

Mentor Matemático y PythagorasBot para disminuir la reprobación y la deserción en el área de Ingenierías

Jesus Aguilar-Vázquez¹, Margarita Amaro-Aranda¹, Ana Laura González-Morales¹, Martha García-Cruz¹

¹Universidad La Salle Puebla, Doctorado en Educación. Puebla, México.

a1030238@ulsapuebla.mx, a1029884@ulsapuebla.mx,
a1026183@ulsapuebla.mx, a1029865@ulsapuebla.mx

Resumen. Las matemáticas son clave en la formación de ingenieros, pero muchos estudiantes presentan deficiencias en aritmética, álgebra, geometría y trigonometría, lo que genera altos índices de reprobación y deserción. Este estudio se centró en un grupo de estudiantes de educación superior, cuyo diagnóstico al inicio de un curso reveló un dominio parcial o bajo en conocimientos matemáticos fundamentales. Para enfrentar tal problemática, se diseñó una intervención pedagógica-didáctica que integró un Mentor Matemático con IA, desarrollado con ChatGPT como cuaderno digital, y PythagorasBot, un bot en Python para Telegram que brinda asesoría personalizada 24/7. Esta estrategia busca fortalecer el aprendizaje, reducir la reprobación y mejorar el desempeño académico de los alumnos. Asimismo, coadyuva al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 pues promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad mediante el uso de inteligencia artificial.

Palabras Clave: Enseñanza de las Matemáticas, Inteligencia Artificial Generativa, Educación Superior.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

Las matemáticas son fundamentales para comprender, modelar y resolver problemas técnicos y de ingeniería. Por ejemplo: calcular el comportamiento de un circuito eléctrico, programar el movimiento de un brazo robótico o dimensionar un sistema de paneles solares según la demanda energética. Sin embargo, existen deficiencias generalizadas en el estudiantado que cursa los primeros semestres de licenciaturas relacionadas con el área de ciencia y tecnología. Entre las más recurrentes están las deficiencias en conocimientos básicos de álgebra y aritmética, y las dificultades en la comprensión de conceptos relacionados con la geometría y la trigonometría que son la base para definir y trabajar con los constructos de límite y derivada, pilares del cálculo diferencial. Las consecuencias de lo anterior se reflejan en los altos índices de reprobación y recursamiento de las asignaturas, pero no solo en eso; el alumnado también se ve afectado en términos emocionales: reprobar genera sentimientos de frustración, desmotivación e incapacidad académica, situaciones que, tarde o temprano, conducen a la deserción.

Un estudio realizado en estudiantes de ingeniería por Arellano Ulloa et al. (2024) encontró que las principales causas de reprobación del alumnado se deben a la falta de conocimientos básicos en su formación previa. En este sentido, la intervención didáctica puede ser una herramienta que, si bien no resuelve la problemática de fondo, atiende las carencias inmediatas del alumnado para mejorar su rendimiento académico.

Este estudio se plantea para un grupo de 27 alumnos y alumnas que cursan "Matemáticas Universitarias I" en carreras de ingeniería: Mecatrónica, Electrónica, Energías Renovables y Sistemas Automotrices, durante el curso de regularización realizado en el periodo llamado Verano 2025 en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Para diseñar una intervención didáctica-pedagógica precisa, se diseñó un diagnóstico cuya finalidad es formativa; es decir, no busca calificar, sino detectar brechas de aprendizaje en conocimientos fundamentales del área, por ejemplo: aritmética, álgebra elemental, ecuaciones y factorización, geometría básica e

interpretación de expresiones matemáticas. El puntaje promedio obtenido en el diagnóstico fue de 6.37 sobre 10, lo que refleja un dominio parcial o bajo de los conocimientos matemáticos por parte de la mayoría de los estudiantes.

Dada la edad de los participantes, 19 años en promedio, sus resultados coinciden con los del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el año 2022, donde México es el tercer país peor evaluado en Matemáticas: el 66% de los estudiantes evaluados no alcanzaron el nivel mínimo de competencia, o el nivel 2 (resolución básica y contextualización matemática mínima), de un total de 6. Lo anterior quiere decir que, al incorporarse al nivel superior, los estudiantes tendrán serias dificultades para regularizarse y tener éxito en la vida académica y profesional. Estamos ante una casa sin cimientos. ¿Cómo podríamos abonar un granito de arena a la solución de esta problemática histórica y estructural?

Después de un análisis exhaustivo sobre lo más reciente y relevante dentro de la investigación del tema Inteligencia Artificial Generativa y Educación Superior, se identificaron las siguientes tendencias: análisis de datos y analíticas de aprendizaje para mejorar la enseñanza, sistemas de tutoría y asistencia personalizada con IA y herramientas de IA Generativa para la creación de contenido y evaluación (De Hernández, 2025; Baque Guerra et al., 2024; Bernilla Rodríguez, 2024). Por otra parte, estudios similares basados en Cuadernos Digitales de Diseño (Casserly et al., 2024; Constantine et al., 2017), Bots de Telegram como herramienta educativa (Ahmadin et al., 2021; Amalia, 2024; Ismawati & Prasetyo, 2020) y uso de tecnología como apoyo para evitar la deserción (Freeman et al. 2014), han mostrado resultados favorables en estudiantes tanto de niveles de educación básicos como de ingeniería, siendo los programas con Bots aquellos que han reportado mayor efectividad.

A partir de la reflexión y análisis de la información presentada, se propone la creación de un Mentor Matemático con IA, diseñado con ChatGPT y planteado como cuaderno digital para su distribución con los estudiantes. Asimismo, incluye la creación de un bot que se denominó PythagorasBot, programado en Python y que es compatible con Telegram; su función consiste en resolver dudas de los alumnos a cualquier hora. La estrategia descrita, se aplicará al grupo de alumnos mencionado y se analizarán los resultados de su desempeño al cabo de cuatro semanas de trabajo escolar.

2 Objetivo

Desarrollar una intervención didáctico-pedagógica que integre un Mentor Matemático con IA y un bot de asistencia -PythagorasBot- para fortalecer los conocimientos fundamentales relacionados con el concepto de derivada y sus aplicaciones en estudiantes de ingenierías. La finalidad es reducir los índices de reprobación y mejorar el desempeño académico.

3 Propuesta teórico-metodológica

Fase 1: Análisis de necesidades y perfil del estudiante a partir de un diagnóstico

Para esta fase se planeó un cuestionario de diagnóstico integrado por 14 reactivos que fueron diseñados a partir de los prerrequisitos del curso y validados por 3 expertos en didáctica de las matemáticas de educación básica, media superior y superior. La finalidad del reactivo 1 al 4 es identificar datos generales de los alumnos. Del 5 en adelante es evaluar los conocimientos básicos de matemáticas, se incluyen preguntas de aritmética y fracciones, álgebra elemental, ecuaciones y factorización, geometría y trigonometría básica e interpretación de expresiones matemáticas. Los temas descritos son fundamentales para comprender la temática central del curso de regulación “Matemáticas Universitarias I” que atiende el Cálculo con énfasis en Derivadas. Los hallazgos más importantes sobre el desempeño del alumnado fueron los siguientes:

a) La edad promedio de los 27 estudiantes es de 19 años. La mayoría pertenece a Ingeniería Mecatrónica, con 18 estudiantes; le sigue Ingeniería Electrónica con 6 participantes, mientras que Ingeniería en Sistemas Automotrices y Energías Renovables estuvieron representadas por 2 y 1 estudiante, respectivamente. Todos adscritos a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. En términos de conectividad, el 100% de los participantes cuentan con conexión a

internet y con un teléfono inteligente. El 70% dispone de una computadora o tableta para uso personal o pueden hacer uso de los equipos institucionales.

b) El puntaje promedio obtenido por los estudiantes en el examen diagnóstico fue de 6.37 de un total de 10 puntos posibles. El 25 % de los alumnos obtuvo 5 puntos o menos, mientras que el 50 % se ubicó en 6 puntos o menos. Sólo una cuarta parte alcanzó 8 puntos o más.

c) Derivado del punto anterior, se detectaron las principales áreas de oportunidad del grupo sobre las cuales se desarrolló la propuesta: una base aritmético-algebraica débil, escaso dominio de geometría y trigonometría básicas, y bajo desempeño en razonamiento lógico-matemático. De manera específica, se identificaron deficiencias en la comprensión del concepto de igualdad y en la aplicación de operaciones básicas como suma, resta, multiplicación y división. Asimismo, se evidenció un bajo reconocimiento de ángulos notables y de las razones trigonométricas fundamentales. También se detectó un dominio limitado de la trigonometría en el círculo unitario, así como dificultades para entender la simetría del seno.

Fase 2: Diseño de la Intervención didáctico-pedagógica y tecnológica

A partir de las áreas de oportunidad detectadas en el diagnóstico se procedió al trabajo en equipo para diseñar la intervención “Figura 1”. El equipo de investigación estuvo integrado por cuatro personas: dos expertas en didáctica de las matemáticas y dos en tecnología educativa. El diseño pedagógico del Mentor Matemático con IA fue elaborado con ChatGPT a partir del diseño y discusión del siguiente prompt:

Actúa como un profesor experto en didáctica de las matemáticas a nivel universitario. Tu objetivo es guiar a estudiantes de primer semestre de ingeniería con dificultades en matemáticas básicas. Diseña un cuaderno inteligente sobre Derivadas, con explicaciones claras paso a paso, ejemplos contextualizados, ejercicios con retroalimentación y sugerencias de prompts para que los alumnos practiquen o exploren por su cuenta. Usa un lenguaje accesible, motivador y sin asumir dominio previo. Organiza el contenido por temas y niveles de dificultad.

El contenido del Mentor Matemático con IA fue revisado y validado por los integrantes del equipo. La versión final se organizó a manera de cuaderno inteligente dividido en tres bloques y se automatizó mediante Google Forms para su distribución entre los alumnos y las alumnas. En la “tabla 1” se presenta la descripción de algunos elementos que lo componen.

Simultáneamente, se trabajó en el diseño técnico y conversacional de PythagorasBot cuya finalidad inicial era brindar una asesoría personalizada y accesible sobre el contenido del Mentor Matemático con IA, sin embargo, esta expectativa fue superada pues dadas las continuas revisiones, actualmente es capaz de resolver dudas sobre Cálculo Diferencial en general. Se estructuró en cinco apartados: asesoría por niveles, práctica de ejercicios con retroalimentación, apoyo contextualizado para el cuadernillo, ejemplos explicativos y acceso a una encuesta de satisfacción.

La programación de PythagorasBot se realizó en Python con integración a Telegram mediante Botfather. Se utilizó Gemini de Google como IA, además de Firebase para registrar las interacciones. Tras seis versiones preliminares, se efectuaron pruebas locales para mejorar su desempeño y usabilidad. Finalmente, el bot fue desplegado en Render a través de GitHub, y su funcionamiento ha sido monitoreado mediante el análisis de datos recolectados en Firebase.

Fase 3: Implementación

Se realizó una inducción a los estudiantes; se presentó el propósito de Mentor Matemático con IA y la función de PythagorasBot. Se habló de sus beneficios y de cada una de sus funciones. Asimismo, se resolvieron dudas técnicas y, posteriormente, se puso a disposición de los alumnos Mentor Matemático con IA, para que sirviera como apoyo complementario durante las actividades y las tareas realizadas durante el curso “Matemáticas Universitarias 1”. Paralelamente, se llevó a cabo un monitoreo continuo de PythagorasBot mediante el análisis de datos de interacción a través de Firebase; se identificaron, sobre todo, errores recurrentes, lo que permitió realizar ajustes y optimizaciones. Además de la evaluación del curso que consistió en la aplicación de pruebas objetivas, actividades y tareas, durante el último momento de la implementación, se aplicó una encuesta de satisfacción donde los alumnos expresaron sus opiniones sobre su experiencia en el uso de ambos recursos.

4 Discusión de resultados

En esta sección se discuten los resultados obtenidos a partir de la implementación del Mentor Matemático con IA y de PythagorasBot, a partir de los datos del diagnóstico. Inicialmente, se registró un incremento del promedio del grupo de 6.37 a 7.97, de un total de 10 puntos. Pero ¿qué significa esta cifra? Que, más allá de la mejora numérica, tal aumento sugiere que la intervención didáctica-pedagógica logró fortalecer las áreas débiles de los alumnos. En la evaluación final del curso, los estudiantes demostraron un mejor dominio en tres habilidades clave: estructuración de procedimientos y análisis de problemas matemáticos; reconocen ángulos notables y valores exactos de seno, coseno y tangente; asimismo, identifican el concepto de derivada como razón de cambio y aplican reglas básicas de derivación. Este cambio representa un gran avance si se toma en cuenta el contexto de un grupo con antecedentes de reprobación y baja confianza en su capacidad matemática.

En términos actitudinales, la estrategia favoreció la disposición al aprendizaje autónomo pues el 70 % de los estudiantes se sintió cómodo o muy cómodo durante el uso del Mentor Matemático con IA y de PythagorasBot, el 89 % percibió que pudo avanzar a su ritmo, y el 100 % afirmó que su comprensión del tema mejoró. Además, varios expresaron sentirse más preparados para explicar conceptos a otros compañeros, gracias a la retroalimentación que recibieron.

La utilidad del Mentor Matemático con IA y de PythagorasBot fue bien valorada por los estudiantes: el 52 % señaló que el uso de estrategias de enseñanza basadas en IA les ayudó mucho a aclarar dudas y el 41 % la calificó como regular. El 96 % recomendaría el uso de este tipo de herramienta a otros compañeros que están recursando la materia “Tabla 2”. En cuanto al desempeño conversacional de PythagorasBot, el 59 % lo consideró útil, aunque no siempre claro, el 30 % lo calificó como muy útil y solo un estudiante lo percibió como poco útil.

Durante el uso del Mentor Matemático con IA y de PythagorasBot, las emociones predominantes en el grupo de alumnos fueron de tranquilidad y seguridad. Casi todos los estudiantes consideraron sentirse acompañados sin depender exclusivamente del profesor. Algunas respuestas mencionaron confusión o inseguridad al inicio, dado que aún persiste desconocimiento sobre el uso adecuado de la Inteligencia Artificial Generativa.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

Si bien es relevante integrar la IA en procesos educativos para abordar problemáticas de aprendizaje, este proyecto de investigación develó brechas problemáticas que pueden abordarse en futuras investigaciones. Dada la naturaleza del proyecto, será necesario continuar con pruebas y ajustes para la optimización del Mentor Matemático con IA y de PythagorasBot, así como verificar su escalabilidad, dado que este pilotaje se realizó con un tamaño pequeño de muestra y durante un periodo corto de tiempo. Pese a lo anterior, los beneficios de la IA generativa como complemento del trabajo docente en materias con altos índices de reprobación son evidentes.

Este proyecto impacta en el ODS 4: Educación de Calidad porque fomenta el uso de tecnología accesible e inclusiva, pues incorpora Telegram que es una multiplataforma de fácil acceso y gratuita. Lo anterior, es coherente con las políticas que pretenden reducir brechas digitales para favorecer la equidad. Además, el cuadernillo digital fomenta la transversalidad pues integra matemáticas, TIC y habilidades de autoaprendizaje.

Sin embargo, es necesario enfatizar lo siguiente: ninguna inteligencia artificial, por más avanzada que parezca, sustituye los procesos dialógicos, la interacción humana respetuosa y la crítica propositiva que implica el acto educativo en sí mismo.

6 Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades de la Universidad La Salle Puebla y de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por valioso apoyo que se nos brindó para realizar este proyecto de investigación. A nuestros alumnos, que nos permiten seguir aprendiendo.

7 Referencias

- 1.Ahmadin, A., Palenewen, E., & Akhmad, A. (2021). Telegram bot based learning model. Indonesian Journal of Educational Review, 8(2), 6–11.
- 2.Amalia, Y. R. (2024). The positive impact of Telegram bot usage on supporting students' learning processes and outcomes during on-the-job training. Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies, 12(2), 96–107. <https://doi.org/10.15294/ijcets.v12i2.15049>
- 3.Arellano Ulloa , L. H., Duarte Martínez , J. F., Ramírez Rojas, M., Pacheco Ortega, L. A., Zambrano Bojórquez, P., Franco Morales, J. C., & Medrano Duarte, G. I. (2024). Deserción y Reprobación en Cálculo Diferencial, Un Estudio Cualitativo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua. Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica, 4(1), 2063–2096. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.165>
- 4.Baque Guerra, V.E., Zavala O'Brien, M.I., Mendoza Bajaña, V.P., Recalde Villacrés, E.B., Nevares Pacheco, M.D., Castillo Rodríguez, N.E., & Barreto Zúñiga, W.W. (2024). Percepciones y experiencias de docentes universitarios sobre la inteligencia artificial: transformación, ética y desafíos en el uso académico por estudiantes. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5(6), 2763–2773. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3204>
- 5.Bernilla Rodriguez, E.B. (2024). Docentes ante la inteligencia artificial en una universidad pública del norte del Perú. Educación.
- 6.Casserly, P., Dare, A., Onuh, J., Baah, W., & Taylor, A. (2024). Leveraging an Open-Access Digital Design Notebook for Graduate Biomedical Engineering Education in Nigeria. Biomedical Engineering Education, 4(2), 267–274. <https://doi.org/10.1007/s43683-024-00136-8>
- 7.Constantine, A., & Jung, K. G. (2019). Using digital science notebooks to support elementary student learning: Lessons and perspectives from a fifth-grade science classroom. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 19(3).
- 8.De Hernández, I.M. (2025). La enseñanza de la matemática universitaria de la mano de la inteligencia artificial. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 10434–10446. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.12943
- 9.Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- 10.Ismawati, D., & Prasetyo, I. (2020). The development of Telegram bot through short story. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 456, 378–381. <https://doi.org/10.2991/asehr.k.201021.049>
- 11.OECD. (2023). PISA 2022 results: What students know and can do (Volume I). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/6dff0301-en>
- 12.United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. United Nations. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Tabla 1. Ejemplo del contenido del Mentor Matemático con IA

| Niveles de Dificultad | Ejemplo de ejercicio | Pregunta para la reflexión |
|--|--|--|
| Bloque 1: Concepto matemático de derivada | Explica el concepto de derivada usando como ejemplo la función $f(x) = x^2$ ¿Cómo cambia la pendiente en distintos puntos?" Con la función $f(x) = x^2$, describe cómo cambia la pendiente en distintos puntos de la curva. | Dibuja ambas rectas (secante y tangente) sobre una misma función y escribe que interpretación observas sobre la diferencia entre ambas. |
| Bloque 2: Ejercicios de Derivación | Promt: Deriva paso a paso la función $f(x) = (x^2 + 1)/x$ y explica qué reglas aplicaste" A partir de la respuesta de la IA, explica qué reglas utilizaste (cociente, producto y potencia). | Invierte el numerador y denominador del ejercicio anterior. Intenta derivar sin ayuda. Posteriormente, compara el resultado. ¿Qué observas en cuanto al signo o forma? |
| Bloque 3: Aplicaciones de la Derivada | Promt: Formula un problema de optimización relacionado con una lata cilíndrica y resuélvelo" Si un fabricante quiere diseñar una lata cilíndrica de volumen fijo que minimice el material de fabricación, ¿cómo le plantearías la solución? | Describe con tus palabras qué representa la derivada en este problema. ¿Cómo ayuda a tomar una decisión óptima? |

Fuente: Elaboración Propia

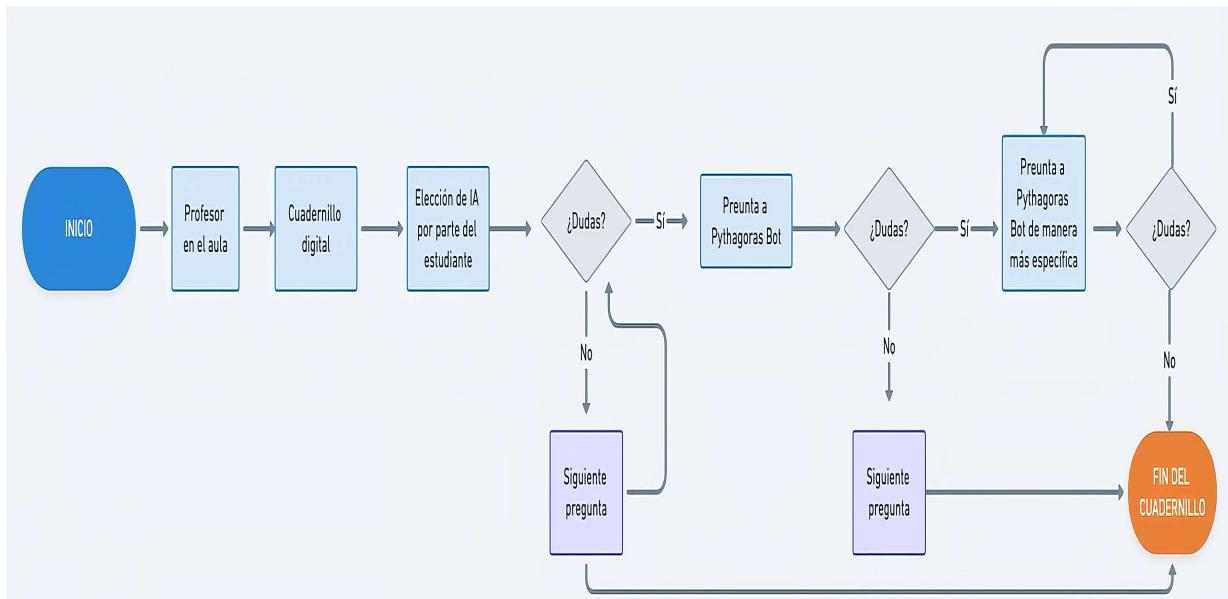


Figura 1. Diagrama de flujo sobre la interacción del estudiante con las dos herramientas de IA.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Testimonio de los alumnos sobre recomendar el uso del Mentor Matemático y PythagorasBot.

| Estudiante | Testimonio |
|------------|--|
| XXXXX1 | <p>“Si, cualquier manera de aprender o repasar es muy buena. En especial esta manera me ayudó a comprender teóricamente algunos conceptos.”</p> <p>“Realmente sí, ya que pueden ayudar a dar los temas más desglosados y puedes ir verificando qué es lo que se va haciendo en cada ejercicio, más sin embargo es un poco tedioso hacer más preguntas a la IA, ya que esta no tiene memoria a lo que está en el chat y hay que estar dándole el prompt para cada duda que tengas.”</p> |
| XXXXX2 | <p>“Sí, pero solo si tienen dudas muy generales, para casos más específicos se puede complicar formular un prompt para que la IA satisfaga la duda en cuestión, y, para estos casos, sí preferiría acercarse a un docente ya que la comunicación es más fácil.”</p> |
| XXXXX3 | |

Fuente: Elaboración propia.