



Integrando IA en la Educación Superior: Análisis del aprendizaje en resolución de problemas de ingeniería a través del Cálculo Integral

Ellery **Chacuto** López
Universidad del Magdalena
Colombia
echacuto@unimagdalena.edu.co

Liceth **Niño** Camacho
Universidad del Magdalena
Colombia
lnino@unimagdalena.edu.co

Joaquín **Pomares** Blaise
Universidad del Magdalena
Colombia
jpomares@unimagdalena.edu.co

Resumen

Este artículo trata sobre las estrategias que constantemente viene generando las instituciones de educación superior que forman ingenieros en Colombia, con el propósito de lograr en un buen nivel las habilidades que requieren actualmente; se destaca que docentes de la asignatura de Calculo integral del Programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena miden con indicadores determinados el nivel de logro de los estudiantes, para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y Matemáticas, posteriormente con ayuda de modelación matemática e inteligencia artificial, se analizan oportunidades de mejoras que se pueden incorporar en la asignatura de Calcula Integral. Con lo anterior, se concluye que estudiantes y docentes del programa consideran efectivo el uso de nuevas estrategias para el fortalecimiento del aprendizaje de dicha cátedra y mejorar integralmente la habilidad en solución de problemas usando principios básicos de Matemáticas.

Palabras clave: Cálculo integral; Inteligencia artificial; Modelación matemática; Resolución de problemas; Resultado de aprendizaje.

Introducción

En Colombia, las universidades han implementado diversas estrategias para mejorar el rendimiento en Matemáticas, fundamentales en la formación de ingenieros. No obstante, persisten brechas en la aplicación efectiva de conceptos matemáticos a problemas reales (Rojas et al., 2019). La inteligencia artificial contribuye al análisis de los procesos de aprendizaje, la personalización de la enseñanza y la retroalimentación inmediata, potenciando las habilidades analíticas y críticas de los estudiantes (Romero & Ventura, 2022). En este marco, la enseñanza del cálculo integral es clave para el desarrollo de competencias analíticas y de resolución de problemas en ingeniería (García-Peñalvo, 2021).

La investigación busca indagar cómo la incorporación de la inteligencia artificial (IA) y la modelación matemática en la asignatura de Cálculo Integral del Programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena permite medir y analizar el nivel de logro de los estudiantes en la formulación y resolución de problemas de ingeniería, utilizando indicadores específicos para identificar oportunidades de mejora continua en las estrategias de enseñanza y fortalecer el aprendizaje y desarrollo de competencias en ingeniería. La IA y la modelación matemática se consideran herramientas valiosas para optimizar la enseñanza en disciplinas que requieren alto nivel de abstracción, como el cálculo integral, ofreciendo apoyo personalizado y retroalimentación inmediata, aspectos cruciales para el dominio de conceptos matemáticos complejos, según destacan Hjelte et al. (202) y Wang et al. (2023).

Desde este artículo se examina cómo la Inteligencia Artificial, puede aportar en la toma de decisiones, acerca de modelos de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Calculo Integral, con una orientación más efectiva para la resolución de problemas de ingeniería.

Ilustración y relevancia del problema

El propósito principal de esta investigación es tratar de encontrar respuesta al siguiente interrogante ¿Qué estrategias de enseñanza en cálculo integral son positivas para mejorar la habilidad de los estudiantes en la formulación y resolución de problemas de ingeniería enfatizando en la formación superior en el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena? este interrogante surge que dentro de la formación de ingenieros es importante adquirir la habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, lo cual implica la aplicación de los principios de ingeniería, ciencias y Matemáticas para abordar problemas desafiante dentro de un entorno.

Con esta premisa, en esta ponencia se muestran los resultados del seguimiento a la medición del resultado de aprendizaje a los estudiantes del programa de ingeniería Pesquera durante los ciclos 2023 II y el ciclo 2024 I, usando una rúbrica con tres indicadores y cuatro niveles de logro. La muestra se hizo con actividades evaluativas durante cada ciclo académico y documentados mediante una plantilla de Excel. Estos resultados desde la asignatura de cálculo integral revelaron que el 51% de los estudiantes del Programa de Ingeniería Pesquera se ubicaron en nivel de No cumplimiento o básico para los indicadores de identificación y formulación de problemas de ingeniería.

Los resultados de tres indicadores en la asignatura de Cálculo Integral del Programa de Ingeniería Pesquera fueron analizados mediante Evaluapp, un software propio que utiliza modelación matemática e inteligencia artificial para apoyar la mejora continua en la resolución de problemas de ingeniería. Evaluapp identificó debilidades en la identificación y formulación de problemas, asignando una puntuación de 3.0. Estos hallazgos evidencian deficiencias en la formación de los estudiantes y resaltan la necesidad de revisar y mejorar las estrategias de enseñanza del cálculo integral. La investigación busca documentar evidencias y oportunidades de mejora para fortalecer la formación integral en ingeniería y replicar este modelo en otros programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena.

Referencial teórico

La resolución de problemas constituye una actividad crucial tanto en las ciencias como en las disciplinas tecnológicas, siendo inherente a la vida diaria y, particularmente, al trabajo profesional de los ingenieros. Más allá de ser una herramienta de evaluación de procesos cognitivos y metacognitivos, la resolución de problemas se configura como una metodología principal para la activación, potenciación y el desarrollo de dichas habilidades y procesos en los estudiantes (Paz, 2013). En este argumento, el enfoque de resolución de problemas propuesto por Schoenfeld (Barrantes, 2006) se denota primordialmente acertado, ya que afirma que el aprendizaje profundo de las Matemáticas no se limita a la memorización de algoritmos y fórmulas, sino que demanda el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas. Esto incluye, de gran manera, la capacidad de monitorear y adecuar estrategias durante el proceso de resolución. Schoenfeld expone que, al enfrentar problemas reales y abiertos, los estudiantes adquieren habilidades transferibles a situaciones reales, promoviendo así la creatividad, la perseverancia y el análisis crítico (Barrantes, 2006). Esta perspectiva es un aspecto clave en la búsqueda de la mejora continua en los procesos educativos de ingeniería.

Para fomentar un aprendizaje significativo y aplicado en los futuros ingenieros, resulta crucial vincular a los estudiantes con situaciones problemáticas que reflejen de manera auténtica la realidad profesional. Este enfoque les permite no solo analizar críticamente escenarios complejos, sino también desarrollar habilidades esenciales como la formulación de hipótesis, el diseño de experiencias para contrastar ideas previas, la generación de diversas estrategias de resolución, y el análisis riguroso de los resultados obtenidos (Vásquez, 2018). Esta aproximación pedagógica trasciende el aprendizaje puramente teórico, impulsando una comprensión más profunda y contextualizada.

Dentro de estas estrategias de resolución de problemas, el uso de las Matemáticas—y, en el contexto de esta investigación, el cálculo integral— brota como un elemento necesario. El cálculo integral no es solamente una asignatura, sino una herramienta potente y necesaria para modelar y comprender fenómenos complejos que los ingenieros enfrentarán en su quehacer profesional. Lejos de ser una asignatura abstracta, permite a los ingenieros cuantificar, predecir y optimizar en diversas áreas. Por ejemplo, en el campo de la ingeniería, el cálculo integral es fundamental para el estudio y profundización teórica de modelos de bases de datos, redes neuronales, procesos estocásticos, sistemas basados en el conocimiento, métricas avanzadas y técnicas de optimización, entre otras aplicaciones (Parra, 2010). Así, dominar el cálculo integral se convierte en una competencia transversal que habilita al ingeniero para abordar y resolver problemas complejos con una base analítica sólida.

Actualmente en la formación de ingenieros, es importante buscar la integración de manera efectiva y exitosa la enseñanza teórica del cálculo integral con su aplicación práctica en problemas de ingeniería. Esto desafía la separación común entre el aprendizaje abstracto de las Matemáticas y su utilidad en la ingeniería, sentando un precedente valioso para futuras reformas curriculares y metodologías de enseñanza en disciplinas STEM (Smith & Chen, 2021)

Por otro lado, una de las claves para esta investigación es la importancia de la inteligencia artificial para analizar los resultados de aprendizaje de los estudiantes, donde el uso de ésta permite demostrar de cómo la inteligencia artificial posibilita el análisis de datos de aprendizaje a una escala sin antecedentes. La investigación de Johnson y Miller (2022) destaca que la inteligencia artificial no solo procesa grandes volúmenes de información sobre el rendimiento estudiantil, sino que lo hace de una manera que permite emparejar patrones de aprendizaje. Esto es concluyente para ir más allá de los promedios grupales y comprender las necesidades específicas de cada estudiante.

Otra clave fundamental dentro de la investigación es el uso de la modelación matemática, ya que comúnmente, la medición del aprendizaje se ha centrado en puntos de corte o resultados finales. Sin embargo, Davis y Clark (2018) demuestran cómo sus modelos permiten trazar la trayectoria y la progresión del desarrollo de competencias específicas en los estudiantes de ingeniería a lo largo de diferentes etapas de su formación. Esto proporciona una visión mucho más rica de cómo las habilidades y conocimientos evolucionan con el tiempo, permitiendo una comprensión más profunda del proceso de aprendizaje, y además introducen y validan modelos matemáticos dinámicos como una herramienta sofisticada para ir más allá de la evaluación estática de competencias.

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) potencia aún más esta perspectiva. La IA y la modelación matemática se establecen, entonces, como una dupla complementaria, con un fuerte potencial para transformar y mejorar significativamente la enseñanza y el aprendizaje del cálculo integral, facilitando análisis más profundos y recomendaciones precisas para la mejora continua.

Método y desarrollo conceptual

El desarrollo de este trabajo de investigación se organizó desde un prototipo de investigación cualitativo, teniendo de cuenta la comprensión, interpretación y análisis del objeto de estudio. Para ello, se tomaron muestra de los resultados de los estudiantes del curso de Cálculo integral de los estudiantes de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena, en la Facultad de Ingeniería; durante 2 ciclos o periodos académicos; es importante anotar que fue el mismo docente quien orientó el curso durante los 2 ciclos de la muestra.

Esta investigación se realiza desarrolla en 3 momentos así; momento 1. Los resultados de los estudiantes fueron medidos mediante rúbricas diseñadas por un grupo de docentes del programa, posteriormente recopilados y documentados en Excel. El momento 2. Se hace cuando son incorporados los resultados documentados por el docente son ingresados al software Evaluapp y luego, y con los resultados arrojados por la herramienta modela los datos y además hace uso de la IA para generar análisis de resultados y recomendaciones de mejoras, y finalmente, para el momento 3. Se comparan los resultados de Evaluapp y los análisis documentados por los docentes.

Resultados

Momento 1:

El docente de Cálculo integral del programa de Ingeniería Pesquera realizó las correspondientes evaluaciones en el periodo 2023-II, a 14 estudiantes que se encuentran matriculados en dicha asignatura, y 17 estudiantes en el periodo 2024-I; para ello hizo uso de la rúbrica construida por los docentes del programa que orientan la asignatura de cálculo integral y con el apoyo y acompañamiento del coordinador del área de Matemáticas de la Facultad de Ingeniería. La Figura 1. Muestra la rúbrica usada para la valoración durante los 2 periodos de medición.

A	B	C	D	E	F
FACULTAD DE INGENIERÍA					
PROGRAMA DE INGENIERÍA PESQUERA					
RÚBRICA PARA LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES					
RA1: Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos mediante la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.		VALORACIÓN CUALITATIVA			
		NO CUMPLIMIENTO	BÁSICO	SATISFACTORIO	DESTACADO
INDICADOR DE DESEMPEÑO		0% - 59%	60% - 69%	70% - 89%	90% - 100%
ID - 11	Identifica un problema complejo de ingeniería.	El estudiante no es capaz de identificar las variables de un problema complejo de ingeniería.	El estudiante es capaz de analizar variables para la identificación de un problema complejo de ingeniería.	El estudiante analiza variables y selecciona los principios, teorías y prácticas relevantes para identificar un problema complejo de ingeniería.	El estudiante cuestiona y acompaña con teorías, prácticas e información relevante y documentación seleccionada, la identificación y definición del problema complejo de ingeniería.
ID - 12	Formula un problema complejo de ingeniería.	El estudiante no es capaz de formular un problema complejo de ingeniería, ni relaciona preconcepciones al listar las alternativas de solución.	El estudiante es capaz de usar conocimiento e información para la formulación de un problema complejo de ingeniería.	El estudiante formula un problema complejo de ingeniería y escribe recomendaciones de solución.	El estudiante cuestiona la formulación y acompaña con teorías, prácticas e información relevante y documentación seleccionada las alternativas de solución.
ID - 13	Logra una solución del problema usando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas	El estudiante no aplica principios de ingeniería, ciencias y matemáticas para lograr la solución de un problema.	El estudiante logra una solución al problema mediante la aplicación de una teorías, una fórmula, ecuación o algoritmo, por analogía.	Es estudiante logra resultados válidos en la solución del problema basados en términos matemáticos, físicos, algorítmicos, e ingenieriles.	El estudiante defiende, respalda y cuestiona los resultados de la solución del problema en relación con un modelo matemático físico o algorítmico

Figura 1. Rúbrica para los indicadores de rendimiento de los resultados de los estudiantes (Elaborado por el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena).

Los resultados fueron almacenados en una hoja de Excel, para tener una forma estandarizada y así facilitar al docente la documentación del proceso. Este formato fue diligenciado por el docente durante cada periodo académico, es decir, una hoja de Excel para el periodo 2023-II y otra hoja para el periodo 2024-I. la Figura 2 muestra los resultados del periodo 2023- II y las Figura 3 los resultados del periodo 2024-I. así:

Student Outcome		S01	An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics						
Performance Indicators (PI)		PI1	Identifying a complex engineering problem						
		PI2	Formulating a complex engineering problem						
		PI3	Achieving a solution to a complex engineering problem						
N°	Student Name	% Compliance PI1	PI1 Level	% Compliance PI2	PI2 Level	% Compliance PI3	PI3 Level	% SO Compliance	SO Level Compliance
1	ALCENDRA GARZAO JHON ALEXANDER	17%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	38%	Non-Compliance	35%	Non-Compliance
2	BARBOSA EINER	67%	Basic	100%	Outstanding	100%	Outstanding	90%	Outstanding
3	CARREÑO LOZANO SERGIO JOSE	50%	Non-Compliance	92%	Outstanding	100%	Outstanding	83%	Satisfactory
4	CHARRIS MAJARRRES INGRIS POALA	17%	Non-Compliance	93%	Outstanding	100%	Outstanding	75%	Satisfactory
5	COSTA DE LEÓN LUIS FELIPE	83%	Satisfactory	100%	Outstanding	75%	Satisfactory	85%	Satisfactory
6	FIGUEROA ORTIZ HAROLD JOSUE	0%	Non-Compliance	93%	Outstanding	25%	Non-Compliance	38%	Non-Compliance
7	GULLO VENERA JOSE DANIEL	50%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	75%	Satisfactory	60%	Basic
8	OROZCO CARBONÓ JOEL DE JESUS	50%	Non-Compliance	67%	Basic	13%	Non-Compliance	40%	Non-Compliance
9	ORTEGA OLIVERO MARCELA CAROLINA	17%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	75%	Satisfactory	50%	Non-Compliance
10	PALMERA OROZCO DANIEL ENRIQUE	50%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	63%	Basic	55%	Non-Compliance
11	PEDROZA RAMÍREZ DARIO JOSE	17%	Non-Compliance	17%	Non-Compliance	25%	Non-Compliance	20%	Non-Compliance
12	RAMÍREZ ANGLIO DIEGO ANDRÉS	67%	Basic	83%	Satisfactory	100%	Outstanding	85%	Satisfactory
13	SUÁREZ CORDOBA OMAR JOSE	83%	Satisfactory	67%	Basic	50%	Non-Compliance	65%	Basic
14	TAPIAS LÓPEZ JUAN PABLO	83%	Satisfactory	100%	Outstanding	100%	Outstanding	95%	Outstanding

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Student Outcome		S01	An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics						
1									
2		PI1	Identify a complex engineering problem.						
3	Performance Indicators (PI)	PI2	Formulate a complex engineering problem.						
4		PI3	Achieve a solution to the problem using engineering, science, and maths principles						
5									
N°	Student Name	% Compliance PI1	PI1 Level	% Compliance PI2	PI2 Level	% Compliance PI3	PI3 Level	% SO Compliance	SO Level Compliance
7	CACEDO PEREZ XIMENA JULIETH	50%	Non-Compliance	0%	Non-Compliance	100%	Outstanding	66%	Basic
8	CAMELO TORRES EMERSON DANIEL	100%	Outstanding	67%	Basic	100%	Outstanding	90%	Outstanding
9	CANTILLO REVUELLO KEVIN JOSE	100%	Outstanding	67%	Basic	100%	Outstanding	90%	Outstanding
10	GARCA MOTO JAMIE JESUS	50%	Non-Compliance	33%	Non-Compliance	100%	Outstanding	70%	Satisfactory
11	GUARINO PEREZ JUAN PABLO	75%	Satisfactory	50%	Non-Compliance	100%	Outstanding	80%	Satisfactory
12	GUERRA PERERA MANUEL DE JESUS	25%	Non-Compliance	100%	Outstanding	100%	Outstanding	85%	Satisfactory
13	HERNANDEZ FONTALVO ANDRES FELIPE	25%	Non-Compliance	17%	Non-Compliance	100%	Outstanding	60%	Basic
14	MERA MIERA JUAN CARLOS	100%	Outstanding	17%	Non-Compliance	22%	Non-Compliance	35%	Non-Compliance
15	ORTEGA CEMER DE JESUS	50%	Non-Compliance	17%	Non-Compliance	100%	Outstanding	65%	Basic
16	ORTEG ESOQUIA LAURA SOPHIA	25%	Non-Compliance	33%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	40%	Non-Compliance
17	PERDOMO PALMERA JHON MARCOS	100%	Outstanding	100%	Outstanding	100%	Outstanding	100%	Outstanding
18	QUINTERO INHARRAO MAHURI	25%	Non-Compliance	17%	Non-Compliance	100%	Outstanding	66%	Basic
19	QUIJERA MEDRANO NICOLL MICHELL	100%	Outstanding	33%	Non-Compliance	100%	Outstanding	80%	Satisfactory
20	RODRIGUEZ GARAY DIEGO ANDRÉS	100%	Outstanding	67%	Basic	100%	Outstanding	90%	Outstanding
21	ROMERO SOLIS JUAN FELIPE	25%	Non-Compliance	50%	Non-Compliance	10%	Non-Compliance	25%	Non-Compliance
22	SILVA CAJALANA BETSY LILIANA	25%	Non-Compliance	33%	Non-Compliance	10%	Non-Compliance	20%	Non-Compliance
23	VEGA PACHECO GRIER MARCELA	25%	Non-Compliance	17%	Non-Compliance	100%	Outstanding	60%	Basic

Figura 2. Resultados de los estudiantes en el periodo 2023- II y 2024-1 (Elaborado por el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena).

En cada medición los docentes, documentan lo sucedido en cada periodo y almacenados para su posterior revisión así:

OBSERVATIONS	
Implemented actions:	Se realizaron talleres, ejercicios individuales y grupales donde se describieron y explicaron cómo se encuentran las áreas bajo una curva, aplicando técnicas de integración en integrales definidas, haciendo uso del teorema fundamental del cálculo.
Obtained results:	Los estudiantes presentaron dificultades para describir y explicar cómo determinar el área bajo una curva, mientras que algunos mostraron un buen dominio de las técnicas de integración. Además, pudieron proponer una solución al problema a pesar de no considerar principios básicos de matemáticas. Respondieron con asertividad en los talleres grupales e individuales.
Recommended improvement actions:	el próximo semestre se incorporarn herramientas tecnológicas como el graficador DESMOS, en el desarrollo del tema de área bajo la curva, con el fin de fortalecer la capacidad de describir los procedimientos para el uso de intervalos.

Figura 3. Observaciones del proceso de medición para el periodo 2023- II (Elaborado por el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena).

OBSERVATIONS		
Implemented actions:	Obtained results:	Improvement actions:
Se realizaron talleres, ejercicios de forma individual y grupal donde ellos describieron y explicaron cómo se halla áreas bajo una curva haciendo uso del graficador DESMOS para que pudieran comprender con mejor facilidad los intervalos de integración de las diferentes áreas bajo una curva, aplicando técnicas de integración en integrales definidas, haciendo uso del teorema fundamental del cálculo.	Los estudiantes mostraron una mejoría en la dificultad para describir y explicar la forma de determinar el área bajo una curva mediante el uso del graficador DESMOS, el cual les permitió obtener resultados relevantes en la aplicación de resolución de problemas, haciendo buen manejo de las técnicas de integración. Aunque en ocasiones le falta mayor concentración en la realización de la aplicación de las operaciones básicas para obtener los resultados correctos y pudieron plantear una solución al problema a pesar de no tener en cuenta principios básicos de matemática. Además respondieron de manera correcta en los momentos de realización de talleres grupales e individuales. Se evidencian falencias en la aplicación de las operaciones básicas propias del área de álgebra lineal.	Se continuarán realizando actividades por medio de graficadores (DESMOS y otros). Además, se implementarán problemas de aplicación relacionados a la ingeniería pesquera para acercar a los estudiantes a los conocimientos básicos de matemáticas en el quehacer de la profesión

Figura 4. Observaciones del proceso de medición para el periodo 2024- I (Elaborado por el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena).

Momento 2:

El momento 2. Se ingresan los resultados documentados por el docente al software Evaluapp así:

La Figura 5. Muestra una vista de la herramienta Evaluapp, del ingreso de los indicadores de valoración del resultado de aprendizajes provistos para el curso de Cálculo integral, en el programa de Ingeniería Pesquera.

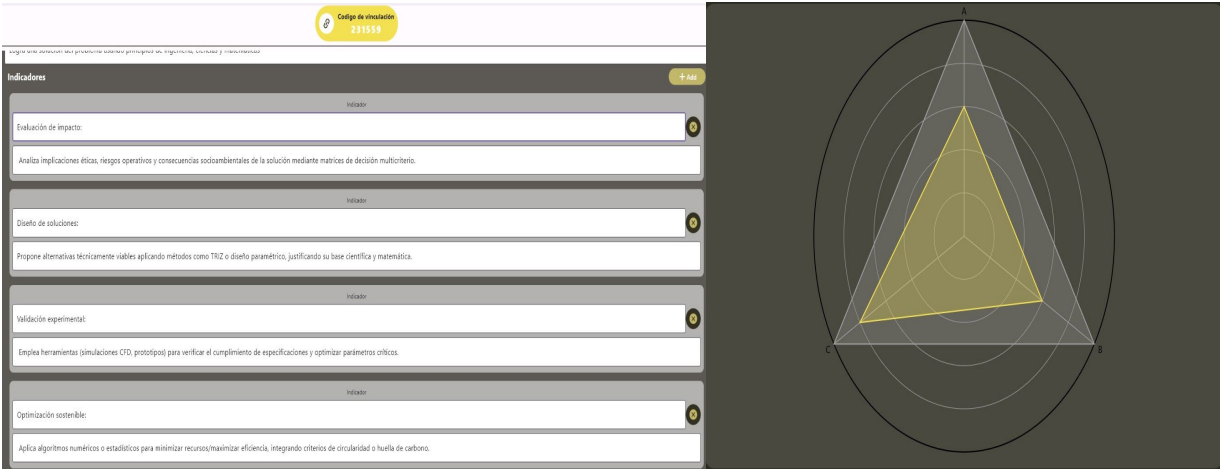


Figura 5. Vista de Evaluapp. Elaboración Propia y muestra grafica de la evaluación.

La Figura 5. Muestra una vista de la herramienta Evaluapp, después del ingreso de los indicadores de valoración del resultado de aprendizajes provistos para el curso de Cálculo

integral, en el programa de Ingeniería Pesquera; la herramienta con ayuda de modelación matemática genera una gráfica que, lo cual permite una visualización amigable de la medición de los resultados obtenidos.

También en este momento se generan los resultados arrojados por la herramienta modela los datos y con ayuda de IA que tiene incorporada la herramienta Evaluapp, se genera un análisis de resultados y proporciona unas recomendaciones de mejoras, para ser analizadas en el momento 3. La Figura 6. muestra una vista del análisis y recomendaciones generadas por la IA en Evaluapp

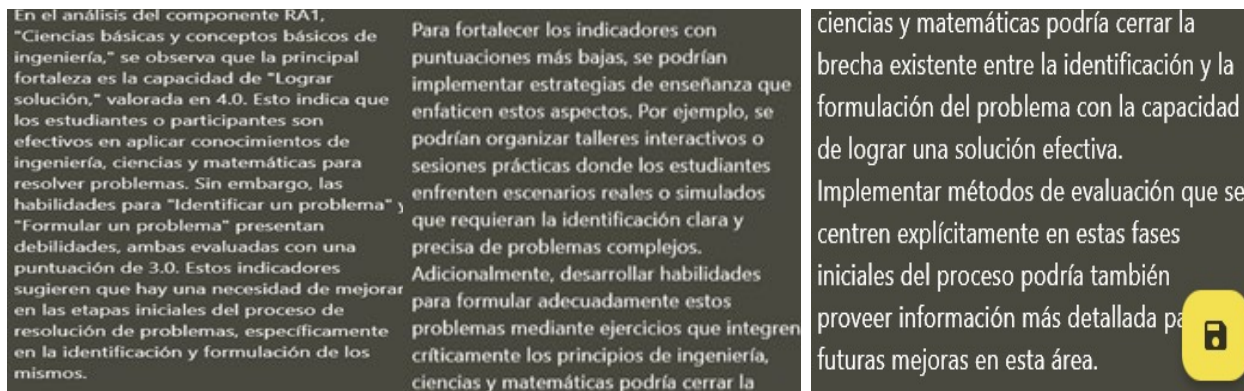


Figura 6. Vista del análisis y recomendaciones generadas por la IA en Evaluapp, Elaboración Propia

Momento 3:

En este momento se comparan los resultados y se encuentra que existe una estrecha relación entre lo analizados por los docentes y los resultados arrojados por Evaluapp, es decir, si se encontraron coincidencias, lo cual, ha favorecido y permitido documentar de manera más ágil los procesos de mejora continua para el siguiente periodo de medición. En este caso particular, el uso de herramientas incorporar herramientas tecnológicas interactivas como el software DESMOS, fue una de las coincidencias encontradas entre la herramienta tecnológica y el análisis por parte de los docentes del área de Matemáticas del programa de Ingeniería Pesquera.

Conclusiones

La presente investigación, ha permitido llegar a las siguientes conclusiones significativas sobre la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje del cálculo integral en el programa de Ingeniería Pesquera de la Universidad del Magdalena:

Los resultados de los periodos 2023-II y 2024-I, evaluados mediante rúbricas, confirmaron la importancia de desafiar a los estudiantes con problemas contextualizados y reales de ingeniería. Aunque inicialmente mostraron dificultades en la identificación y formulación de problemas complejos (indicadores D-11 y D-12), la participación en talleres y ejercicios prácticos, como el cálculo de áreas bajo la curva, mejoró su comprensión del cálculo integral como herramienta para soluciones eficientes en ingeniería. Este enfoque pedagógico activo es

crucial para que los estudiantes superen la aplicación mecánica y valoren la utilidad práctica del conocimiento matemático en su disciplina.

Como número dos, el proceso de evaluación formativa se vio notablemente favorecido por el uso sistemático de rúbricas e indicadores de logro. La implementación de una rúbrica construida colaborativamente por los docentes del programa permitió una valoración cualitativa estandarizada del rendimiento de los estudiantes en la habilidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería. La documentación de los resultados en hojas de cálculo Excel facilitó un seguimiento continuo y sistemático, que, además de generar evidencia de los procesos de evaluación, fue una oportunidad para un mejor desarrollo del ejercicio docente. La capacidad de estar a la mira en la evolución del desempeño de los estudiantes en indicadores específicos demostró ser una herramienta con potencial para diagnosticar áreas de mejora y ajustar las estrategias de enseñanza en tiempo real.

Finalmente, la integración de la modelación matemática y la Inteligencia Artificial (IA) a través de la herramienta Evaluapp se consolidó como una dupla indispensable para apoyar los procesos de mejora continua. Evaluapp no solo permitió la visualización amigable de los resultados de aprendizaje obtenidos de las rúbricas, sino que, mediante su modelación matemática y el uso de IA, generó análisis particulares y recomendaciones específicas para fortalecer los indicadores con puntuaciones más bajas. La estrecha relación y coincidencia entre los análisis generados por Evaluapp y las observaciones cualitativas de los docentes aprueban el potencial de estas tecnologías para innovar la práctica docente en ciencias básicas.

Referencias y bibliografía

- Barrantes, H., Meta-Matemáticas, U. C. R., & de Ciencias Exactas, E. (2006). *Resolución de problemas. El trabajo de Allan*.
- Benítez, J., Pérez, M., & Torres, L. (2020). Innovación educativa en ingeniería: Estrategias y herramientas para el aprendizaje matemático. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(2), 45-58.
- bin Mohamed, M. Z., Hidayat, R., binti Suhaizi, N. N., bin Mahmud, M. K. H., & binti Baharuddin, S. N. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694.
- Davis, R., & Clark, T. (2018). Dynamic mathematical models for assessing competency development in engineering education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 32(1), 1-10.
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Inteligencia artificial y educación: Una revisión sistemática sobre su impacto en el aprendizaje. *Journal of Learning Analytics*, 8(1), 23-41.
- Hjelte, A., Schindler, M., & Nilsson, P. (2020). Kinds of mathematical reasoning addressed in empirical research in mathematics education: A systematic review. *Education Sciences*, 10(10), 289.
- Johnson, L., & Miller, S. (2022). Leveraging artificial intelligence for personalized learning analytics in higher education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100078.
- Kaushik, R., Parmar, M., & Jhamb, S. (2021, diciembre). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education. En *2021 2nd International Conference on Computational Methods in Science & Technology (ICCMST)* (pp. 202-205). IEEE.
- Kim, S., & Park, J. (2023). Mathematical models for analyzing student performance and predicting success in engineering programs. *IEEE Transactions on Education*, 66(1), 100-115.
- Parra Castrillón, E. (2010). Las ciencias básicas en ingeniería de sistemas: Justificaciones gnoseológicas desde los objetos de estudio y de conocimiento. *Revista de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería*, 10, 74-84. <https://www.acofi.edu.co>
- Paz Penagos, H. (2013). *Resolución de problemas como estrategia de enseñanza para la formación integral de ingenieros*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

- Peña-Páez, L. M., & Morales-García, J. F. (2016). La modelación matemática como estrategia de enseñanza-aprendizaje: El caso del área bajo la curva. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de San Buenaventura.
- Rojas, P., Martínez, C., & Gutiérrez, D. (2019). Dificultades en la enseñanza del cálculo en ingeniería: Una perspectiva desde la educación superior en Colombia. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 12(1), 30-48.
- Romero, C., & Ventura, S. (2022). *Educational data mining and artificial intelligence in higher education*. Springer.
- Schoenfeld, A. H. (2014). *Mathematical problem solving*. Elsevier.
- Smith, J. R., & Chen, L. (2021). Integrating calculus concepts with engineering problem-solving: A project-based learning approach. *Journal of Engineering Education*, 110(3), 450-465.
- Vázquez Borges, E., Rodríguez Vargas, H., Marín Quen, J., & Pool Rodríguez, I. (2018). Relaciones de las ciencias básicas. Tema de la ONU. *Ingeniería*, 22(2), 52-61. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2023). When adaptive learning is effective learning: Comparison of an adaptive learning system to teacher-led instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793-803.