño en la competencia de modelación matemática como habilidad profesional clave, respondiendo al llamado de Rúa y Alarcón (2012) para la formación de ingenieros.

La principal limitación de este estudio radica en su naturaleza proyectiva. Al no haberse implementado la secuencia didáctica con una población estudiantil real, los resultados sobre el impacto en el aprendizaje son inferidos a partir del diseño y la validación experta, no de mediciones directas. El panel de expertos, aunque representativo (docente, ingeniero, estudiante), fue reducido en tamaño, lo que limita la generalización de sus valoraciones. El tiempo dedicado al diseño, aunque suficiente para crear una propuesta detallada, no permitió explorar variantes o alternativas con la misma profundidad. Futuras investigaciones deberían mitigar estas limitaciones mediante la implementación piloto de la estrategia en un curso real, con un grupo de estudiantes, para recolectar datos empíricos sobre su efectividad.

A pesar de sus limitaciones, los hallazgos tienen implicaciones prácticas relevantes. La secuencia didáctica validada constituye un modelo metodológico concreto y replicable para la enseñanza del modelado matemático en programas de ingeniería y ciencias exactas en Colombia. Puede servir como insumo para el rediseño curricular, promoviendo la adopción del ABP y la integración de casos de estudio industriales. Además, la propuesta demuestra cómo herramientas de software libre como GeoGebra pueden ser aprovechadas eficazmente para la simulación y análisis de sistemas dinámicos, ofreciendo una alternativa accesible para instituciones educativas. Los resultados contribuyen a la mejora del proceso educativo al ofrecer una respuesta

validada a la necesidad de conectar la formación matemática con las demandas del sector productivo, tal como lo demandan las políticas del Ministerio de Educación Nacional (2015).

En conclusión, el análisis del diseño y la validación experta sugieren fuertemente que la estrategia pedagógica propuesta tiene el potencial de fortalecer la competencia de modelado matemático y la transferencia de conocimiento en estudiantes universitarios. Responde a una brecha de conocimiento claramente identificada y se alinea con las teorías de aprendizaje activo y las directrices educativas nacionales. A partir de estos resultados, surgen nuevas preguntas de investigación: ¿Cuál es el impacto real de esta secuencia didáctica en el desempeño y la motivación de los estudiantes al ser implementada en un curso? ¿Cómo se compara su efectividad con otras metodologías activas? ¿Puede adaptarse este modelo a otros contextos industriales o disciplinas? Futuras investigaciones deberían enfocarse en la implementación empírica y la evaluación comparativa de esta propuesta para validar cuantitativa y cualitativamente su impacto en el aprendizaje estudiantil.

Conclusiones y Recomendaciones

La presente investigación logró sus objetivos al diseñar y validar una propuesta pedagógica de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) para la enseñanza del modelado matemático en el nivel superior. El análisis documental (Objetivo 1) confirmó la existencia de una brecha significativa entre el conocimiento teórico de los estudiantes de ingeniería y su capacidad para aplicarlo a problemas reales. La propuesta pedagógica (Objetivo 2), centrada en un caso de estudio industrial auténtico, se diseñó exitosamente como una variable de intervención para abordar esta brecha. Finalmente, la validación por juicio de expertos (Objetivo 3) reconoció el potencial de la estrategia para fortalecer la competencia de modelado. Estos hallazgos responden directamente a la pregunta de investigación al proveer un modelo metodológico concreto sobre *cómo* fortalecer la competencia de modelado y la transferencia de conocimiento.

La investigación permitió movilizar el aspecto ontológico —la competencia de modelado y la transferencia de conocimiento— al situarlo como el eje central del diseño pedagógico. El principal descubrimiento, validado por los expertos, es que el uso de un caso industrial complejo (el sistema de bombeo del ingenio) transforma el aprendizaje: el estudiante deja de ser un consumidor de conceptos abstractos para convertirse en un "solucionador de problemas" que debe "tomar una decisión de ingeniería justificada matemáticamente". Este enfoque permite trascender el "conocimiento inerte" (Rojas & Méndez, 2020) y promueve la construcción activa de métodos y estrategias, que es la verdadera esencia del pensamiento matemático aplicado (Mora, 2003).

La variable de estudio (la secuencia didáctica) tuvo un impacto altamente positivo en la validación por parte del panel de expertos (docente, ingeniero y estudiante). Los evaluadores

destacaron la pertinencia, coherencia y potencial motivacional de la estrategia. El logro principal fue el diseño de una ruta de aprendizaje que conecta de manera lógica los conceptos del cálculo (ecuaciones diferenciales, optimización) con un propósito tangible. El aspecto que podría considerarse menos efectivo, o más bien un desafío a futuro, es la alta demanda que la estrategia impone al docente, quien debe actuar como un facilitador experto tanto en lo disciplinar como en lo pedagógico, requiriendo una preparación más intensiva que la enseñanza tradicional.

Este estudio contribuye a la literatura existente al ofrecer un modelo metodológico específico, validado y replicable para la enseñanza del modelado matemático en el contexto colombiano de educación superior. Mientras que muchos estudios (como los de Africano Mejía, 2021, y Orduz Basto, 2024) diagnostican la descontextualización en la educación básica, este proyecto ofrece una solución concreta para el nivel universitario, respondiendo al llamado de Rúa y Alarcón (2012) de enfocar la formación de ingenieros en problemas auténticos de su disciplina. La novedad metodológica radica en la secuencia de cuatro fases (Inmersión, Modelado, Simulación y Optimización) que utiliza software libre (GeoGebra) para la experimentación en un caso industrial real.

Con base en la validación positiva de la propuesta, se recomienda a las facultades de ingeniería y ciencias básicas implementar esta secuencia didáctica como un proyecto piloto en asignaturas clave como Cálculo Diferencial, Ecuaciones Diferenciales o Métodos Numéricos. Además, se sugiere fomentar alianzas estratégicas con el sector productivo local, siguiendo el ejemplo del Ingenio Carmelita, para desarrollar una biblioteca de casos de estudio auténticos que sirvan como base para la aplicación del ABP en diferentes asignaturas, asegurando así la pertinencia del currículo con las demandas del entorno.

Metodológicamente, se recomienda que la próxima fase de esta investigación supere la naturaleza proyectiva actual. Se sugiere realizar un estudio empírico de tipo cuasi-experimental, aplicando la secuencia didáctica a un grupo de estudiantes (grupo experimental) y comparando sus resultados con un grupo que reciba instrucción tradicional (grupo control). Para obtener una visión más completa del fenómeno, se podrían explorar nuevas variables, como la medición del impacto en la motivación intrínseca de los estudiantes o la comparación de la efectividad de GeoGebra frente a otras herramientas de software especializado (como MATLAB o Python) en el desarrollo de la competencia de modelado.

Referencias Bibliográficas

- Africano Mejía, B. A. (2021). *Estudio de los factores que influyen en el desinterés y la apatía de los estudiantes de básica primaria hacia las matemáticas*. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio Institucional UNAD.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia. *Gaceta Constitucional*. No. 116.
- Bonilla Pascuas, C. I. (2016). *Aplicaciones tecnológicas de jóvenes en estudio de aguas, una forma para conocer el ambiente y llevar la academia al mundo real*. En M. C. Gamboa Mora (Ed.), *Aplicación de la tecnología para la enseñanza de la matemática, física, química y biología: Implicaciones didácticas* (pp. 39-44). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Congreso de Colombia. (28 de diciembre de 1992). *Ley 30 de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior*. Diario Oficial No. 40.700.
- Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). *Ley 115 de 1994, por la cual se expide la ley general de educación*. Diario Oficial No. 41.214.
- Congreso de Colombia. (25 de abril de 2008). *Ley 1188 de 2008, por la cual se regula el registro calificado de programas de educación superior y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 46.971.
- Gamboa Mora, M. C., & García Castellanos, C. J. (2016). *Impacto de la aplicación de la tecnología para el proceso de enseñanza-aprendizaje de cinemática de partícula y de cuerpo rígido*. En M. C. Gamboa Mora (Ed.), *Aplicación de la tecnología para la enseñanza de la matemática, física, química y biología: Implicaciones didácticas* (pp. 139-153). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

- Gutiérrez Hernández, S. G. (2016). *El aula ambiental del GUR, espacio de investigación e integración de las TAC en educación*. En M. C. Gamboa Mora (Ed.), *Aplicación de la tecnología para la enseñanza de la matemática, física, química y biología: Implicaciones didácticas* (pp. 191-199). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- ICFES. (2018). *Módulo de resolución de problemas - Saber Pro. Marco de referencia*. ICFES. <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193557/marco-de-referencia-del-modulo-de-resolucion-de-problemas-saber-pro.pdf>
- Lozano, G. A., & Villanueva Silva, J. A. (2016). *"El cielo de los Buendía" Astronomía, educación y TIC*. En M. C. Gamboa Mora (Ed.), *Aplicación de la tecnología para la enseñanza de la matemática, física, química y biología: Implicaciones didácticas* (pp. 96-101). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Manjarrez, M. E., & Mejía, M. R. (2011). *Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas*. Fundación Social FES.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) V2*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 "El camino hacia la calidad y la equidad"*. MEN. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- Mora, C. D. (2003). *Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. *Revista de Pedagogía*, 24(70), 181-272.
- Muñoz, F. L. M., Montenegro, M. J. B., & Blanco-Álvarez, H. (2015). *Estudio sobre los factores que influyen en la pérdida de interés hacia las matemáticas*. *Amauta*, 13(26), 149-166.

- Orduz Basto, E. A. (2024). *Articulación de las matemáticas con las ciencias naturales para mejorar su aprendizaje y comprensión en los estudiantes de segundo grado de la institución educativa jurado sede A*. Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Repositorio Institucional UNAD.
- Rúa, J. A., & Alarcón, J. D. C. (2012). *La modelación matemática en la formación de ingenieros*. Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (32), 115-131.
- UNESCO. (2019). *Marco de Competencias de los Docentes en materia de TIC*.
- Villalobos-Múnera, G. D. V., & Melo-Solarte, D. S. (2020). Competencias en la resolución de problemas en la formación en ingeniería. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E31), 353-365.

Apéndices

Apéndice A

Muestras de Investigación

[Evidencias](#)