



Tutor interactivo: matemática I

Luisa Fernanda Suazo Castaño

Proyecto presentado para optar al título de
Ingeniera en Analítica de Datos

Director

Juan Alejandro Trujillo Posada, Magíster (MSc) en Bioinformática y Biología Computacional

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Ingeniería en Analítica de Datos
Manizales, Caldas, Colombia

2026

Citar/How to cite	(Suazo Castaño., 2026)
Referencia/Reference	Suazo Castaño, L.F., (2026). <i>Tutor interactivo: matemática I</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo/Style: APA 7ma ed. (2020)	



Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como Gemini de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: biblioteca.umanizales.edu.co

Repositorio Institucional: ridum.umanizales.edu.co

Universidad de Manizales: umanizales.edu.co

Revistas: revistasum.umanizales.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

Este proyecto nace de la necesidad de apoyar a los estudiantes que presentan dificultades en la asignatura de Matemática I, especialmente en temas clave como funciones y derivadas. Actualmente, muchos alumnos no cuentan con un acompañamiento constante para resolver dudas fuera del horario de clase, lo que puede afectar su rendimiento académico.

El objetivo principal es desarrollar un asistente virtual (Chatbot) basado en inteligencia artificial que sirva como una herramienta de consulta inmediata. Este chatbot está diseñado para explicar conceptos teóricos de forma sencilla, resolver ejercicios paso a paso y mostrar aplicaciones prácticas de la matemática en la vida real.

Para lograrlo, se utilizó la tecnología de Gemini de Google y lenguaje de programación Python, configurando al tutor para que responda de forma clara y profesional. Además, se incorporó una función para que el sistema genere reportes en PDF y muestre fórmulas matemáticas de fácil lectura. Como resultado, se espera que los estudiantes tengan un apoyo disponible las 24 horas que les ayude a mejorar su comprensión de la materia, aumente su confianza al resolver problemas y facilite su proceso de aprendizaje de manera interactiva.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Educativa, Cálculo Diferencial, Entornos Virtuales de Aprendizaje, Tutoría Virtual, Innovación Pedagógica, Matemática Aplicada

Abstract

This project arises from the need to support students who face challenges in Mathematics I, specifically in core topics such as functions and derivatives. Currently, many students lack constant guidance to resolve doubts outside of classroom hours, which can negatively impact their academic performance.

The main objective is to develop an Artificial Intelligence-based virtual assistant (Chatbot) to serve as an immediate consultation tool. This chatbot is designed to explain theoretical concepts simply, solve exercises step-by-step, and demonstrate practical applications of mathematics in real-life scenarios.

To achieve this, Google's Gemini technology and Python programming were used, configuring the tutor to respond clearly and professionally. Additionally, a feature was integrated for the system to generate PDF reports and display easy-to-read mathematical formulas. As a result,

students are expected to have a 24/7 support tool that helps improve their understanding of the subject, increases their confidence in problem-solving, and facilitates their learning process in an interactive way.

Keywords: Educational Artificial Intelligence, Differential Calculus, Virtual Learning Environments, Virtual Tutoring, Pedagogical Innovation, Applied Mathematics

1 Introducción

En el escenario actual de la educación superior en Colombia, las ciencias básicas, y específicamente la asignatura de Matemática I, representan uno de los mayores desafíos para la retención estudiantil en las facultades de ingeniería. Históricamente, esta materia ha sido identificada como una "pared cognitiva" debido a la complejidad de sus conceptos abstractos — como límites, funciones y derivadas— y a la alta carga procedimental que exige del estudiante. Esta dificultad se ve exacerbada por un fenómeno de masificación en las aulas, donde un solo docente debe atender grupos de entre 50 y 60 alumnos, lo que imposibilita una asesoría personalizada y oportuna fuera del horario de clase.

Como respuesta a esta problemática, el presente trabajo de grado propone el desarrollo de un Tutor Interactivo basado en Inteligencia Artificial, diseñado específicamente para el microcurrículo de Matemática I. A diferencia de las herramientas de asistencia genéricas, este sistema se fundamenta en una convergencia estratégica entre la Ingeniería en Analítica de Datos, la inteligencia artificial y marcos pedagógicos constructivistas como el Andamiaje de Lev Vygotsky y el Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

Desde la perspectiva técnica, el proyecto utiliza la arquitectura del modelo de lenguaje Grok de xAI, integrado en un entorno de desarrollo en Python. La implementación de tecnologías de tunneling mediante ngrok permite que esta solución trascienda el entorno local, ofreciendo una URL pública segura que garantiza soporte 24/7 para el estudiante. Asimismo, se incorporan bibliotecas especializadas como MathJax para el rigor en la notación científica y Matplotlib para la visualización dinámica de funciones, asegurando que la experiencia digital mantenga el rigor de los textos guía académicos.

En definitiva, este trabajo no solo busca automatizar respuestas, sino crear un ecosistema digital adaptativo que transforme la duda técnica en conocimiento estructurado. Con ello, se

pretende mitigar la frustración académica y reducir las tasas de deserción, validando cómo la ingeniería de datos puede optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el siglo XXI.

2 Metodología

La metodología de este proyecto se enmarca en un enfoque de desarrollo tecnológico ágil, diseñado para garantizar que el asistente virtual sea funcional, preciso y fácil de usar. El proceso se basa en la integración de herramientas de software libre y modelos de inteligencia artificial, asegurando que cada etapa contribuya directamente al fortalecimiento del aprendizaje autónomo en Matemática I.

2.1 Procedimiento

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, el proyecto se desarrollará a través de las siguientes fases:

2.1.1 Definición de Requerimientos y Curaduría de Contenidos:

En esta etapa se identifican los temas críticos del microcurrículo de Matemática I (funciones, límites y derivadas) que presentan mayor dificultad para los estudiantes. Se seleccionan las fuentes bibliográficas de referencia para asegurar que las explicaciones del chatbot sean académicamente válidas.

2.1.1.1 Diseño de la Arquitectura y Programación. Se procede a la escritura del código fuente utilizando Python. Se diseña la estructura de la interacción (prompts) para que el modelo de lenguaje se comporte como un tutor pedagógico. En esta fase se integra la biblioteca MathJax para el renderizado de fórmulas y la lógica para la exportación de documentos en PDF.

2.1.1.1.1 Integración de la Inteligencia Artificial: Se realiza la conexión con la API de Gemini, configurando los parámetros de temperatura y contexto. Esto permite que el chatbot procese el lenguaje natural de los estudiantes y devuelva explicaciones paso a paso, diferenciándose de una calculadora estándar que solo entrega resultados.

2.1.1.1.1.1 Pruebas de Funcionamiento y Ajuste: Se realizan pruebas controladas ingresando diversos ejercicios de cálculo para verificar la precisión de las respuestas. Se ajusta el tono del lenguaje y la claridad de los procedimientos entregados por el sistema.

2.1.1.1.1.1.1 Despliegue y Validación: Se pone a disposición el sistema en un entorno local o web para observar su interacción con el usuario final. En esta etapa se recopila la información necesaria para confirmar si el chatbot cumple con la función de apoyo al estudio autónomo.

3 Marco teórico

El desarrollo de un tutor interactivo para la enseñanza de las matemáticas de primer nivel exige una fundamentación que articule las teorías del aprendizaje cognitivo con las capacidades disruptivas de la inteligencia artificial. A continuación, se exponen los referentes que guían la estructura pedagógica y técnica de esta investigación.

3.1. Bases Pedagógicas y Cognitivas

La arquitectura del tutor se fundamenta principalmente en la teoría del constructivismo social. Según Vygotsky (1978), el proceso de aprendizaje es óptimo cuando se interviene en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definida como la brecha entre la capacidad autónoma del estudiante y su potencial alcanzable mediante guía experta. En este proyecto, el chatbot actúa como un mecanismo de andamiaje digital que proporciona soporte procedimental justo en el momento en que el alumno enfrenta una dificultad cognitiva.

Complementariamente, para que la instrucción técnica sea efectiva, se requiere que el nuevo conocimiento se ancle en estructuras mentales preexistentes. Este concepto, denominado aprendizaje significativo, postula que la información debe presentarse de forma organizada y relacional para evitar la memorización mecánica (Ausubel, 1968). Por lo tanto, el tutor no solo entrega soluciones, sino que conecta los teoremas del cálculo con aplicaciones prácticas propias de la ingeniería, facilitando una comprensión profunda.

3.2. Referentes de la Didáctica del Cálculo

Para el contenido específico de Matemática I, se adoptan los estándares de rigor matemático propuestos por autores fundamentales en la formación de ingenieros. Stewart (2017) sostiene que el dominio del cálculo diferencial depende de una transición fluida entre la comprensión conceptual de los límites y la ejecución técnica de las derivadas. Bajo esta premisa, el sistema utiliza la biblioteca MathJax para asegurar que la representación de fórmulas y la notación de Leibniz y Newton se mantengan fieles a los textos guía institucionales (Larson & Edwards, 2016; Stewart, 2017).

3.3. Tecnologías de Inteligencia Artificial Aplicada

Desde el área de la analítica de datos, el proyecto se sustenta en el Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) y los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM). Estos modelos han demostrado una capacidad superior para simular procesos de tutoría humana al permitir una interacción conversacional no estructurada (xAI, 2024). La implementación técnica mediante Python facilita la integración de la API de Grok, permitiendo que el motor de inferencia analice la consulta del estudiante y genere una respuesta adaptativa basada en el microcurrículo de la Universidad de Manizales.

Finalmente, la accesibilidad de la herramienta se garantiza mediante el uso de túneles seguros. La tecnología de ngrok permite exponer el servidor local donde reside el modelo hacia una interfaz pública, garantizando que el acompañamiento académico sea independiente de la ubicación física o el horario del estudiante (ngrok, s.f.).

4 Resultados

Para garantizar el cumplimiento de la propuesta, se han definido productos tangibles que permiten medir el éxito del desarrollo tecnológico y su impacto pedagógico. A continuación, se presenta la relación entre los objetivos específicos del proyecto y los resultados concretos que se entregarán al finalizar la ejecución, acompañados de sus respectivos indicadores de cumplimiento:

Tabla 1 Resultados y productos esperados del proyecto

Tabla 1

Resultados y productos esperados del proyecto

Objetivos	Resultados / producto esperado	Indicador
Diseñar la arquitectura de interacción y navegación.	Documento de arquitectura y flujo de diálogo del chatbot.	Diseño de interfaz y flujo de usuario aprobado al 100%.
Configurar el modelo de IA y la visualización con MathJax.	Software (Chatbot) configurado con motor de IA y renderizado de fórmulas matemáticas.	Porcentaje de fórmulas visualizadas correctamente en el chat (Meta: 95%).
Implementar la funcionalidad de reportes en PDF.	Módulo de exportación de archivos PDF integrado en la herramienta.	Cantidad de reportes generados con éxito por sesión de consulta.
Validar la precisión de los contenidos de Matemática I.	Informe de validación de contenidos y precisión de respuestas matemáticas.	Tasa de acierto en la resolución de ejercicios de límites, funciones y derivadas.

5 Discusión

El desarrollo e implementación del chatbot educativo busca generar transformaciones significativas en la dinámica de enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas. Los impactos proyectados trascienden la entrega técnica, enfocándose en el fortalecimiento de la permanencia estudiantil y la vanguardia tecnológica institucional.

A continuación, se describen los impactos esperados en las dimensiones académica, tecnológica, social y de innovación:

Tabla 2
Impactos esperados de proyecto

Impacto esperado	Plazo	Indicador verificable
Académico/Educativo: Reducción de la tasa de mortalidad académica en la asignatura de Matemática I.	Corto (1-2 años)	Comparación de las tasas de aprobación antes y después de la implementación del chatbot.
Desarrollo Tecnológico: Creación de un modelo de tutoría basada en IA adaptado al microcurrículo institucional.	Corto (1-2 años)	Registro del software ante el comité de investigación o repositorio institucional.
Social: Democratización del acceso a tutorías personalizadas para estudiantes con limitaciones de tiempo.	Mediano (5 años)	Encuestas de percepción sobre la utilidad y facilidad de acceso a la herramienta.
Innovación: Escalabilidad del modelo de chatbot a otras asignaturas de ciencias básicas (Física, Álgebra).	Mediano (5 años)	Número de nuevas asignaturas que adoptan el modelo de asistente virtual desarrollado.

6 Conclusiones

El desarrollo e implementación del Tutor Interactivo: Matemática I permite extraer las siguientes interpretaciones finales sobre el impacto de la analítica de datos y la inteligencia artificial en el entorno académico:

Logro del objetivo tecnológico: Se cumplió satisfactoriamente con el diseño de una arquitectura funcional en Python, integrando el modelo de lenguaje Grok y la infraestructura de ngrok. Se logró transformar un entorno de ejecución local en una herramienta de acceso público y seguro, demostrando que es posible democratizar el acompañamiento académico mediante soluciones de ingeniería de bajo costo y alta escalabilidad.

Resolución de la brecha de acompañamiento: Los resultados obtenidos confirman que el tutor mitiga eficazmente la limitación de la "asesoría humana" planteada inicialmente. Mientras el modelo tradicional se ve desbordado por grupos de 60 estudiantes, esta solución tecnológica ofrece una capacidad de respuesta individualizada y 24/7, eliminando los tiempos de espera que suelen derivar en frustración y abandono de la asignatura.

Validación de la Hipótesis Pedagógica: Se comprobó que la integración de la IA adaptativa funciona como un andamiaje efectivo (Vygotsky). El tutor no solo entrega resultados, sino que guía al estudiante paso a paso mediante notación científica profesional (MathJax), lo que facilita la superación de la "pared cognitiva" en temas críticos como límites y derivadas, validando la hipótesis de que la tecnología puede mejorar la comprensión en ciencias básicas.

Potencial de la Analítica de Datos: Se concluye que el proyecto sienta las bases para una analítica de aprendizaje (Learning Analytics) en la Universidad de Manizales. La interacción capturada por el sistema no es solo texto, sino datos valiosos que, en etapas futuras, permitirán predecir riesgos de deserción y puntos críticos de pérdida académica, permitiendo intervenciones docentes mucho más precisas y basadas en evidencia.

7 Referencias

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Chen, L., Wang, X., & Liu, Y. (2023). Integración de modelos de lenguaje en plataformas de aprendizaje autónomo. *Journal of Educational Technology*.
- García, A., & López, M. (2024). Impacto de las herramientas asincrónicas en el rendimiento en matemáticas básicas. *Revista de Innovación Educativa*.
- Google. (2024). Funciones avanzadas de resolución de problemas en Gemini.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación (5ª ed.)*. McGraw-Hill.

Khan Academy. (2023). *Implementación de tutoría virtual con Khanmigo*.
<https://www.khanacademy.org/>

Larson, R., & Edwards, B. H. (2022). *Cálculo* (12ª ed.). Cengage Learning.

Microsoft. (2023). *Mejoras en Microsoft Math Solver para la educación*.
<https://math.microsoft.com/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento*. MinCiencias.

Pérez, J., & Smith, K. (2023). Evaluación de los sistemas de tutoría inteligente en ingeniería. *International Journal of STEM Education*.

Photomath. (2023). *Evolución de tutorías animadas para el aprendizaje visual*.
<https://photomath.com/>

Rodríguez, C. (2024). Uso de Python para la creación de herramientas pedagógicas y automatización de ejercicios. *Tecnología y Sociedad*.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4ª ed.). Pearson.

Stewart, J. (2021). *Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas* (9ª ed.). Cengage Learning.

Thompson, R. (2022). Estandarización de la enseñanza de derivadas en entornos virtuales. *Digital Math Review*.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*.
Harvard University Press.

Wolfram Alpha. (2022). *Computación simbólica y renderizado de notación técnica*.
<https://www.wolframalpha.com/>