ARTÍCULO PRODUCTO DE LA INVESTIGACIÓN

Experimentación y modelación del Tiro Parabólico: Una mirada desde la función cuadrática y el análisis de datos

Jonathan Alberto Cervantes-Barraza[*]

Laurenth Daniela Hernández Martínez[**]

Dayana Michell González Barón[***]

Recibido: 20-02-2025

Aceptado: 01-04-2025

Citar como: Cervantes-Barraza, J. Hernández, L. y González, D. (2025). Experimentación y modelación del Tiro Parabólico: Una mirada desde la función cuadrática y el análisis de datos. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, 18*(2), 183-209. https://doi.org/10.15332/25005421.XXXX

Resumen

La investigación aborda cómo integrar tecnologías y metodologías innovadoras en la enseñanza de las matemáticas, específicamente en el estudio de la función cuadrática y su relación con el tiro parabólico. El uso de herramientas como Python y Google Colab permite simular trayectorias y modelar fenómenos físicos, haciendo más significativos conceptos abstractos. Desde el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), se fomenta un aprendizaje interdisciplinario que motiva a los estudiantes a resolver problemas reales mientras desarrollan habilidades críticas y creativas. La metodología incluye tareas experimentales y computacionales que conectan la teoría matemática con aplicaciones prácticas. También se

[*] Escuela Superior de Administración Pública.
Correo electrónico: jonathan.cervantes@esap.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5708-8571

[**] Universidad del Atlántico.
Correo electrónico: ldanielahernandez@mail.uniatlantico.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4617-0817

[***] Universidad del Atlántico.
Correo electrónico: dmichellgonzalez@mail.uniatlantico.edu.co
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9004-5824

diseñaron actividades que promueven la argumentación y la refutación en el aula, alentando a los estudiantes a validar ideas, cuestionar resultados y construir colectivamente el conocimiento. A pesar de los retos, como la capacitación docente, la investigación subraya la importancia de contextualizar las matemáticas, promoviendo un aprendizaje activo y relevante. Estas estrategias no solo mejoran la comprensión de las ecuaciones cuadráticas, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos en un mundo tecnológicamente avanzado.

Palabras clave: STEAM, función cuadrática, tiro parabólico, ciencia de datos.

Experimentation and modeling of Parabolic Shooting: A look from quadratic function and data analysis.

Abstract

The essay addresses how to integrate innovative technologies and methodologies in the teaching of mathematics, specifically in the study of the quadratic function and its relationship with the parabolic throw. The use of tools such as Python and Google Colab allows simulating trajectories and modeling physical phenomena, making abstract concepts more meaningful. From the STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) approach, interdisciplinary learning is encouraged that motivates students to solve real problems while developing critical and creative skills. The methodology includes experimental and computational tasks that connect mathematical theory with practical applications. Activities were also designed that promote argumentation and refutation in the classroom, encouraging students to validate ideas, question results, and collectively construct knowledge. Despite challenges, such as teacher training, the essay highlights the importance of contextualizing mathematics, promoting active and relevant learning. These strategies not only improve understanding of quadratic equations, but also prepare students to meet challenges in a technologically advanced world.

Keywords: STEAM, quadratic function, parabolic shot, data science.

Experimentação e modelagem de disparo parabólico: Um olhar a partir da função quadrática e da análise de dados.

Resumo

O ensaio aborda como integrar tecnologias e metodologias inovadoras no ensino da matemática, especificamente no estudo da função quadrática e sua relação com o lançamento parabólico. O uso de ferramentas como Python e Google Colab permite simular trajetórias e modelar fenômenos físicos, tornando conceitos abstratos mais significativos. A partir da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), é incentivado o aprendizado interdisciplinar que motiva os alunos a resolver problemas reais e, ao mesmo tempo, desenvolver habilidades críticas e criativas. A metodologia inclui tarefas experimentais e computacionais que conectam a teoria matemática com aplicações práticas. Também foram elaboradas atividades que promovem a argumentação e a refutação em sala de aula, incentivando os alunos a validar ideias, questionar resultados e construir conhecimento coletivamente.

Apesar dos desafios, como o treinamento de professores, o ensaio destaca a importância de contextualizar a matemática, promovendo um aprendizado ativo e relevante. Essas estratégias não apenas melhoram a compreensão das equações quadráticas, mas também preparam os alunos para enfrentar os desafios em um mundo tecnologicamente avançado.

Palavras-chave: STEAM, função quadrática, tiro parabólico, ciência de dados.

Introducción

El progreso de la tecnología afecta todas las áreas de la vida, incluida la educación, lo que crea nuevos desafíos para los docentes. Estos deben actualizar sus planes de estudio continuamente para integrar nuevas herramientas y métodos que permitan mejorar la forma en que enseñan y evalúan (Arroyo *et al.*, 2023). En este contexto de cambios y adaptación, el uso de nuevas tecnologías en el aula se vuelve fundamental para transformar la experiencia educativa. Dichos recursos permiten a los docentes implementar metodologías innovadoras en el aula, fomentando una mayor interacción entre profesores y estudiantes a través de nuevos entornos de aprendizaje. Esto contribuye a un aprendizaje más significativo y una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes (Gómez *et al.*, 2019).

De esta manera, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006 plantea que las situaciones de aprendizaje significativo y comprensivo en las matemáticas escolares son aquellas que van más allá del aprendizaje pasivo, ya que crean contextos que se ajustan a los intereses y habilidades intelectuales de los estudiantes. Esto les permite explorar y desarrollar interpretaciones, modelos y problemas, formular estrategias para solucionarlos y utilizar de manera productiva materiales manipulativos, representativos y tecnológicos.

Como resultado de este avance tecnológico y la incorporación de la computación en el aula, el uso de recursos y materiales didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas ha aumentado considerablemente hasta el día de hoy (Herrera, 2022). Esto se alinea con el enfoque STEAM (sigla en inglés de Ciencia, Tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) el cual se fundamenta en la enseñanza de las áreas del conocimiento como matemáticas, ciencias y tecnología utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Rodríguez y Genes, 2024). Además, se ha convertido en una de las metodologías más efectivas para preparar a los estudiantes para enfrentar problemas reales de un mundo en constante evolución tecnológica, mediante la integración de diversas disciplinas (Kefalis y Drigas, 2019).

Desde este enfoque integral, las matemáticas en la Educación STEAM desempeñan un papel fundamental en el proceso interdisciplinario, fomentando experiencias de aprendizaje integrales y significativas. Las matemáticas sirven como un lenguaje común que une estas disciplinas, brindando herramientas para analizar, modelar y resolver problemas en diversos campos (Rotger, 2024). Por lo que diversas investigaciones respaldan la incorporación de procesos educativos en el modelo STEAM, con un énfasis particular en el desarrollo del pensamiento matemático (Acendra-Pertuz y Conde-Carmona, 2024). Según estos autores, la integración de las matemáticas con otras áreas crea un enfoque atractivo que motiva a los estudiantes al ver cómo utilizar sus conocimientos para solucionar problemas reales y cercanos a su contexto. Además, este modelo promueve no solo el desarrollo del pensamiento lógico, sino también otros tipos de pensamiento, como el geométrico y el variacional.

Sin embargo, los profesores de matemáticas se han concentrado en los aspectos formales y procedimentales de la disciplina. Aunque esta visión es necesaria, resulta insuficiente, ya que desvincula las matemáticas escolares de una gran variedad de fenómenos de la

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000
ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

vida y otras realidades (Parra-Sandoval, 2020). Esta desconexión entre las matemáticas y su aplicabilidad en la vida cotidiana limita el potencial de aprendizaje y la comprensión de los estudiantes, lo que hace fundamental que la enseñanza de las matemáticas se contextualice a quienes participan en el proceso, de modo que los objetivos, contenidos, métodos, recursos, formas de organización y evaluación estén relacionados con sus capacidades y con su potencial de desarrollo (Gamboa y Borrero, 2016).

Lo anterior es especialmente evidente en la enseñanza de la función cuadrática, que, aunque es un concepto esencial en la matemática escolar y permite modelar y comprender diversos fenómenos en el mundo real, así como analizar datos y aplicaciones en otras áreas como la física y la ingeniería, comúnmente se aborda de manera tradicional y abstracta, sin mostrar su utilidad práctica (Hinestroza y Rincón, 2024). En este sentido, Córdoba (2021) detectó algunas debilidades en las cuatro maneras de representar una función cuadrática, atribuibles tanto a deficiencias en los conocimientos previos relacionados con el objeto matemático como a la forma en que se enseña el concepto de forma aislada a otras disciplinas del conocimiento. Estas representaciones incluyen: "algebraica (por medio de una fórmula explícita), visual (mediante una gráfica), numérica (con una tabla de valores) y verbal (mediante una descripción en palabras)" (P.5). Esto impide que los estudiantes logren una comprensión profunda de la función cuadrática y su relación con la modelización de fenómenos cotidianos o físicos, como el movimiento de partículas a lo largo de una trayectoria parabólica (Córdoba, 2021).

En respuesta a estas limitaciones, Villarraga (2012) sostiene que el análisis de la función cuadrática aplicado a contextos de la vida real y a fenómenos naturales ayuda a profundizar en su comprensión. Su enfoque metodológico incluye el uso de herramientas tecnológicas como apoyo didáctico, facilitando que los estudiantes descubran cómo la función cuadrática puede representar cambios y variaciones en fenómenos físicos. De manera similar, la programación computacional se presenta como una estrategia eficaz para fortalecer el pensamiento lógico-matemático, al promover el desarrollo de habilidades cognitivas esenciales como el pensamiento algorítmico y la resolución de problemas, ya que, al escribir y corregir códigos, los estudiantes aplican conceptos matemáticos, lo que les permite visualizar y resolver problemas complejos de manera práctica (Barrera y López, 2022).

En este sentido, la integración de la IA (Inteligencia Artificial) en la educación matemática tiene un impacto positivo tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes. En particular, la IA puede personalizar el aprendizaje, identificar problemas desde las primeras etapas y ofrecer retroalimentación adaptativa (Jiménez y García, 2024). Además, con la incorporación de herramientas como Python y Google Colab en el aula, los estudiantes pueden visualizar y comprender conceptos abstractos mediante la programación y la automatización de cálculos complejos. Estas herramientas también permiten la creación de actividades interactivas y simulaciones que favorecen el aprendizaje y fomentan el desarrollo de habilidades prácticas en situaciones reales (Pinargote-Zambrano *et al.*, 2024).

El avance de las tecnologías y el conocimiento, se declara la Ciencia de Datos (*Data Science*) como un campo interdisciplinar que incorpora la Lógica Matemática, la Estadística y la Computación con el fin de extraer conocimiento e información a partir de datos estructurados y no estructurados (Sundnes, 2020; Horton y Hardin, 2021; Hastie *et al.*, 2020). Autores referentes en el campo disciplinar, VanderPlas (2018) resalta la necesidad de la combinación de habilidades propias de la Estadística para resumir y modelar grandes bases de datos; asimismo, interpretar el lenguaje lógico matemático y con esto desarrollar habilidades para diseñar y usar algoritmos eficientes para organizar, visualizar e interpretar los datos (Zheng, 2017). En este contexto, Python es un lenguaje de programación multi-paradigmas y de libre acceso que ha surgido en las últimas dos décadas como una herramienta de primera clase y se utiliza para tareas de computación científica como el procesamiento, análisis y visualización de datos (VanderPlas, 2018; Sundnes, 2020). Por su sintaxis amigable y entornos interactivos Jupyter y Google Colab son las más usadas como herramienta principal.

Para formar a los estudiantes desde la investigación en Ciencia de Datos aplicado al proceso de aprendizaje de la matemática escolar se propone abordar el enfoque STEAM y la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Esta combinación hace énfasis en la identificación y tratamiento de situaciones reales que impliquen al estudiante con la necesidad de resolver un problema en el contexto, en este caso el de análisis de fenómenos físicos (el tiro parabólico), análisis de bases de datos reales propias del fenómeno.

En síntesis, el uso de estas plataformas permite simular experimentos de tiro parabólico y modelar las trayectorias de manera interactiva, lo que facilita la comprensión de cómo las funciones cuadráticas describen los movimientos de objetos en el espacio. Con base en el planteamiento anterior, esta investigación planeta la siguiente pregunta: ¿Cómo impacta la implementación de un enfoque innovador que integre la modelación del tiro parabólico utilizando la función cuadrática en el diseño de tareas matemátic*as en la comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos y físicos por parte de los estudiantes, y en su capacidad para resolver problemas reales de manera eficaz?*

Metodología

La metodología empleada se centró en un enfoque cualitativo–descriptivo. Según Denzin y Lincoln (2018), este tipo de metodología se centra en captar las características esenciales de los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, permitiendo descripciones detalladas que facilitan su análisis e interpretación. Este enfoque busca estudiar los fenómenos en su entorno para otorgar significado a las acciones y comportamientos cotidianos desde una perspectiva interpretativa. Por su parte, Barrera (2017) y Hernández-Sampieri *et al.* (2014) destacan que la investigación cualitativa se orienta hacia la comprensión de la realidad social, fundamentándose en el análisis y la interpretación de experiencias y dinámicas humanas.

En este mismo sentido**,** en investigaciones cualitativas, la lógica inductiva es fundamental, ya que parte de observaciones particulares para construir teorías o ideas generales. Este enfoque busca identificar patrones, establecer categorías y generar teorías generales por medio de observaciones específicas que le den sentido al fenómeno investigado (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Esto se refleja en el diseño de tareas sobre el tiro parabólico. Al analizar las trayectorias de un proyectil y la recolección de datos mediante experimentos, los estudiantes emplean un razonamiento inductivo al identificar patrones que les permiten generalizar y modelar el movimiento del proyectil a través de una función cuadrática.

Con base en esta perspectiva, el propósito principal de esta investigación es demostrar como la integración de la experimentación, la ciencia de datos y el enfoque STEAM en el diseño de tareas matemáticas contextualizadas mejora el aprendizaje de conceptos matemáticos abstractos través de contextos reales, promoviendo un aprendizaje significativo en el que los estudiantes desarrollen habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad, mientras analizan las aplicaciones de las matemáticas en la vida real. Así mismo, el enfoque STEAM promueve un aprendizaje activo y basado en la experiencia, al integrar las ciencias naturales y las matemáticas con tecnologías y herramientas computacionales para el cálculo y la representación gráfica, lo que permite modelar algoritmos basándose en los resultados experimentales (Bosch *et al.*, 2015).

En esta misma línea, para el diseño de las tareas sobre el tiro parabólico, se utilizó el enfoque STEAM centrado en la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP) que permite a los estudiantes resolver problemas, trabajar en equipo, diseñar sus propios experimentos, explicar lo que observan y comunicar sus resultados de manera clara y fundamentada (Correa, 2022; Luy, 2019). Además, la implementación de esta metodología sitúa al estudiante como el protagonista de su propio aprendizaje, lo que favorece el desarrollo de habilidades prácticas como la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Del mismo modo, al enfrentarlo con diversas situaciones problemáticas, se le brindan herramientas para adoptar posturas críticas, formular hipótesis y buscar información de manera autónoma, fortaleciendo así su capacidad de aprendizaje independiente y reflexivo (Mora León *et al.*, 2019). Por último, Castro (2020) afirma que "un buen proyecto debería darles a los alumnos la posibilidad de practicar y así aprender las competencias demandadas en la actualidad: expresión del pensamiento crítico, comunicación efectiva, uso de tecnologías y trabajo en equipo" (p. 102).

Enmarcado en la combinación de ciencias, el enfoque educativo ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas por sus siglas en inglés (STEAM) toma sus orígenes en el trabajo de Kilpatrick (1918) y potenciado por estándares para la creación de proyectos educativos (Larmer *et al.*, 2015), investigador que consolidó bases teóricas y metodológicas en un enfoque educativo centrado en el estudiante y basado en la construcción de proyectos. La premisa principal del enfoque es que el estudiante aprende de manera efectiva cuando se involucra directamente con actividades significativas que están relacionadas con su interés, tendencial actual y que tengan un propósito claro. El centro de atención del enfoque STEAM se relaciona en el ámbito educativo con el aprendizaje basado en proyectos, para ello, el autor propuso cuatro tipos de proyectos: 1) proyecto de producción, en este los estudiantes tienen la oportunidad de crear un producto en concreto, 2) proyecto de disfrute o apreciación, en este los estudiantes realizan lecturas y se apropian de conocimientos con el fin de apreciar situaciones artísticas culturales, 3) proyecto de resolución de problemas, los estudiantes enfrentan un problema o desafía el cual deben resolver implementando herramientas propias de la ciencia y la tecnología. 4) proyecto de adquisición de habilidad específicas, enfocados en aprender una habilidad particular, como tocar un instrumento musical o usar herramientas tecnológicas.

Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP)

En el aprendizaje basado en proyectos el principio fundamental en torno al proceso de aprendizaje de los estudiantes radica en *aprender haciendo*, Zheng (2017) señalan que este principio es una herramienta para abordar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, dado que genera en los estudiantes la confianza para aprender en el proceso de construcción de acciones requeridas en las diversas tareas o actividades, y con esto se busca que los estudiantes practiquen la toma de decisiones y la resolución de problemas. Aunado al principio señalado, la metodología del ABP, la cual evidencia que el aprendizaje es centrado en el estudiante, fomenta una participación activa de los mismos, pues mediante diferentes vías condicionan su propio aprendizaje, sin la necesidad que el docente exponga el contenido y la forma de desarrollar la enseñanza. En este sentido, los educandos tienen una implicación consciente y activa en el proceso, pudiendo adoptar posiciones y decisiones propias, es decir se convierten en sujetos autónomos del aprendizaje (Mora León *et al.*, 2019; Mendoza-Lozano, 2021).

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000

ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

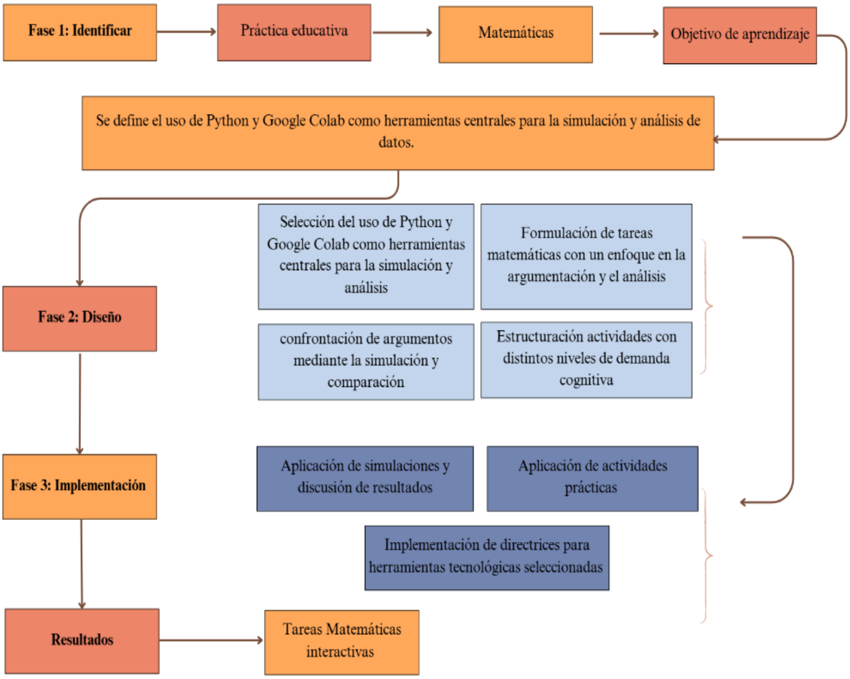
Diseño de Tareas Matemáticas Combinadas con el Análisis del Tiro Parabólico

El diseño de tareas matemáticas orientado a mejorar el aprendizaje de los estudiantes requiere considerar elementos claves que faciliten tanto la comprensión como la aplicabilidad de los conceptos. Según Pochulu *et al.* (2016), una planificación efectiva debe incluir tareas abiertas y contextualizadas que estimulen la reflexión, el razonamiento crítico y la argumentación matemática. Además, es fundamental que estas tareas anticipen posibles errores de los estudiantes, lo que permite al docente implementar intervenciones estratégicas que promuevan un aprendizaje activo.

Por otro lado, el diseño de tareas matemáticas fomenta el desarrollo de habilidades argumentativas en el aula al combinar principios pedagógicos y didácticos fundamentales. Cabañas-Sánchez y Cervantes-Barraza (2019) señalan que estas tareas deben promover un alto nivel de demanda cognitiva, motivando a los estudiantes a analizar y reflexionar sobre las propiedades, relaciones o características de los objetos matemáticos en estudio. Asimismo, la formulación de preguntas abiertas y la confrontación de argumentos permite validar conocimientos, refutarlos y fomentar espacios de discusión que construyan colectivamente el conocimiento y desarrollen competencias argumentativas.

En este contexto, se llevó a cabo la adaptación del marco analítico HiCuA propuesto por Huru *et al.*, (2018), para el diseño de tareas matemáticas relacionadas con el tiro parabólico.

Figura 1. Adaptación del marco analítico HiCuA.



Tomado de la adaptación de un marco analítico para el diseño de una tarea propuesto por Cervantes-Barraza y Aroca (2023).

Este enfoque estructurado combina herramientas tecnológicas con objetivos educativos, integrando conceptos matemáticos y físicos, como la función cuadrática y las trayectorias parabólicas, en actividades prácticas. Estas tareas emplean Python y Google Colab como recursos centrales para la simulación y el análisis, permitiendo a los estudiantes explorar aplicaciones reales mientras desarrollan habilidades en programación y modelación. La adaptación busca fomentar un aprendizaje significativo al conectar la teoría con la práctica en un contexto educativo innovador (Cervantes-Barraza y Aroca, 2023).

Fase 1: Identificación del contexto y los objetivos de aprendizaje

En esta etapa, el docente identifica los conceptos matemáticos y físicos relevantes, como la función cuadrática y las propiedades del movimiento parabólico. Aquí se define el uso de Python y Google Colab como herramientas centrales para la simulación y análisis, asegurándose de que las tareas estén alineadas con los objetivos curriculares (Huru *et al.*, 2018; Cervantes-Barranza y Aroca, 2023)

Fase 2: Diseño de las tareas matemáticas

Las tareas se desarrollaron con base en tres principios fundamentales planteados por Cabañas-Sánchez y Cervantes-Barraza (2019), destacando su importancia para fomentar el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades argumentativas en matemáticas.

1. Nivel de demanda cognitiva: Permite ajustar las tareas a las capacidades cognitivas y conocimientos previos de los estudiantes. Este paso es crucial porque determina la profundidad del pensamiento que se espera alcanzar.

2. Formulación de la tarea: Se refiere a la manera en que esta es presentada y contextualizada. Esto implica presentarla de manera clara, con información inicial y un contexto que permita a los estudiantes generar conclusiones. Las tareas pueden diseñarse como narrativas, preguntas abiertas o cerradas, dependiendo del objetivo de aprendizaje (Pochulu *et al.* 2016; Gómez-Guzmán y Romero, 2015; Cabañas-Sánchez y Cervantes-Barraza, 2019).

3. Gestión de la confrontación de argumentos: Se fomenta la participación activa de los estudiantes para validar o refutar conclusiones, promoviendo la construcción colectiva de conocimiento a través del análisis crítico y la argumentación en el aula (Cabañas-Sánchez y Cervantes-Barraza, 2019).

Fase 3: Implementación y retroalimentación

En esta última etapa, los estudiantes implementan las simulaciones en Python y Google Colab. Se anima a los estudiantes a comparar sus resultados, discutir los errores encontrados y proponer mejoras en los códigos utilizados. Esta fase incluye tanto actividades prácticas como reflexiones sobre el aprendizaje, reforzando el vínculo entre teoría y práctica (Huru *et al.*, 2018; Cervantes-Barraza y Aroca, 2023).

Resultados

En la siguiente sección se presentan los resultados de las tareas diseñadas, dirigidas a estudiantes de décimo grado y alineadas con los lineamientos curriculares y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Estas tareas integran la experimentación práctica con herramientas tecnológicas como Python y Google Colab, permitiendo conectar conceptos matemáticos y físicos con situaciones del mundo real. Además, se emplean bases de datos y códigos programados como recursos claves para promover la exploración y modelación interactiva.

Tabla 1. Instrucciones para la construcción de una catapulta casera y registro de parámetros del Tiro Parabólico.

Tarea	Construcción y medición experimental del tiro parabólico
Objetivo de aprendizaje:	Calcular la distancia, altura y tiempo de vuelo de un proyectil en función del ángulo de lanzamiento.
Concepto Matemático:	Función cuadrática
Base de Datos:	La base de datos registra resultados experimentales relacionados con el lanzamiento de un proyectil, organizando información sobre distintas variables físicas medidas en función de diferentes condiciones iniciales.

Tarea	Construcción y medición experimental del tiro parabólico
Consigna	Construye una catapulta casera utilizando los materiales proporcionados (palitos de helado, gomas elásticas y una cuchara o tapa de plástico). Realice lanzamientos del proyecto en diferentes ángulos (30°, 45°, 60°,75 °) y registre las siguientes mediciones para cada lanzamiento: Distancia horizontal recorrida, altura máxima alcanzada, tiempo de vuelo. Ingresa los datos obtenidos en un documento Excel, organizando la información por ángulo de lanzamiento y mediciones. **Preguntas iniciales:** 1. ¿Cómo varía la distancia recorrida por el proyectil según el ángulo de lanzamiento? 2. ¿Qué ángulo de lanzamiento genera la mayor altura máxima del proyectil?

Fuente: Elaboración propia.

En la tarea 1, la base de datos se propone como un modelo preliminar, ya que no se dispone de ella previamente. El objetivo es que los estudiantes recopilen y organicen la información requerida como parte del proyecto, fomentando así el desarrollo de habilidades para construir y estructurar bases de datos propias.

Tabla 2. Códigos en Python para Simulaciones y Gráficas de Trayectorias en Google Colab.

Tarea	Simulación y análisis del tiro parabólico en Google Colab.
Objetivo de aprendizaje:	Simular la trayectoria del proyectil para visualizar el efecto de diferentes ángulos en su comportamiento.
Concepto Matemático:	Ecuaciones cuadráticas.
Base de Datos	La base de datos contiene mediciones simuladas de la trayectoria de un proyectil, representadas por columnas de lanzamientos, ángulo y distancia.
Enlace de la base de datos:	TRAYECTORIA DEL PROYECTIL.
Consigna	Usa Google Colab y la tabla de datos Ecxel para simular el tiro parabólico de un proyectil, utilizando el código proporcionado. Grafica la trayectoria del proyectil y analiza cómo cambia la trayectoria al modificar el ángulo de lanzamiento. **Preguntas:** 1. ¿Cuál crees que sería el ángulo óptimo para alcanzar la mayor distancia horizontal, y por qué? 2. ¿Cómo podrías demostrar que un ángulo de 45° no siempre es el mejor para alcanzar la mayor distancia si se tienen en cuenta factores como la resistencia del aire o diferentes velocidades iniciales?

<table>
<tr><th>Tarea</th><th>Simulación y análisis del tiro parabólico en Google Colab.</th></tr>
<tr><td>Códigos en Python</td><td>

```python
# Paso 1: Importar las bibliotecas necesarias
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Paso 2: Leer datos desde el archivo de Excel
data = pd.read_excel('/content/Libro (1).xlsx', engine='openpyxl')



# Paso 3: Asignar las columnas de datos a variables (ajustar los nombres de columnas según el archivo)
angulos = data['Ángulo (°)'].values  # Ángulo en grados
distancias_medidas = data['Distancia (m)'].values  # Distancia medida

# Paso 4: Imprimir los datos de la tabla de Excel para verificar
print("Datos cargados desde el archivo Excel:")
print(data)

# Paso 5: Definir las constantes
g = 9.81  # Gravedad (m/s^2)
v0 = 50   # Velocidad inicial (m/s)

# Paso 6: Definir la función para calcular la trayectoria
def calcular_trayectoria(angulo):
    """
    Calcula la trayectoria de un proyectil dado un ángulo de lanzamiento.
    Devuelve las posiciones x e y de la trayectoria completa.
    """
    angulo_rad = np.radians(angulo)
    tiempo_total = (2 * v0 * np.sin(angulo_rad)) / g  # Tiempo total de vuelo
    tiempos = np.linspace(0, tiempo_total, num=500)  # Tiempo dividido en pasos
    x = v0 * np.cos(angulo_rad) * tiempos  # Posición horizontal
    y = v0 * np.sin(angulo_rad) * tiempos - (0.5 * g * tiempos**2)  # Posición vertical
    return x, y
```

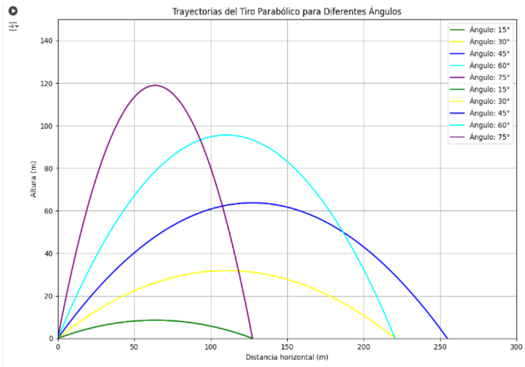
```python
# Paso 7: Graficar las trayectorias con colores específicos por ángulo
plt.figure(figsize=(12, 8))

# Colores específicos para los ángulos
colores = ['green', 'blue', 'purple', 'yellow', 'cyan']  # Asignar colores específicos

# Creamos un conjunto de colores para cada ángulo
for i, angulo in enumerate(angulos):
    x, y = calcular_trayectoria(angulo)
    # Solo agregamos una etiqueta por ángulo
    if i == 0 or angulo != angulos[i-1]:
        plt.plot(x, y, label=f'Ángulo: {angulo}°', color=colores[i % len(colores)])  # El color se repite si hay más ángulos

# Paso 8: Configuración del gráfico
plt.title('Trayectorias del Tiro Parabólico para Diferentes Ángulos')
plt.xlabel('Distancia horizontal (m)')
plt.ylabel('Altura (m)')
plt.legend()  # Mostrar la leyenda
plt.grid()
plt.xlim(0, 300)  # Ajusta según el alcance máximo esperado
plt.ylim(0, 150)  # Ajusta según la altura máxima esperada
plt.savefig('trayectorias_proyectil.png')  # Guardar la gráfica como imagen
plt.show()

# Paso 9: Comparar distancias medidas con calculadas
print("\nComparación entre distancias medidas y calculadas:")
for angulo in angulos:
    x_final = calcular_trayectoria(angulo)[0][-1]  # Última posición x (alcance teórico)
    print(f"Ángulo: {angulo}°, Distancia medida: {distancias_medidas[np.where(angulos == angulo)[0][0]]} m, Distancia calculada: {x_final:.2f} m")
```



</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000

ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

Tabla 3. Códigos en Python para Cálculos Matemáticos y Análisis Gráfico de la Trayectoria del Proyectil.

Tarea	Análisis matemático de la función cuadrática con Google Colab
Objetivo de aprendizaje:	Analizar la función cuadrática de la trayectoria del proyectil, identificando cómo los parámetros de lanzamiento afectan su forma.
Concepto Matemático:	Modelación matemática mediante función cuadrática.
Base de Datos	La base de datos contiene dos columnas: “x”, que representa la distancia horizontal del proyectil, y “y”, qué representa su altura en cada punto de la trayectoria. Estos datos se utilizan para ajustar una ecuación cuadrática que modela el movimiento parabólico del proyectil.
Enlace de la base de datos:	TRAYECTORIA DEL PROYECTIL 2.
Consigna	Utiliza Google Colab para analizar la ecuación cuadrática que describe la trayectoria de un proyectil lanzado desde una catapulta. 1. ¿Cómo se relacionan los coeficientes (a), (b) y (c) con la forma de la trayectoria? 2. ¿Cómo se relacionan estos coeficientes con la altura máxima y la distancia recorrida? 3. Observa la relación entre el ángulo de lanzamiento y estos coeficientes, apoyándote en gráficos y cálculos matemáticos.
	(código a continuación)

```python
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Cargar datos desde un archivo Excel
# El archivo debe tener columnas: 'x', 'y', donde x = distancia horizontal, y = altura.
file_path = "/content/simulacion_proyectil.xlsx"
df = pd.read_excel(file_path)

# Ajuste de la parábola (ecuación cuadrática) a los datos
x = df['x']
y = df['y']

# Usar numpy para encontrar los coeficientes de la ecuación cuadrática
coefficients = np.polyfit(x, y, 2)  # Ajusta la ecuación y = ax^2 + bx + c
a, b, c = coefficients

# Graficar los datos y la parábola ajustada
plt.scatter(x, y, label='Datos observados')
x_fit = np.linspace(min(x), max(x), 500)
y_fit = a * x_fit**2 + b * x_fit + c
plt.plot(x_fit, y_fit, label=f'Ajuste cuadrático: y = {a:.3f}x^2 + {b:.3f}x + {c:.3f}', color='red')

plt.xlabel('Distancia horizontal (x)')
plt.ylabel('Altura (y)')
```

```python
plt.xlabel('Distancia horizontal (x)')
plt.ylabel('Altura (y)')
plt.title('Trayectoria del proyectil')
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()

# Calcular altura máxima y distancia máxima
altura_maxima = -b**2 / (4 * a)  # Fórmula de la altura máxima en una parábola
distancia_maxima = max(x)

# Imprimir resultados
print(f"Coeficientes de la ecuación cuadrática: a = {a:.3f}, b = {b:.3f}, c = {c:.3f}")
print(f"Altura máxima (y): {altura_maxima:.3f}")
print(f"Distancia máxima (x): {distancia_maxima:.3f}")

# ------------------------------
# ANALIZADORES DE COEFICIENTES
# ------------------------------
def describe_coefficient_a(a):
    """
    Describe el impacto del coeficiente 'a' en la parábola.
    """
    if a < 0:
        return (
            f"El coeficiente 'a' ({a:.3f}) indica una parábola cóncava hacia abajo. "
            "Esto es típico en trayectorias de proyectiles, ya que la gravedad actúa en dirección opuesta al lanzamiento."
```

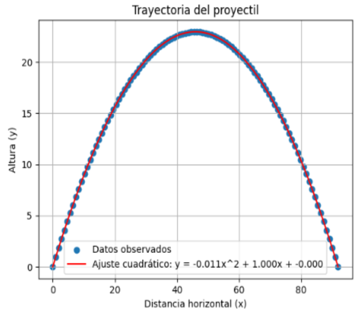
<table>
<tr><th>Tarea</th><th>Análisis matemático de la función cuadrática con Google Colab</th></tr>
<tr><td>Códigos en Python</td><td>
<pre>
            f"El coeficiente 'a' ({a:.3f}) indica una parábola cóncava hacia abajo. "
            "Esto es típico en trayectorias de proyectiles, ya que la gravedad actúa en dirección opuesta al lanzamiento. "
            "Un valor más negativo significa una curvatura más pronunciada."
)
    elif a == 0:
        return "El coeficiente 'a' es cero, lo que indica que no hay curvatura: la trayectoria sería una línea recta."
    else:
        return (
            f"El coeficiente 'a' ({a:.3f}) indica una parábola cóncava hacia arriba, "
            "lo cual no es típico en trayectorias reales, ya que la gravedad no genera este comportamiento."
)

def describe_coefficient_b(b):
    """
    Describe el impacto del coeficiente 'b' en la parábola.
    """
    if b > 0:
        return (
            f"El coeficiente 'b' ({b:.3f}) representa la inclinación inicial de la parábola hacia arriba. "
            "Esto corresponde al ángulo de lanzamiento, con valores más altos indicando una inclinación más pronunciada."
)
    elif b == 0:
        return (
            "El coeficiente 'b' es cero, lo que indica que no hay inclinación inicial: "
            "la trayectoria no tiene componente vertical en el momento del lanzamiento."
)
    else:
</pre>
<pre>
)
    else:
        return (
            f"El coeficiente 'b' ({b:.3f}) indica una inclinación inicial hacia abajo, "
            "lo cual es inusual en trayectorias reales, pero podría ocurrir si el proyectil es lanzado en esa dirección."
)

def describe_coefficient_c(c):
    """
    Describe el impacto del coeficiente 'c' en la parábola.
    """
    return (
        f"El coeficiente 'c' ({c:.3f}) representa la altura inicial del proyectil. "
        "Un valor mayor indica que el proyectil se lanzó desde un punto más alto."
)

# Función principal para analizar los tres coeficientes
def analyze_coefficients(a, b, c):
    """
    Analiza los coeficientes de la ecuación cuadrática y proporciona una descripción.
    """
    analysis = {
        "a": describe_coefficient_a(a),
        "b": describe_coefficient_b(b),
        "c": describe_coefficient_c(c),
    }
</pre>
<pre>
    }
    return analysis

# Aplicar los analizadores a los coeficientes calculados
coeff_analysis = analyze_coefficients(a, b, c)

# Imprimir el análisis de los coeficientes
for coeff, description in coeff_analysis.items():
    print(f"Análisis del coeficiente '{coeff}':\n{description}\n")
</pre>


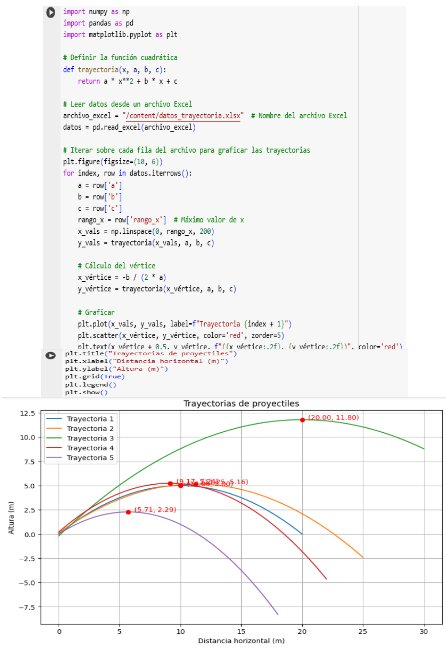
</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia.

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000

ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

Tabla 4. Trayectoria del Proyectil con Identificación del Vértice y sus Coordenadas.

<table>
<tr><th>Tarea</th><th>Calcular la altura máxima del proyectil</th></tr>
<tr><td>Objetivo de aprendizaje:</td><td>Determinar la altura máxima alcanzada por un proyectil utilizando el análisis de la parábola que describe su trayectoria, y representar gráficamente su vértice.</td></tr>
<tr><td>Concepto Matemático:</td><td>Vértice de una parábola.</td></tr>
<tr><td>Enlace de la base de datos:</td><td>Base de datos Vértice</td></tr>
<tr><td>Consigna</td><td>En una feria de ciencias, se organizó un concurso donde los participantes deben construir una catapulta para lanzar globos de agua hacia un blanco ubicado en el suelo. El desafío es calcular el ángulo y la velocidad inicial para que el globo alcance su altura máxima, asegurando que el impacto en el blanco sea lo suficientemente fuerte como para romperlo.
Utiliza Google Colab y la base de datos proporcionada para representar gráficamente la trayectoria y marquen claramente el vértice.
Argumenten:
1. ¿Por qué el vértice representa la altura máxima?
2. ¿Qué relación tienen los coeficientes de la ecuación con la forma de la parábola?</td></tr>
<tr><td>Códigos en Python</td><td>

Cierre: https://padlet.com/hernandezlaurenth6/analizando-el-tiro-parab-lico-qu-tan-cerca-est-la-simulaci-n-ewu0hlv7mzzaqf30</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

Discusión

En esta investigación se ha evidenciado cómo la integración de herramientas tecnológicas, como Python y Google Colab, junto con la experimentación práctica y la modelación matemática, transforma la enseñanza tradicional de las funciones cuadráticas en un proceso dinámico, contextualizado y significativo. A partir del análisis de trayectorias parabólicas, se logró conectar los conceptos abstractos de las matemáticas con aplicaciones concretas en fenómenos cotidianos y científicos, demostrando la relevancia educativa del enfoque STEAM. Este modelo interdisciplinario no solo facilita la comprensión conceptual de las ecuaciones cuadráticas, sino que también fomenta habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales.

Los hallazgos presentados concuerdan con investigaciones previas (Córdoba, 2021; Villarraga, 2012), que subrayan la necesidad de contextualizar la enseñanza de las matemáticas para superar su desconexión con la realidad. Herramientas tecnológicas como Google Colab permiten a los estudiantes interactuar de manera visual y práctica con conceptos teóricos, transformando el aula en un espacio de aprendizaje activo y colaborativo. Además, la metodología empleada en este trabajo destaca la importancia de diseñar tareas abiertas y basadas en proyectos que integren múltiples disciplinas, tal como lo sugieren Pochulu *et al.* (2016) y Cabañas-Sánchez y Cervantes-Barraza (2019). Este enfoque no solo promueve la construcción de argumentos sólidos, sino que también incentiva la creatividad al permitir a los estudiantes simular, analizar y proponer soluciones a problemas complejos.

En el diseño de tareas relacionadas con el tiro parabólico, se identificó que los estudiantes logran construir conexiones significativas

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000
ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

entre los parámetros matemáticos de una ecuación cuadrática y sus implicaciones físicas, como la altura máxima y la distancia recorrida. Esto refuerza la tesis de que la modelación y experimentación contextualizadas facilitan un aprendizaje profundo y aplicable. Asimismo, la implementación de simulaciones computacionales no solo enriquece el aprendizaje, sino que también democratiza el acceso a herramientas avanzadas que, de otro modo, serían costosas o inaccesibles en entornos educativos tradicionales.

Sin embargo, también se identificaron desafíos significativos, como la necesidad de una mayor capacitación docente en el uso de tecnologías avanzadas y la inclusión de escenarios más realistas en los modelos, considerando factores como la resistencia del aire. Esto resalta la importancia de seguir investigando sobre cómo adaptar y enriquecer estas estrategias para su implementación en diversos contextos educativos, especialmente en regiones con recursos limitados.

Conclusiones

El uso innovador de tecnologías y enfoques interdisciplinarios transforma la enseñanza de las matemáticas, integrando la teoría y práctica para ofrecer a los estudiantes una experiencia educativa más relevante y motivadora. En este sentido, la integración de la matemática, los conceptos de la física con el lenguaje de programación desempeñaron dos componentes esenciales para la comprensión y construcción de códigos. La base del lenguaje de la programación recae en la comprensión de los conectores lógicos, las leyes de inferencias como estructuras de los códigos y funciones que se estructuran con ecuaciones matemáticas. Se resalta la importancia de integrar conceptos de la física aunado con conceptos de la matemática escolar, esto permite que los estudiantes experimenten y analicen situaciones contextualizadas que se pueden modelar y aprender bajo un enfoque significativo.

Las tareas matemáticas diseñadas son el producto que reflejan la construcción de conocimientos matemáticos aplicados a la computación y al análisis de las bases de datos en el contexto de la física. Los resultados del estudio materializan la combinación del diseño de tareas matemáticas contextualizado en situaciones reales que involucran al estudiante con la toma de datos, análisis de los resultados y adaptación de códigos de programación en el lenguaje de Python. Este enfoque promueve la creación de espacios de interacción entre grupos de estudiantes, permitiéndoles analizar y concluir conceptos desde la perspectiva matemática. En particular, se examina la variación de la trayectoria de un proyectil en función del ángulo de lanzamiento, a través del análisis de la ecuación cuadrática que modela el tiro parabólico. Los estudiantes profundizan en cómo los coeficientes de dicha ecuación afectan el comportamiento del proyectil, lo cual les permite comprender mejor la relación entre los parámetros de la ecuación y las características de la trayectoria. Además, se estudia cómo determinar el vértice de la parábola, el cual representa la altura máxima que alcanza el proyectil durante su trayecto. El lenguaje de la programación permitió modelar y visualizar datos recolectados por los estudiantes y con esto, tomar decisiones respecto a la predicción de fenómenos físicos.

Futuras investigaciones podrían explorar cómo estas metodologías impactan el desarrollo de competencias transversales y su aplicabilidad en otras áreas del conocimiento, consolidando su papel como eje transformador en la educación actual.

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000

ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

Referencias

Acendra-Pertuz, J. y Conde-Carmona, R. (2024). STEAM para el desarrollo del pensamiento matemático: una revisión documental. *Praxis 20*(2), xx-xx. http://dx.doi.org/10.21676/23897856.5783

Arroyo, J., Mora, F., Trigueros, E. y Porras, K. (2024). Parametrizando ejercicios con Python y LaTeX: una novedosa estrategia para generación de materiales de enseñanza y evaluación en matemáticas. *Revista Digital Matemática Educación e Internet*, *24*(2), 1-15. https://doi.org/10.18845/rdmei.v24i2.6932

Barrera Casas, J. (2017). *Propuesta de implementación de una secuencia didáctica apoyada en laboratorios presenciales y simuladores virtuales para el trabajo del movimiento parabólico con estudiantes de grado décimo* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/6808

Barrera Meraz, C. C., y López Cruz, A. S. (2021). SCRATCH: La programación como detonante del pensamiento matemático. *Educando Para Educar*, (41), 119–130. https://beceneslp.edu.mx/ojs2/index.php/epe/article/view/110

Bosch E.C., Bergero M. S., Di Blasi M. A. y Rampazzi M.C. (2015). *Un Enfoque Transdisciplinario de Cálculo Potenciado por Tecnología*. XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México.

Cabañas-Sánchez, G. y Cervantes-Barraza, J. A. (2019) Principios que fundamentan el diseño de tareas matemáticas en una planificación didáctica. *Revista Uno,85,* 7-12.

Cervantes-Barraza, J. A. y Aroca Araujo, A. (2023). Design of interactive mathematical tasks that make up the reasoning and the Ethnomathematics program. *Journal on Mathematics Education, 14*(3), 469-482.

Conde-Carmona, R.J., Díaz, S., Gómez, J.L., Jiménez-Consuegra, M.A., & Ospino, Y. (2024). Integration of the steam approach in teaching linear algebra to engineering students. *Ingeniería y Competitividad*, *26*(3)e-21414375. https://doi.org/10.25100/iyc.v26i3.14375

Córdoba Echavarría, O. (2021). *Diseño de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje significativo crítico de la función cuadrática mediante el software GeoGebra en los estudiantes del grado noveno de la educación básica secundaria* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81459

Correa, M. S. (2022). *Evaluación de la estrategia metodológica aprendizaje basado en proyectos (ABP) para el desarrollo de la indagación como competencia científica en los estudiantes de quinto grado del Colegio Isidro Caballero Delgado* [Tesis de maestría, Universidad Francisco de Paula Santander].http://hdl.handle.net/20.500.12749/17593

Denzin, N. K., y Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5ª ed.). SAGE Publications.

Gamboa, G., y Borrero, S. (2016). Influencia de la contextualización didáctica en la coherencia curricular del proceso enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*.

Gómez Guzmán, P., & Romero, I. M. (2015). Enseñar las matemáticas escolares. En P. Flores & L. Rico (Eds.): *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria. Madrid. Anaya,* pp. 61–87.

Gómez Vahos, L. E., Muriel Muñoz, L. E., y Londoño-Vásquez, D. A. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros,17*(2), 118-131.Universidad autónoma del caribe.

Hastie, T., Tibshirani, J., y Friedman, J. (2020). *The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer: Stanford, California

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw Hill.

Herrera, C. (2022). Metodologías para el aprendizaje por competencias de Ecuaciones Diferenciales aplicadas en Física al utilizar tecnología en la carrera Física Matemática. *Revista Torreón Universitario*, *11*(32). https://doi.org/10.5377/rtu.v11i32.15065

Hinestroza Mosquera, A. T., y Rincón Murillo, B. T. (2024). *Secuencia didáctica para la enseñanza de la función cuadrática en el Colegio José Acevedo y Gómez de la zona rural del distrito de Buenaventura* [Trabajo de grado, Universidad Católica de Manizales]. https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4489

Huru, H. L., Räisänen, A.-K., & Simensen, A. M. (2018). Culturally based mathematics tasks: a framework for designing tasks from traditional Kven artefacts and knowledge. *Nordic Studies in Mathematics Education, 23*(3-4), 123–142.

DOI: https://doi.org/10.15332/25005421.0000

ISSN: 1657-107X
e-ISSN: 2500-5421

Horton, J. y Hardin, J. (2021). Integrating Computing in the Statistics and Data Science Curriculum: Creative Structures, Novel Skills and Habits, and Ways to Teach Computationa l Thinking. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29:sup1, S1- S3, DOI: 10.1080/10691898.2020.1870416

Jiménez, C. y García, M. (2024). Diseño de Algoritmos con Inteligencia Artificial para Mejorar la Enseñanza de Fracciones en Estudiantes de Secundaria Utilizando Python y Google Cola. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(3), 4452-4471. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11661

Kefalis, C., y Drigas, A. (2019). Web based and online applications in STEM education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, *9*(4), 76. https://doi.org/10.3991/ijep.v9i4.10691

Kilpatrick, W. H. (1918). *The project method*. Tehachers colgebe record 19, 4:319-336.

Mendoza-Lozano, F. A. (2021). Fundamentación teórica para la creación de un programa académico de ingeniería y ciencia de datos: una aplicación bibliométrica. *Revistas UDES*.

Mora León, W., Salazar Carranza, L. y Palíz Sánchez, C., (2019). Learning based on project: reality and perspectives. J*ournal of science and research*, *4*(4), 22-33.

Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project-based learning.* ASCD.

Luy, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y representaciones*, *7*(2), 353-383.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá, Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-116042.html

Mora León, W., Salazar Carranza, L., y Palíz Sánchez, C. (2019). Learning based on project: Reality and perspectives. *Journal of science and research, 4*(4), 22-33.

Parra-Sandoval, H., y Villa-Ochoa, J. A. (2017). Vinculación de las matemáticas con la realidad. Implicaciones en la conformación del pensamiento profesional del docente. *Paradigma, 38(Extraordinario).* http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/issue/view/448 1

Pinargote-Zambrano, J. J., Lino-Calle, V. A., y Vera-Almeida, B. J. (2024). Python en la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes de nivelación en Educación Superior. *MQRInvestigar*, *8*(3), 3966–3989. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.3966-3989

Pochulu, M., Font, V., y Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 19*(1), 71. https://www.redalyc.org/Arkansas.oa ?id =33544735004

Rodríguez de la Barrera, A. E., y Genes Quintero, C.F. (2024). La metodología STEAM: Una experiencia interdisciplinar para fomentar la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje. *Praxis, 20*(2). https://doi.org/10.21676/23897856

Rotger García, L. (2024). Modelizando en tres dimensiones para la resolución de problemas de matemáticas con un enfoque STEAM. En *Actas del XIII Congreso*

Sundnes, J. (2020). *Introduction to Scientific Programming with Python. Simula SpringerBriefs on Computing: Switzerland*. Internacional sobre la Enseñanza de las Matemáticas Asistida por Computadora [Instituto Tecnológico de Costa Rica]

VanderPlas, J. (2018). *Python Data Science Handbook. Essential Tools for Working with Data*. Oreilly: USA.*222 2ht 2tan2r*

Villarraga, S. (2012). *La función cuadrática y la modelación de fenómenos físicos o situaciones de la vida real utilizando herramientas tecnológicas como instrumentos de mediación* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11566

Zheng, T. (2017). Teaching Data Science in a Statistical Curriculum: Can We Teach More by Teaching Less?. *Journal of Computational and Graphical Statistics, 26*(4), 772-774. DOI: 10.1080/10618600.2017.1385473