

Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña

INFORME FINAL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

Fechas:

Fecha entrega informe	16/05/2025
Fecha aprobación de proyecto	19/07/2024
Fecha firma presupuesto	30/08/2024
Fecha final contrato	30/04/2025
Código proyecto de Innovación Docente	PID-2024-INNV063

Título del Proyecto de Innovación Docente (PID): Impacto de la Integración de la Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las aplicaciones de la derivada, en la asignatura Análisis Matemático I de la Licenciatura en Matemáticas Orientada a la Educación Secundaria.

Integrantes

Rogel Rafael Rojas Bello (Investigador Principal)

María de los Remedios Montero Lajara (Investigadora Asociada)

Mariela Encarnación Sánchez (Semillerista)

Matilde Adames Peralta (Semillerista)

Lilian Massiel Novas Valdéz (Semillerista)

Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) emerge como un avance tecnológico revolucionario con un impacto significativo en el ámbito educativo, ofreciendo amplias oportunidades para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, especialmente en áreas como la matemática. En particular, su implementación en la enseñanza de un tema fundamental como las derivadas y sus aplicaciones representa una estrategia innovadora en la formación docente. Esta investigación tuvo como objetivo general

analizar la influencia de la integración de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la derivación y sus aplicaciones, en estudiantes de la asignatura Análisis Matemático I de la Licenciatura en Matemáticas Orientada a la Educación Secundaria en el periodo 2024-3. Es una investigación enmarcada en la ruta mixta de enfoque exploratorio-descriptivo, con la aplicación de secuencias didácticas usando la IA, recursos tecnológicos y estrategias pedagógicas. Para el estudio cualitativo, se organizó a los estudiantes en un grupo focal. Por otra parte, para la variable cuantitativa, satisfacción de los estudiantes, se aplicó un cuestionario tipo Likert. Los resultados muestran que el grado de satisfacción que exhiben los estudiantes a la luz de la innovación docente es mayor en las dimensiones diferenciadas: claridad en la presentación de los contenidos, integración de teoría y práctica en situaciones reales, y la retroalimentación constante, las cuales fueron clave en la efectividad del aprendizaje. Los futuros docentes hacen una valoración positiva de la innovación usando la IA, manifestando por medio de sus narraciones la capacidad de personalizar el aprendizaje y de mejorar la comprensión y dominio del tema de Derivada, además del compromiso de replicarla con sus futuros estudiantes. Se concluyó que el uso de la IA como tutor, en combinación con recursos didácticos como Khan Academy, Desmos y GeoGebra y, con estrategias pedagógicas docentes en el sentido de planificar la enseñanza-aprendizaje de la derivada y sus aplicaciones, tuvo un alto grado de satisfacción e impacto positivo en la motivación en los docentes en formación. No obstante, los estudiantes consideran que es fundamental abordar los retos éticos y metodológicos relacionados a la IA, que garanticen su uso responsable y efectivo de estas tecnologías en el contexto educativo.

Introducción

En medio de la creciente era digital del siglo XXI, la necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías se vuelve cada vez más imperativa. El progreso tecnológico impacta significativamente el campo educativo, sobre todo en el ámbito de las matemáticas, donde emergen soluciones de software diseñadas para agilizar el aprendizaje de esta área y potenciar la eficacia docente (Fierro et al., 2024). La implementación de tecnología innovadora, en particular de software con inteligencia artificial, está cambiando el paradigma de la educación matemática tradicional, donde

la enseñanza se reducía a la utilización de libros, pizarras y representaciones visuales de gráficos y conceptos en la pizarra.

En un estudio realizado por Parra-Sánchez et al. (2023), los investigadores exploraron la aplicación de la IA para adaptar los recursos de aprendizaje y mejorar la enseñanza de matemáticas en el nivel universitario. La personalización se centró en comprender los estilos de aprendizaje y los conocimientos previos de los discentes para ajustar la enseñanza de manera más efectiva utilizando técnicas de IA. Los resultados mostraron que el modelo de personalización basado en IA fue capaz de identificar los estilos de aprendizaje y los conocimientos previos de los estudiantes de manera efectiva. Esto permitió que los recursos de aprendizaje se adaptaran según las necesidades de cada estudiante, lo que potencialmente podría mejorar su rendimiento académico y motivación.

Por otro lado, en su trabajo sobre la enseñanza y aprendizaje de la derivada y la noción de límite en estudiantes de ingeniería apoyada con recursos digitales, Gutiérrez (2018) exploró el uso del software GeoGebra para facilitar la comprensión de estos conceptos. La investigación implementa una metodología exploratoria, dividiendo el proceso en dos etapas: Una etapa tradicional, en donde los estudiantes resuelven ejercicios de límites a lápiz y papel; y, otra etapa con GeoGebra, utilizándose para calcular límites de funciones propuestas, aprovechando las herramientas de manipulación de objetos matemáticos y la programación de deslizadores. Los resultados indican que el GeoGebra facilita el análisis gráfico y dinámico para aproximar soluciones de límites.

En el campo de las matemáticas, cobra gran relevancia en la utilización de visualizaciones interactivas de conceptos matemáticos, lo cual puede ayudar a los discentes a comprender mejor los conceptos matemáticos. La asignatura Análisis Matemático I es obligatoria en la Licenciatura en Matemáticas Orientada a la Educación Secundaria en el ISFODOSU. Es una asignatura teórico-práctica, en donde se abordan conceptos fundamentales de la matemática, como límite, continuidad y la derivada, que requieren una sólida comprensión para tener la capacidad de aplicarlos a problemas concretos.

En este sentido, la IA se presenta como una herramienta con un gran potencial para mejorar el aprendizaje de la Matemática y así estos conceptos fundamentales de la materia sean mejor comprendidos. Con relación a esto, Coy-García et al. (2024) sostienen que la importancia de la IA radica en su capacidad para ofrecer soluciones

innovadoras a los desafíos relacionados con la comprensión matemática. Su capacidad para personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación inmediata y crear entornos interactivos la convierten en un aliado invaluable para mejorar la comprensión y el dominio de esta materia esencial. Sin embargo, esto requiere que los docentes se capaciten de manera especializada y actualizada, incluyendo el uso de herramientas tecnológicas que desarrollen habilidades conceptuales, de manera que los futuros docentes puedan incorporarlas a su futura profesión.

Según Silva et al. (2024), la integración de la IA en la enseñanza de las matemáticas abarca diversas aplicaciones y enfoques. Se puede usar para ofrecer personalización del aprendizaje, adaptando el contenido y la metodología de enseñanza según las necesidades individuales de cada estudiante. Las de tutorías inteligentes basadas en IA pueden identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes en matemáticas y ofrecer actividades y recursos personalizados para mejorar su aprendizaje.

En el contexto del Análisis Matemático, Pineda et al. (2020) proponen una estrategia didáctica para el aprendizaje del concepto abstracto de la derivada utilizando el software Derive con la IA. Los autores encontraron que esta estrategia favorece la apropiación de conceptos, fortalece los previos y consolida los conocidos, promueve la autonomía del estudiante en su propio aprendizaje, además ayuda a superar dificultades en el desarrollo del tema.

Por lo anterior expuesto, en este estudio se pretendió empoderar a los futuros docentes de matemática al discernimiento y uso de la IA, de tal manera que se pueda contribuir al desarrollo del sistema educativo dominicano y así cumplir con las demandas de una sociedad educativa actualizada. Tal como sostiene Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023): “Para los futuros docentes, la IA puede ser una herramienta valiosa para prepararse y responder a las necesidades cambiantes del sistema educativo. Por ejemplo, puede ayudar a personalizar la enseñanza, proporcionar asistencia a los estudiantes mediante chatbots, automatizar tareas administrativas, y facilitar la gestión educativa”. De esta manera, el docente en formación tendrá una visión profunda de los objetos matemáticos, en particular, del concepto de Derivada y sus múltiples aplicaciones y que, además, despierte el interés de integrar este tema, usando la IA, cuando le corresponda asumir su rol de docente.

Metodología

Para este estudio se consideró el método mixto de enfoque exploratorio-descriptivo, representado por un conjunto de procesos empíricos y sistemáticos en la investigación que involucran la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, así como su discusión conjunta de toda la información hallada, para realizar inferencias, con miras a conseguir una mayor comprensión del fenómeno que se estudia (Hernández y Mendoza, 2018).

Para el estudio cualitativo, se utilizó un enfoque de muestreo intencional, organizando a los estudiantes en un grupo focal de siete estudiantes, con el propósito de obtener una comprensión rica y detallada de las experiencias individuales sobre el proceso que vivieron. Se generan datos a partir de encuentros cara a cara de los informantes con el investigador. Este último, con la intencionalidad de adentrarse en la vida del otro, detallar lo trascendente y comprender lo que le satisface al entrevistado (Estrada, 2023).

Para la variable cuantitativa, satisfacción de los estudiantes respecto a la innovación docente, se aplicó un cuestionario basado en el diseñado por Romero-García et al. (2021). Cada ítem se valoró según una escala tipo Likert (4 Totalmente de acuerdo, 3 De acuerdo, 2 En desacuerdo y 1 Totalmente en desacuerdo). El instrumento constaba de cinco dimensiones: presentación de los contenidos, planificación, evaluación, interacción con el grupo y formación recibida, y fue debidamente validado por el juicio de cinco expertos en el tema, aplicándose para ello el método de Hernández-Nieto (2002), lográndose un índice de experto de .975, el cual es considerado excelente. Como recurso para seleccionar el panel de los cinco jueces expertos, se usó el índice de competencia experta k (Ramírez y Martínez, 2019). Por otro lado, se aplicó el Alfa de Cronbach para constatar la fiabilidad de tipo consistencia interna del instrumento, obteniéndose el valor de .865 que es considerado bueno, según el criterio de varios autores (Cervantes et al., 2023; Toro et al., 2022). El cuestionario se elaboró en la herramienta Google Forms.

La muestra es por conveniencia. Está representada por los 13 estudiantes de la sección 01 de la asignatura Análisis Matemático I de la Licenciatura en Matemática Orientada a la Educación Secundaria en el período académico 2024-3, del Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña. Ocho son de sexo femenino, con edades entre 20 y 25 años, quienes firmaron una carta de asentimiento en el estudio

en el que iban a participar; además, la institución aprobó la realización del estudio. Es de resaltar que es la única sección ofertada en la institución en ese cuatrimestre.

Implementación de la estrategia

En el marco del plan de acción establecido, se llevaron a cabo en tres semanas, seis intervenciones áulicas (dos por semana), con el objetivo de integrar la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la derivada y sus aplicaciones. En primer lugar, en la semana uno, se presentó la dinámica a seguir a los estudiantes y se realizó una exploración de sus conocimientos previos sobre IA y su aplicación en el contexto del análisis matemático. Esta actividad permitió establecer un punto de partida para el desarrollo de las siguientes etapas. Posteriormente, se inició la creación y solución de ejercicios prácticos sobre el teorema de Rolle y el del valor medio, utilizando la plataforma Khan Academy y la IA (Toolify.ai, 2024) como herramienta de apoyo, además se les facilitó a los estudiantes el acceso a un curso en Khan Academy que contenía una variedad de ejercicios relacionados con los teoremas mencionados.

Las intervenciones áulicas apoyadas con la IA adquirieron un papel fundamental al ser utilizada como un tutor personalizado para cada estudiante. Con el fin de optimizar su aprovechamiento, se elaboró un *prompt* con indicaciones específicas sobre cómo los estudiantes debían interactuar con la herramienta para obtener la información y la asistencia necesaria.

Los estudiantes plantearon preguntas a ChatGPT (Gentile, 2023). Se usó el *prompt*: "Soy estudiante universitario de la Licenciatura en Matemáticas Orientada a la Educación Secundaria. Necesito que actúes como un tutor de Análisis Matemático que guía paso a paso, sin dar la respuesta directa. Divide el problema en conceptos clave, formula preguntas para ayudarme como estudiante a reflexionar y avanzar por mí mismo, y ofrece ejemplos similares sin resolver el ejercicio específico. Anima el aprendizaje activo con frases como '¿Qué crees que sigue?' o '¿Cómo se comportaría este término si...?', promoviendo que yo explique cada paso antes de avanzar. El tema que voy a trabajar es ... y el objetivo es ...". Esta instrucción les proporcionó información y orientación sin revelar las respuestas directas. Esta estrategia pedagógica promovió el análisis crítico de las situaciones problemáticas y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas por parte de los estudiantes.

En la segunda semana, se abordó el tema del criterio de la primera derivada para extremos relativos y absolutos, utilizando GeoGebra (Arenas, 2022) y Gemini

(Gallardo, 2024.) como herramientas de apoyo. Se planteó una situación problemática en el ámbito empresarial y económico, en donde las instructoras guiaron con preguntas específicas a los estudiantes, para que estos luego formularan sus propias preguntas a través de prompts. Esta metodología permitió a los docentes en formación comprender cada aspecto del problema, el significado de los coeficientes de la derivada y cómo influye en la producción de la empresa. Además, se apoyaron del GeoGebra para analizar el comportamiento de la función y su interpretación en el contexto de la situación planteada. Finalmente, se reflexionó sobre los valores que debe tener la función para asegurar el crecimiento de la producción y evitar la quiebra de la empresa.

En la tercera semana, se trabajó en el desarrollo de animaciones para el criterio de la primera y segunda derivada aplicado a extremos relativos y absolutos, utilizando para ello la herramienta Desmos (Vargas, 2022). Además, se empleó ChatGPT como apoyo: los estudiantes proporcionaban una función a la IA y formulaban preguntas sobre el comportamiento de la primera y segunda derivada, analizando los puntos críticos. Posteriormente, en Desmos, verificaron si los puntos críticos encontrados eran correctos y analizaron visualmente el comportamiento de la función al variar los valores de esta. Es de resaltar que se exploraron diversas IA con miras a la reflexión y al juicio de los estudiantes. Estos manifestaron sentirse más cómodos con el ChatGPT, argumentando que tiene una mejor presentación visual y da múltiples enfoques al abordar la situación problemática planteada.

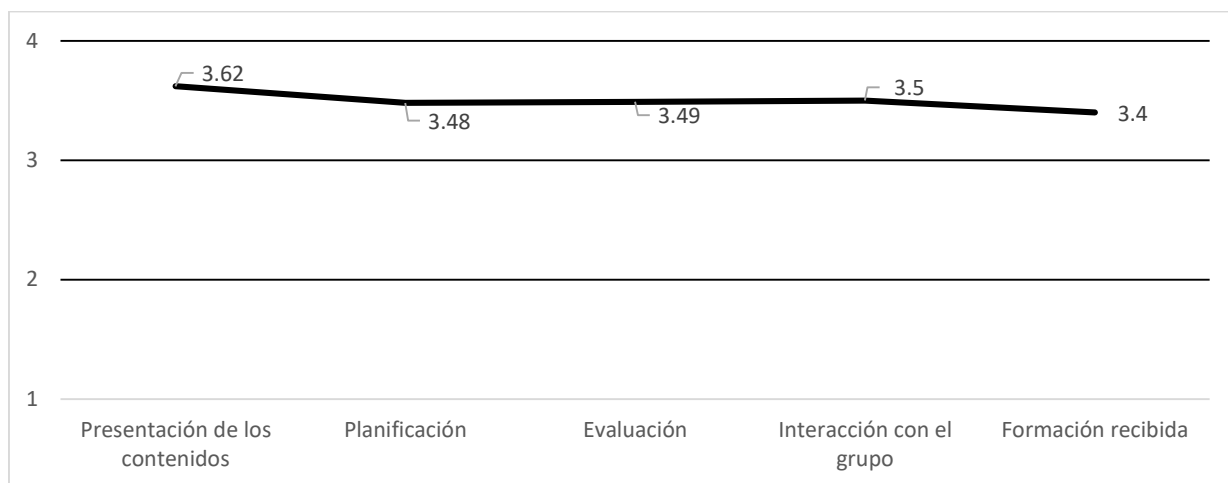
En la cuarta semana, se integró el GeoGebra en el aprendizaje de Concavidad, puntos de inflexión, el criterio de la segunda derivada para extremos locales y el trazado de curvas apoyados por la IA, desarrollando animaciones por medio de Desmos y Manin. En Desmos se identificaron esos puntos para ilustrar cómo la primera y segunda derivada ayuda a identificar los puntos críticos de la función e información de su comportamiento.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados del instrumento que mide la satisfacción de los estudiantes y sus opiniones por medio del grupo focal, a la luz de las secuencias didácticas generadas por la IA como apoyo para el aprendizaje de la derivada y sus aplicaciones.

Respecto al grado de satisfacción del grupo con la innovación docente, en una escala de 1 a 4, donde 1 es Totalmente de desacuerdo y 4 Totalmente de acuerdo, se analizaron en primer lugar, las cinco dimensiones. Como se puede observar en el gráfico 1, todas las dimensiones arrojaron valores mayores a 3.3. La dimensión mejor valorada por los docentes en formación fue: presentación de los contenidos.

Gráfica 1. Media de las dimensiones



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se pudieron conocer las opiniones de los estudiantes respecto a muchos aspectos de la innovación docente por medio de la creación de un grupo focal en el cual se formularon las siguientes preguntas: ¿Cómo creen que la IA podría cambiar la forma en que se enseña y se aprende sobre derivadas en la educación secundaria? ¿Cuáles son los beneficios y desafíos de implementar la IA en aplicaciones de derivadas para un grupo de estudiantes preuniversitarios? ¿Consideras que el uso de la IA te ha ayudado a mejorar en la comprensión de las aplicaciones de la derivada? Las respuestas de los informantes fueron recopiladas por medio de grabaciones, las cuales se transcribieron a textos y analizados por medio del software Atlas. ti. versión 23.

La idea del grupo focal es describir la experiencia compartida de la innovación docente. Por consiguiente, a través de los segmentos de los datos narrativos de los informantes, se generaron o descubrieron las categorías que describen los conceptos de interés y sus vínculos. Se identificaron dos categorías: La valoración positiva de los docentes en formación con relación a la innovación docente y su contraparte, la valoración negativa.

Valoración positiva

La IA se presenta como una herramienta con un gran potencial para mejorar el aprendizaje de la Matemática y así, los conceptos fundamentales de esta asignatura, como lo es la derivada, sean mejor comprendidos. La importancia de la IA reside en su potencial para ofrecer soluciones innovadoras a los desafíos relacionados con la comprensión matemática. Su capacidad para personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación inmediata y crear entornos interactivos la convierten en una aliada invaluable para mejorar la comprensión y el dominio de esta materia esencial (Coy-García et al., 2024; Morán et al., 2024). Al respecto, los docentes en formación bajo esta innovación docente, en general consideran que la utilización de las secuencias didácticas generadas por la IA con ayuda de Chatgpt, Desmos y el GeoGebra es muy adecuada para abordar el estudio de uno de los principales conceptos de la matemáticas como es la derivada y sus aplicaciones “como ustedes nos enseñaron, una herramienta que nos ayuda cuando no tenemos a un guía al lado de nosotros, profesor o algo”; “ciertamente es bastante importante por eso, porque ella puede ser un guía”; “tenemos que tratar de implementar estas nuevas tecnologías de manera que los estudiantes puedan aprender”; “ahora podemos ver la derivada. La podemos ver de manera gráfica en las aplicaciones que vimos como Desmos y GeoGebra. Podemos graficar, podemos ver cómo se extiende, cuando crece, cuando decrece”; “podemos ver, visualizar los puntos críticos de manera más clara y eso ayuda a que el estudiante comprenda mejor los conceptos”; “porque mediante la IA te da todo el proceso, cómo desarrollarlo. Te dice paso por paso cómo”; “Tenemos que tratar de implementar estas nuevas tecnologías de manera que los estudiantes puedan aprender”.

Valoración negativa

En la educación, el uso de la IA exhibe tanto coyunturas positivas como desafíos. Por un lado, tiene el potencial de revolucionar la educación al ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas, mejorar la evaluación y la retroalimentación, automatizar las tareas administrativas y mejorar los sistemas educativos. Por otra parte, también presenta desafíos, tales como temores éticos, cuestiones de privacidad, el potencial de sesgos algorítmicos, discriminación. Además, crea inquietudes específicas respecto a las implicaciones de su mal uso en la entrega de tareas elaboradas con el apoyo de estas herramientas. La principal preocupación reside en la identificación de tales obras

y en la necesidad de redefinir estrategias didácticas y mecanismos de evaluación para atenuar dichos riesgos (García-Peñalvo, 2023; Grace et al., 2023; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2022; Williams, 2024). Los docentes en formación ya empoderados con estos recursos, identifican algunos riesgos en su uso: “Es un poco complicado porque no es lo mismo que tener una pizarra y detallar todo”; “la IA en vez de usarla de manera positiva, por ejemplo, cuestionándola o tratando de comprender lo que está haciendo, simplemente se limiten a copiar”; “no es confiable 100%. No es totalmente confiable. O sea, te da muchas cosas bien, pero, eh, sí tiene un margen de error”.

Conclusiones

- a) Este trabajo presentó la dinámica implementada y los resultados tras una innovación docente en la que se integró la inteligencia artificial (IA) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la derivada y sus aplicaciones en docentes en formación. Se identificó que la dimensión que les generó mayor satisfacción en el proceso de la innovación fue la presentación de los contenidos. Favoreciendo el papel de los instructores en la claridad para comunicar los objetivos, hurgar en sus conocimientos previos, la retroalimentación continua y retarlos con situaciones problemáticas reales donde se ponen en práctica los conocimientos teóricos, lo cual es coherente cuando tres informantes en la entrevista narran: “ahora podemos ver la derivada. La podemos ver de manera gráfica en las aplicaciones ...”; “podemos ver cómo se extiende, cuándo crece, cuándo decrece”; “porque mediante la IA te da todo el proceso, cómo desarrollarlo. Te dice paso por paso cómo”. Poniéndose de manifiesto que cuando se usan recursos visuales como el GeoGebra en conjunción con secuencias didácticas generadas por la AI que lo retan a ir desmenuzando el problema hasta resolverlo, los estudiantes se sienten empoderados.

Otro aspecto relevante es que los estudiantes se sintieron muy satisfechos con la formación recibida mediante el uso de la IA, asegurando que cubrió sus expectativas, cuando por ejemplo opinan: “como ustedes nos enseñaron, una herramienta que nos ayuda...”; “como ustedes nos enseñaron a utilizar GPT con el Chrome es muy bueno porque te ayuda, te guía como un maestro...”. Asimismo, los docentes en formación manifiestan que se sienten comprometidos en replicar

esta experiencia con sus futuros estudiantes cuando narran: “Tenemos que tratar de implementar estas nuevas tecnologías de manera que los estudiantes puedan aprender”).

Por consiguiente, ya que los modelos educativos actualmente tienden a centrarse en el aprendizaje del estudiante, y a la luz de los resultados de esta innovación docente, se hace necesario incorporar el uso de la IA como tutor, en combinación con herramientas didácticas en la enseñanza de la derivada y sus aplicaciones, puesto que representa una estrategia dinámica y motivadora, con un alto grado de satisfacción e impacto positivo en el aprendizaje de los futuros docentes. No obstante, es fundamental abordar en profundidad los retos éticos y metodológicos que surgen con la implementación de la IA en el ámbito educativo. Esto implica reflexionar sobre aspectos como la equidad en el acceso a estas tecnologías, la protección de la privacidad de discentes y docentes, la transparencia en los algoritmos utilizados; además, de su mal uso en la entrega de tareas realizadas con ayuda de estas herramientas, lo cual es una de las preocupaciones más frecuente expresada por los estudiantes bajo estudio.

- b) En el marco de nuestro Proyecto de Innovación Docente (PID), estudiantes semilleros y docente asociada desempeñaron un rol activo y fundamental en cada etapa del proceso investigativo. Además de la responsabilidad compartida por parte de los investigadores de las actividades desarrolladas y proyectadas, a lo largo de su participación, fortalecieron competencias clave como la comunicación científica, presentando nuestros hallazgos en diversas jornadas académicas. Asimismo, se formaron en metodologías cualitativas y cuantitativas, adquiriendo habilidades en la validación de instrumentos de recolección de datos y en el análisis riguroso de la información. Un hito importante en su formación fue el aprendizaje de la rigurosidad académica que implica la escritura de un artículo científico, lo cual les permitió comprender y aplicar estándares de calidad en la producción del conocimiento (véase anexo).

Productos derivados del PID

- Aceptación con mejoras ya incorporadas de un trabajo como artículo científico en la revista *AULA*. El trabajo lleva por título: *La inteligencia artificial en el aprendizaje de las aplicaciones de la derivada*. Autores: Rojas Bello, R., Montero Lajara, M., Encarnación Sánchez, M., Novas Valdez, L. y Adames

Peralta, M., abril de 2025. Será publicado en dicha revista en el mes de julio de 2025 en el volumen 71 y número (2).

- En el 4to Congreso Estudiantil de Investigación Educativa, se presentó una ponencia sobre el PID, la cual fue evaluada por los expertos del área temática correspondiente. Además, generó gran interés y receptividad entre los estudiantes y docentes de la Licenciatura en Matemáticas orientada a la Educación Secundaria. Dicho congreso se efectuó el 13 de septiembre del año 2024 en el recinto Luis Napoleón Molina en la provincia Santiago.
- En el IX Congreso Estudiantil de Investigación Científica y Tecnológica, se presentó la ponencia: Enseñanza de las aplicaciones del cálculo diferencial por medio de la IA, la cual fue evaluada por los expertos del área temática correspondiente. Dicho congreso se efectuó el 26 y 27 de septiembre del año 2024 en la UASD en la ciudad de Baní.
- Envío de ponencia al *XX CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA-XX CIC (16-18 DE JULIO DE 2025)*.

Proyecciones del programa: Existe la posibilidad de replicar las secuencias didácticas que se generan por medio de la IA en otras asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas Orientada a la Educación Secundaria como, por ejemplo: Análisis I, Análisis III, Estadísticas y Geometría III entre otras. Carrera que se imparte en otros recintos del ISFODOSU.

Bibliografía

- Abeliuk, A., y Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Inteligencia Artificial, Revista Bits de Ciencia*, (21), 14–21. <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/view/2767/2700>
- Arenas, F. (2022). *¿Cómo crear animaciones de funciones en GeoGebra?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=SNsDaf4yTcE>
- Banco Interamericano de Desarrollo.(2023). *Inteligencia artificial: cómo integrarla a la educación*. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/inteligencia-artificial-educacion/>
- Cervantes, M., Cruz, J., Sánchez, D., y Hernández, U. (2023). Modelo de aula invertida: Validación del instrumento para evaluar la percepción y satisfacción de estudiantes universitarios. *Revista de ciencias sociales*, 29(2), 229–241. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8920548.pdf>
- Coy-García, G., Fuel-Bermeo, A., Durán-Pardo, V., y Coloma-Añazco, J. (2024). Vista de la inteligencia artificial aplicada a la enseñanza de la matemática |

Conocimiento global. *Conocimiento Global*, 9(1), 234–242.
<https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/357/231>

- Estrada, F. (2023). Metodología Cualitativa. *Revista de ciencias sociales*, En Antonella de Oliveira (Ed.), *Metodología de la investigación científica y educativa* (pp. 101–128). Atena Editora.
- Estrada, L. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica secundaria: una revisión crítica. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia]. Repositorio digital. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/86594/71267473.2024.pdf?sequ](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/86594/71267473.2024.pdf?sequ)
- Estupiñán-Ricardo, J., Leyva-Vázquez, M., Peñafiel-Palacios, A., y El-Assafiri, Y. (2021). Inteligencia artificial y propiedad intelectual. *Universidad Y Sociedad*, 13(S3), 362–368. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2490>
- Fajardo-Aguilar, G., Ayala-Gavilanes, D., Arroba-Freire, E., y López-Quincha, M. (2023). Inteligencia artificial y la educación universitaria: una revisión sistemática. *Magazine de las Ciencias*. 8(1), 109–131. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/2935/2589>
- Fierro, G., Aldaz, E., Chipantiza, C., Lleren, N., Morales, N., Paul, M., y Bernal, A. (2024). El Refuerzo Académico en Educación Básica Superior en el Área de Matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9639-9662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13115
- Gallardo, Y. (2024). *Cómo utilizar Gemini – la Inteligencia Artificial de Google* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nl6GNUb9Sz8>
- Gentile, N. (2023). *¿Cómo funciona ChatGPT La revolución de la Inteligencia Artificial?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=FdZ8LKijBhQ>
- Gobierno de España. (2023). *¿Qué es la Inteligencia Artificial?. Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*. [https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr#:~:text=La%20inteligencia%20artificial%20\(IA\)%20es,el%20razonamiento%20y%20la%20percepci%C3%B3n](https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr#:~:text=La%20inteligencia%20artificial%20(IA)%20es,el%20razonamiento%20y%20la%20percepci%C3%B3n)

- Grace, E., Vidhyavathi, P., y Malathi, P. (2023). A study on "AI in education: opportunities and challenges for personalized learning. *Industrial Engineering Journal*, 52(5), 750–759. <https://doi.org/10.36893/IEJ.2023.V52I05.750-759>
- Gutierrez, L. (2018). Enseñanza y aprendizaje de la derivada y el límite apoyada con recursos digitales. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 5(2), 57–62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7923648><https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7923648>
- Hernández-Nieto, R. (2002). *Instrumentos de Recolección de Datos en Ciencias Sociales y Ciencias Biomédicas*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes. https://www.academia.edu/37886946/Instrumentos_de_recoleccion_de_datos_en_ciencias_sociales_y_ciencias_biomedicas_Rafael_Hernandez_Nieto_pdf
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Mancipe-Caicedo, C. (2023). *La enseñanza de las matemáticas en la era de la inteligencia artificial* / Portal IDEP. Instituto Para la Investigación Educativa y Desarrollo Pedagógico. <https://www.idep.edu.co/articulo/mau-130/aula-vanguardia/La-ensenanza-de-las-matematicas-en-la-era-de-la-Inteligencia-Artificial>
- Morán, S., Ruiz, S., Simental, L., y Tirado, A. (2024). Barreras de la Inteligencia Artificial generativa en estudiantes de educación superior. Percepción docente. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 12(25), 26–37. <https://doi.org/10.36825/RITI.12.25.003>
- Pardo, J. (2023). La enseñanza de las matemáticas en la era de la Inteligencia Artificial: Un nuevo paradigma para el aprendizaje. *Revista Educación y Desarrollo*, 130(1), 1–17. <https://revistas.idep.edu.co/index.php/mau/article/view/3031>
- Parra-Sánchez, J., Torres-Pardo, I., y Martínez, C. (2023). Personalización de recursos para la enseñanza de matemáticas universitarias usando inteligencia artificial. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 16(1), 319–340. <https://doi.org/10.15332/25005421.7904>

- Pineda, W., Hernández, C., y Avendaño, W. (2020). Propuesta didáctica para el aprendizaje de la derivada con Derive. *Praxis & Saber*, 11(26), e9845. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9845><https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9845>
- Ramírez, M., y Martínez, M. (2020). Origen y desarrollo de un índice de competencia experta: el coeficiente k. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, (19), 40–56. http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/origen_desarrollo_indice_competencia_experta/7
- Romero-García, C., Paz-Lugo, P., Buzón-García, O., y Navarro-Asencio, E. (2021). Evaluación de una formación online basada en Flipped classroom. *Revista de Educación*. 391, 65–93. <http://10.0.17.86/1988-592X-RE-2021-391-471>
- García-Peñalvo, F. (2023). The perception of Artificial Intelligence in educational contexts after the launch of ChatGPT: Disruption or Panic. *Education in the Knowledge Society*. 24,e312. <https://doi.org/10.14201/eks.31279>
- Silva, M., Correa, R., y Mc-Guire, P. (2024). Metodologías activas con inteligencia artificial y su relación con la enseñanza de la matemática en la educación superior en Chile: estado del arte. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 37, 20–29. 10.24215/18509959.37.e2
- Toolify.ai, (2024). Khan Academy y AI: El futuro de la educación. <https://www.toolify.ai/es/ai-news-es/khan-academy-y-ai-el-futuro-de-la-educacin-1043384>
- Toro, R., Peña-Sarmiento, M., Avendaño-Prieto, B., Mejía-Vélez, S. & Bernal-Torres, A. (2022). Análisis empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según opciones de respuesta, muestra y observaciones atípicas. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación-e Avaliação Psicológica*, 2(63), 17–30. <https://doi.org/10.21865/RIDEP63.2.02>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa/PDF/381137spa.pdf.multi
- Vargas, M. (2022). *Desmos. Introducción* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KrNhvitTMd0>