

Integration of Artificial Intelligence in Mathematics Education: Assessing the Impact of MATLAB in Engineering Education

ILLYCH ÁLVAREZ¹, ENRIQUE CABALLERO², SANDRA CORDERO³, JUDITH CAMPUZANO⁴, MAITE AYALA⁵, NICOLE ORDOÑEZ⁶

1 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación, Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador , illych.alvareza@ug.edu.ec

2 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador enrique.caballerob@ug.edu.ec

3 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación, Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador , sandra.corderop@ug.edu.ec

4 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación, Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador , luisa.campuzanoa@ug.edu.ec

5 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación, Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador , maite.ayalac@ug.edu.ec

6 Facultad de Filosofía y Letras de la Educación, Universidad de Guayaquil Av. Delta y Av. Kennedy ,
Guayaquil , Ecuador , nicole.ordoneze@ug.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio examina el impacto de la integración de Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de matemáticas en una escuela de ingeniería, utilizando MATLAB como herramienta pedagógica en la asignatura de Álgebra Lineal. La metodología basada en Aprendizaje Dinámico Teórico (ADT) combina aplicaciones prácticas, teoría y herramientas colaborativas apoyadas en IA.

En el análisis de resultados, se observó un incremento significativo en el porcentaje de aprobación de la materia, alcanzando el 88% en el grupo experimental en comparación con el 64% del grupo de control que utilizó métodos tradicionales. Las actividades prácticas, como los talleres basados en MATLAB, promovieron un aprendizaje significativo al vincular conceptos matemáticos con problemas del mundo real.

Los hallazgos sugieren que la implementación de IA no solo mejora la comprensión de conceptos abstractos, sino que también fomenta el trabajo colaborativo y prepara a los estudiantes para desafíos profesionales avanzados. Este

enfoque innovador plantea oportunidades para replicar y ampliar la metodología en otras disciplinas y niveles educativos.

Palabras claves: Artificial Intelligence (AI), MATLAB, Dynamic Learning Theory (DLT), Linear Algebra, Collaborative Learning, Educational Methodology, Engineering Education

I. Introducción.

La educación superior enfrenta desafíos sin precedentes en un mundo cada vez más digitalizado, interconectado y dependiente de tecnologías avanzadas. La transformación digital, impulsada por la Cuarta Revolución Industrial, ha llevado a una rápida evolución en los métodos de enseñanza y aprendizaje, marcando una brecha entre los enfoques tradicionales y las demandas tecnológicas del siglo XXI[1] . Este contexto plantea una necesidad urgente de innovar en la forma en que se imparten disciplinas clave, como las matemáticas, en áreas como la ingeniería, donde el aprendizaje

abstracto debe traducirse en habilidades prácticas aplicables a problemas complejos del mundo real[2].

La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta revolucionaria en la educación, permitiendo no solo automatizar procesos repetitivos, sino también potenciar la personalización del aprendizaje y facilitar la resolución de problemas complejos. MATLAB, por su parte, ha demostrado ser un recurso esencial en este ámbito, destacándose por su capacidad para modelar, analizar y visualizar fenómenos matemáticos y científicos. Estas características hacen de MATLAB una herramienta pedagógica ideal para integrar conceptos abstractos con aplicaciones prácticas en la formación de ingenieros [3].

Estudios recientes sugieren que el uso de MATLAB en la enseñanza mejora significativamente la comprensión de conceptos fundamentales y promueve el aprendizaje activo al permitir a los estudiantes experimentar con modelos matemáticos en tiempo real[4]. Además, la incorporación de herramientas de IA, como ChatGPT, facilita la creación de entornos de aprendizaje más dinámicos y adaptativos, donde los estudiantes pueden recibir retroalimentación inmediata y explorar múltiples enfoques para resolver problemas[5].

En este trabajo se propone una metodología educativa innovadora basada en el Aprendizaje Dinámico Teórico (ADT), que combina aplicaciones prácticas, teoría matemática y colaboración grupal. Este enfoque no solo busca cerrar la brecha entre los métodos educativos tradicionales y las expectativas del mercado laboral, sino también fomentar habilidades críticas, como el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de análisis de datos complejos [6]. La implementación de esta metodología en el contexto de Álgebra Lineal en una escuela de ingeniería tiene como objetivo demostrar cómo el uso de MATLAB y herramientas de IA puede transformar la experiencia de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes no solo dominar conceptos abstractos, sino también aplicar estas habilidades en

problemas del mundo real, como la simulación de sistemas dinámicos o el análisis de datos climáticos[7].

La relevancia de esta investigación trasciende el ámbito académico, ya que aborda problemas globales relacionados con la formación de profesionales competentes en un entorno cada vez más automatizado y centrado en datos. Además, responde a la necesidad de cerrar la brecha digital en la educación, permitiendo a los estudiantes de diversas regiones acceder a herramientas avanzadas que los preparen para un futuro profesional competitivo y tecnológicamente exigente[8].

II. METODOLOGÍA

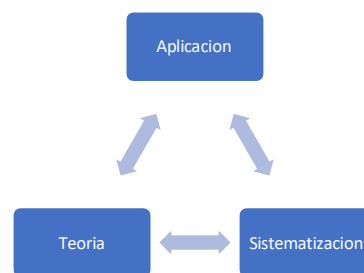


Fig.1 Ciclo de la Metodología.

La Fig.1 describe la metodología propuesta por Álvarez denominada Aprendizaje Dinámico Teórico (ADT). El ciclo de aprendizaje de la metodología consiste en una secuencia de pasos aplicados a cada unidad de estudio de la asignatura de Álgebra Lineal. A continuación, se describen cada una de estas actividades o nodos:

Aplicación: En este Nodo se le plantea al estudiante ejemplos de aplicaciones en la vida real que se relacionen de manera directa o indirecta con el tema de la asignatura de Álgebra Lineal a ser impartida ese día dándole un contexto del porque aprender el tema y fomentando la motivación por aprender al relacionarlo con el campo de desarrollo profesional de los estudiantes.

La aplicación que se plantea está estrechamente relacionada con el desarrollo del ciclo de aprendizaje de la metodología

dado que planteamos una situación que permita implementar un proceso analítico de desarrollo donde se involucren las variables teóricas experimentales del proceso de aprendizaje con relación al contenido. La aplicación escogida para relacionar el contenido de la asignatura con la vida diaria se prefiere que este enmarcado en lo más reciente del mundo del diseño de la ingeniería.

TABLA I
DETALLES PEDAGÓGICOS DE LAS APLICACIÓN

Prerrequisito:	Estudio del capítulo.
Nivel del pensamiento:	Transferencial – Crítico – Creativo
Tiempo /Actividad:	20 - 30 minutos / Actividad grupal.
Recursos didácticos:	Acceso a redes sociales en la red, con el objetivo fomentar el trabajo colaborativo.
Habilidad por desarrollar:	Aplicar y desarrollar los conocimientos adquiridos en el capítulo, realizando búsquedas utilizando chatGPT. Fomentar el trabajo cooperativo y liderazgo.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes ingresan a la red en la cual de manera aleatoria realizan búsquedas de aplicaciones de nivel crítico. Estos problemas cuentan con registros de acceso para garantizar la resolución de estos de manera colaborativa y ordenada.

Sistematización : En este nodo se procede a aplicar los principios matemáticos que se necesitan aprender pero donde el proceso se fundamenta en identificar las variables con su respectivo relación matemática para que los estudiantes puedan ir identificando la sintaxis matemática con la semántica que presenta cada variable para resolver el problema planteado , dado que cada variable nos permitirá utilizar el software

matemático (Matlab) para encontrar la solución del problema que es donde logramos relacionar la parte de las definiciones matemáticas con el uso del programa computacional para al obtener los resultados poderlos interpretar y emitir criterios que permitan llegar a conclusiones técnicas delos proceso matemáticos .

En este nodo utilizamos el software de programación (Matlab) como una experiencia educativa efectiva y practica dado que es un entorno de programación que permite realizar cálculos numéricos y manipular matrices de manera eficiente , lo que lo convierte en una herramienta útil para explorar conceptos de algebra lineal .En este nodo se familiariza a los estudiantes con la interfaz de Matlab , su entorno de trabajo y la sintaxis básica , además se explora las operaciones básicas en Matlab , como la creación y manipulación de matrices , el cálculo de determinantes y la resolución de sistemas de ecuaciones lineales .Matlab es un entorno de programación que permite a los estudiantes desarrollar habilidades en programación y algoritmos . En la inteligencia artificial, la capacidad para programar y entender algoritmos es esencial. Los estudiantes que aprenden a programar en Matlab pueden adquirir una base sólida para abordar problemas más avanzados relacionados con la inteligencia artificial.

En esta etapa se utiliza como herramienta para afianzar los conocimientos talleres formativos que constituyen una propuesta de dos o tres ejercicios de complejidad media del tema correspondiente a cada clase. Deben ser resueltos de forma grupal y ser subidos a la plataforma por cada integrante del grupo. De forma aleatoria, el profesor calificará un taller por grupo y ese será la calificación para el equipo. Esto propende a que el trabajo se desarrolle en forma colaborativa y se llegue a consensos antes de la presentación de su trabajo. De inmediato se procede con la retroalimentación de los problemas del taller y se atiende una ronda de preguntas en caso de existir dudas. Con esto finaliza la sesión de la clase.

TABLA II
DETALLES PEDAGOGICOS DE TALLERES

Prerrequisito:	Lectura comprensiva por parte de los estudiantes de los temas a evaluar.
Nivel del pensamiento:	Reproductivo y transferencial.
Tiempo /Actividad:	45 minutos máximo / Actividad grupal.
Recursos didácticos:	Sin restricción.
Habilidad por desarrollar:	Mostrar entendimiento para encontrar información referente a las preguntas o de lecturas previas.
Dinámica de la actividad:	Los estudiantes resuelven de dos a tres problemas de complejidad media, de manera grupal con todo el material didáctico y tecnológico disponible, además de poder realizar consultas al profesor, recibiendo retroalimentación inmediata.

Teoría : En este nodo definimos matemáticamente cada una de las variables utilizadas en el proceso de resolución de problema relacionándola con su respectiva ecuación , formula , presentación matemática que dado que los estudiantes tuvieron un primer acercamiento con ellas al relacionarlos con un tema de la vida real y después al resolver problemas donde se identificaban todas y cada una de las variables permitiendo un aprendizaje significativo en los estudiantes porque logran relacionar , ganar sentido una fórmula matemática y entender un proceso de solución para luego después poder emitir un criterio interpretativo al obtener un resultado numérico o presentar el comportamiento de la solución y su modelado .

TABLA III
DETALLES PEDAGOGICOS DE LA PARTE DE
TEORIA

Prerrequisito:	Revisión previa del tema.
Nivel del	Transferencial y crítico.

pensamiento:	
Tiempo /Actividad:	Dos sesiones por capítulo (cada una de 20 minutos)
Recursos didácticos:	Wacom, computador, Tablet, smartphone, plataforma online “Zoom” o YouTube.
Habilidad por desarrollar:	Capacidad de análisis y resolución de problemas
Dinámica de la actividad:	La actividad es posterior de las lecturas, talleres, debe impartirse dos veces por capítulo y debe estar basada en todo el material desarrollado en que los estudiantes presentaron para resolver. Se recomienda dos clases interactivas por capítulo. Cada sesión puede ser grabada, descargada en un formato .mp4 y compartida en el aula virtual.

III. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.

Participantes: El estudio incluyó a 80 estudiantes de primer año de ingeniería de una universidad ecuatoriana, inscritos en la asignatura de Álgebra Lineal durante el primer semestre académico de 2024. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos de 40 cada uno: un grupo experimental que utilizó la metodología basada en Inteligencia Artificial (IA) y MATLAB, y un grupo de control que siguió un enfoque pedagógico tradicional centrado en clases magistrales.

Diseño del Estudio: Se adoptó un diseño experimental comparativo entre el grupo experimental y el grupo de control. El grupo experimental empleó herramientas como MATLAB y ChatGPT para complementar la enseñanza, mientras que el grupo de control recibió instrucción a través de métodos tradicionales. Ambos grupos fueron evaluados utilizando las mismas actividades y criterios para garantizar la comparabilidad de resultados.

Variables:

1. Variable independiente: Implementación de la metodología basada en IA y MATLAB.
2. Variable dependiente: Desempeño académico medido por el porcentaje de aprobación, los resultados de actividades específicas (talleres, pruebas), y las calificaciones promedio.
3. Herramientas de análisis: MATLAB se utilizó para la resolución y simulación de problemas matemáticos, mientras que ChatGPT fue empleado para apoyar en la generación de códigos y resolver dudas. Además, se analizaron estadísticamente las diferencias en desempeño entre los grupos.

Procedimiento: La metodología se basó en el modelo de Aprendizaje Dinámico Teórico (ADT), estructurado en tres fases principales:

1. Aplicación: Se iniciaba cada sesión con un ejemplo práctico relacionado con el contenido de la clase. Por ejemplo, en la unidad de sistemas de ecuaciones, los estudiantes del grupo experimental utilizaron MATLAB para modelar y resolver problemas aplicados, como la optimización de recursos en ingeniería industrial.
2. Sistematización: En esta etapa, los estudiantes exploraban las propiedades teóricas del tema mediante el análisis de las variables y su relación matemática, utilizando MATLAB para resolver problemas numéricos y graficar resultados. ChatGPT se empleó como herramienta de apoyo para responder preguntas específicas y generar códigos en MATLAB relacionados con los problemas planteados.
3. Teoría: Finalmente, se profundizaba en los conceptos matemáticos subyacentes mediante clases interactivas, donde los resultados obtenidos en MATLAB eran discutidos y conectados con el marco teórico. Los

estudiantes analizaban los resultados y proponían mejoras o alternativas a las soluciones encontradas.

Evaluación: Ambos grupos fueron evaluados mediante talleres, pruebas de salida y proyectos colaborativos. En el caso del grupo experimental, el uso de MATLAB y ChatGPT fue obligatorio para completar las actividades, mientras que el grupo de control trabajó con métodos manuales o tradicionales. Aquí tienes un ejemplo de cómo podrías usar el ciclo de la metodología mostrado en la imagen para explicar el concepto de espacios vectoriales:

Aplicación:

1. **Contexto Práctico:** Comienza con una aplicación práctica que sea relevante para los estudiantes. Por ejemplo, podrías plantear la situación de diseñar un modelo de pronóstico climático, donde diferentes variables como la temperatura, presión y velocidad del viento en distintas ubicaciones se representan mediante vectores.
2. **Motivación:** Explica cómo, para poder manipular estas variables eficientemente, es crucial entender la estructura matemática detrás de ellas, que son los espacios vectoriales. Este conocimiento permitirá a los estudiantes realizar análisis más avanzados, como la combinación lineal de estas variables para predecir el comportamiento del clima.

Sistematización:

1. **Definición y Propiedades:** Define formalmente lo que es un espacio vectorial y explica las propiedades fundamentales (cierra bajo la adición y la multiplicación escalar, existencia de un vector nulo, etc.).
2. **Relación Matemática:** Introduce la notación y la relación matemática correspondiente. Por ejemplo, si $\vec{v}_1 \rightarrow$ y $\vec{v}_2 \rightarrow$ son vectores en un espacio vectorial V ,

entonces la combinación lineal a $\vec{v}_1 \rightarrow + b \vec{v}_2 \rightarrow$ (donde a y b son escalares) también pertenece a V.

3. **Uso de Software:** Utiliza MATLAB para mostrar cómo estas operaciones se pueden realizar computacionalmente. Por ejemplo, muestra cómo definir vectores y realizar combinaciones lineales en MATLAB para ver cómo varían las representaciones gráficas.

Teoría:

1. **Profundización:** Conecta los conceptos prácticos con la teoría. Explica la importancia de los axiomas que definen un espacio vectorial, y cómo estos garantizan que las operaciones matemáticas realizadas en MATLAB tienen sentido en un contexto más abstracto.
2. **Interpretación:** Analiza cómo estos conceptos se aplican al ejemplo de pronóstico climático. Explica cómo la combinación de vectores (variables climáticas) ayuda a entender mejor el fenómeno en estudio, permitiendo predicciones más precisas.

Integración: Para consolidar el aprendizaje, podrías pedir a los estudiantes que desarrollen un pequeño proyecto donde definan un conjunto de vectores relacionados con un problema real (como la predicción del clima o el análisis de datos financieros), y que utilicen MATLAB para manipular estos vectores en un espacio vectorial.

Este enfoque no solo ayuda a entender el concepto de espacios vectoriales de manera teórica, sino que también muestra cómo aplicarlos a problemas reales usando herramientas computacionales.

3. Implementación Numérica.

Utilizamos en la clase un código de MATLAB que ilustra cómo trabajar con vectores en un espacio vectorial, usando el ejemplo de la predicción climática. En este caso, los vectores podrían

representar diferentes variables climáticas, como temperatura, presión y velocidad del viento en diferentes ubicaciones.

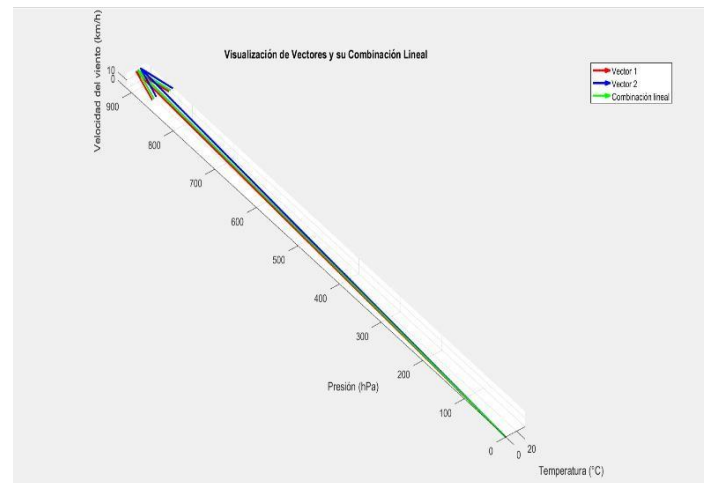


Figura 2. Gráfico usando Matlab.

Para implementar un paso adicional en búsqueda del aprendizaje significativo de los estudiantes y el uso de Inteligencia Artificial, les pedimos a los estudiantes usar ChatGPT para generar un código MATLAB en una situación similar, pero siguiendo las siguientes pautas para este flujo de trabajo:

1. **Descripción de la Situación Por Resolver:** Primero, planteamos una nueva situación en la que se necesite manipular vectores en un espacio vectorial. Por ejemplo, podrías plantear una situación en la que se analizan vectores que representan los ingresos, gastos, y ahorros de una empresa.
2. **Interacción con ChatGPT:** Luego, puedes usar ChatGPT para generar el código MATLAB basado en esta nueva situación. Este flujo de trabajo no solo te permite integrar MATLAB y ChatGPT en el proceso de enseñanza, sino que también demuestra cómo las herramientas de IA pueden ser utilizadas para generar código adaptado a nuevas situaciones prácticas y necesarias en el aprendizaje práctico de los estudiantes.

IV. RESULTADOS

Para ilustrar de manera clara y visual las diferencias en el desempeño académico entre el grupo experimental (que utilizó la metodología basada en MATLAB e IA) y el grupo de control (con metodología tradicional), se emplearon gráficos comparativos y barras resumen basados en los datos de las Tablas IV y V.

Gráfico 1: Porcentaje de Aprobación
El primer gráfico muestra una comparación del porcentaje de aprobación entre ambos grupos. El grupo experimental alcanzó un 88% de aprobación, significativamente superior al 64% observado en el grupo de control, lo que evidencia la efectividad de la metodología basada en MATLAB e IA.

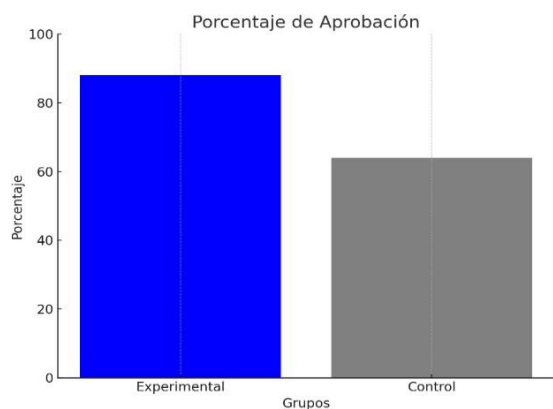


Gráfico 2: Actividades de la Primera Evaluación
En este gráfico se resumen los resultados promedio de las actividades evaluadas en la primera evaluación, incluidas las calificaciones de controles de lectura, talleres, deberes, tutoriales y pruebas de salida. El grupo experimental mostró un mejor desempeño general, destacando en talleres con un promedio del 85%, en comparación con el grupo de control.

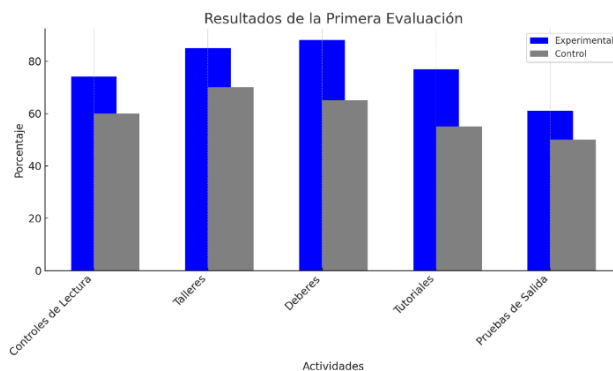
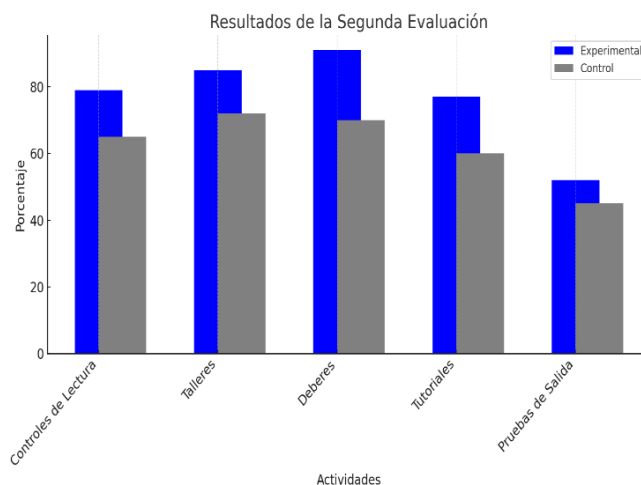


Gráfico 3: Actividades de la Segunda Evaluación
El tercer gráfico ilustra las calificaciones promedio de las actividades de la segunda evaluación. Se observa una mejora continua en el grupo experimental, especialmente en los deberes (91%) y controles de lectura (79%), mientras que las pruebas de salida presentaron resultados más bajos en ambos grupos, aunque el grupo experimental mantuvo una ventaja.



4.1 Interpretación de Resultados: La representación gráfica destaca cómo la metodología basada en IA y MATLAB potencia el aprendizaje de los estudiantes al integrar tecnología avanzada, facilitando una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos y mejorando el rendimiento académico. Estas diferencias son especialmente notables en actividades que requieren análisis crítico y aplicación práctica, como los talleres y deberes.

Los resultados de la implementación de esta metodología

con los respectivos componentes de la evaluación (iguales para todos los paralelos) muestra que el porcentaje de aprobación de la materia fue cercano al 88% del curso, en relación con el grupo de control con metodología tradicional expositiva, centrada en el docente, obteniendo un 64% de aprobación de la materia. Si bien nos referimos a un estudio piloto, podemos considerar que, desde el punto de vista cuantitativo, la diferencia en el porcentaje de aprobados está aupada por el enfoque en trabajo colaborativo, dado que, los porcentajes de ponderaciones en calificación son muy similares en ambas metodologías.

Si analizamos el comportamiento de las actividades de la primera evaluación podemos observar que las actividades donde los estudiantes muestran un mejor desempeño son en los talleres, que es la actividad que consolida su conocimiento después de los primeros momentos de la clase dado por los controles de lectura y la micro clase.

TABLA IV
CALIFICACIONES PRIMERA EVALUACIÓN

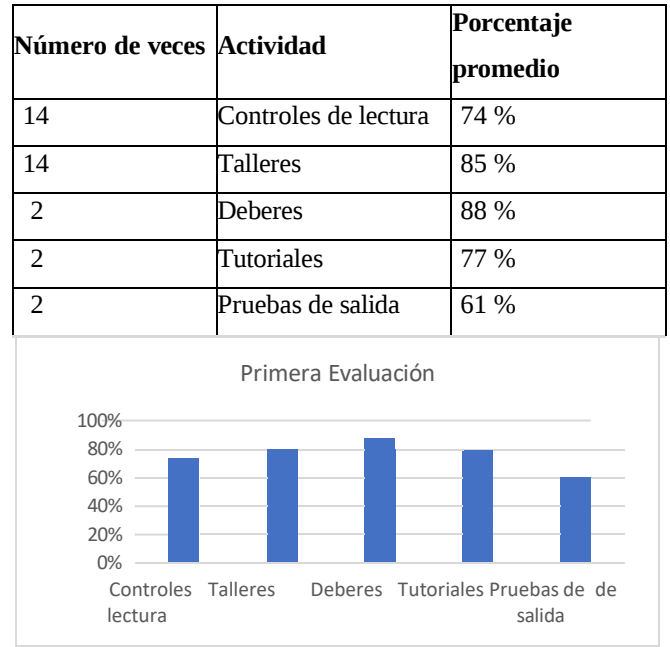
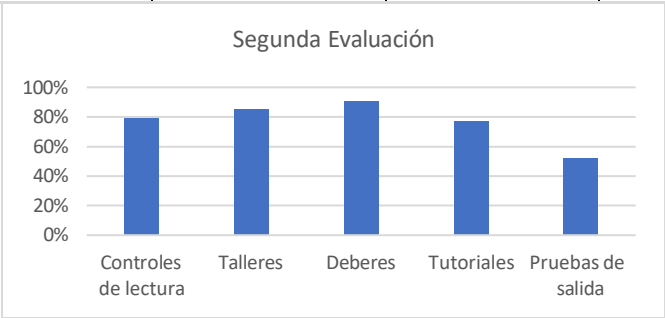


TABLA V

CALIFICACIONES SEGUNDA EVALUACIÓN

Número de veces	Actividad	Porcentaje promedio
14	Controles de lectura	79 %
14	Talleres	85 %
2	Deberes	91 %
2	Tutoriales	77 %
2	Pruebas de salida	52 %



El comportamiento en la segunda evaluación muestra que los estudiantes al ya haberse adaptado a la metodología presentan mejoras en sus desempeños, con excepción de la prueba de salida, lo que permite mejorar la curva de aprendizaje.

Para realizar una prueba de hipótesis que valide si el uso de la Inteligencia Artificial (IA) mejora significativamente el desempeño de los estudiantes, podemos utilizar una prueba t para muestras independientes. Esto permitirá comparar los resultados de los estudiantes que utilizaron la metodología basada en IA con los que utilizaron una metodología tradicional.

Datos proporcionados:

- **Grupo experimental (IA):** 88% de aprobación
- **Grupo control (Tradicional):** 64% de aprobación

Planteamiento de hipótesis:

- **Hipótesis nula (H_0):** No hay diferencia significativa en el rendimiento de los estudiantes entre el grupo que utilizó IA y el grupo que utilizó la metodología tradicional. Es decir, $\mu_{IA} = \mu_{Tradicional}$.
- **Hipótesis alternativa (H_1):** El uso de la IA mejora significativamente el rendimiento de los estudiantes en comparación con la metodología tradicional. Es decir, $\mu_{IA} > \mu_{Tradicional}$

Pasos para la prueba de hipótesis:

1. **Seleccionar el nivel de significancia (α):** Usualmente, se utiliza un $\alpha = 0.05$.
2. **Calcular la estadística t:** Se utilizará la fórmula para la prueba t para muestras independientes.
3. **Determinar los grados de libertad (de):** Depende del tamaño de las muestras de cada grupo ($n=40$).
4. **Comparar el valor t calculado con el valor crítico de t:** Si $t_{calculado}$ es mayor que $t_{critico}$, rechazamos la hipótesis nula.
5. **Conclusión:** Basado en la comparación anterior, determinamos si el uso de la IA mejora significativamente el rendimiento de los estudiantes.

Procedimiento:

Realizamos el cálculo de la prueba t utilizando los datos disponibles sobre los tamaños de muestra de cada grupo. El grupo de estudiantes fue de 40 en total por grupo.

La prueba t ha resultado en un valor de estadístico t de aproximadamente **17.65** y un valor p de **1.39e-27**.

Interpretación:

- **Valor p:** El valor p es extremadamente bajo (prácticamente cero), mucho menor que el nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05.
- **Conclusión:** Dado que el valor p es significativamente menor que 0.05, rechazamos la hipótesis nula. Esto indica que existe una diferencia significativa en el rendimiento de los estudiantes entre el grupo que utilizó la metodología basada en Inteligencia Artificial y el grupo que utilizó la metodología tradicional.

Por lo tanto, podemos concluir que el uso de la IA ha mejorado significativamente el rendimiento de los estudiantes en comparación con la metodología tradicional.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados presentados en este estudio demuestran el impacto positivo y transformador que la implementación de la inteligencia artificial (IA) ha tenido en la enseñanza de las matemáticas en una escuela de ingeniería, específicamente en la asignatura de Álgebra Lineal. El uso de MATLAB como herramienta educativa ha facilitado una comprensión más profunda de conceptos matemáticos complejos y ha permitido a los estudiantes aplicar estos conceptos en situaciones del mundo real, lo cual es esencial en el contexto de la inteligencia artificial.

Resultados Clave:

- **Aumento en el Porcentaje de Aprobación:** La metodología basada en el uso de MATLAB y la IA resultó en un aumento significativo en el porcentaje de aprobación, alcanzando un 88% en comparación con un 64% en el grupo de control que utilizó una metodología tradicional centrada en el docente.

- **Mejoras en el Desempeño:** Se observó una mejora continua en el desempeño de los estudiantes a lo largo de las evaluaciones. En la primera evaluación, los talleres mostraron un alto porcentaje de éxito (85%), consolidando el conocimiento adquirido en clase. En la segunda evaluación, las calificaciones continuaron mejorando, con un incremento notable en los deberes (91%) y los controles de lectura (79%).

Implicaciones y Recomendaciones:

- **Integración de IA en la Enseñanza:** La integración de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza no solo mejora la comprensión de los estudiantes, sino que también prepara a los futuros ingenieros para enfrentar desafíos más avanzados en su carrera profesional.
- **Fomento del Trabajo Colaborativo:** La metodología propuesta fomenta el trabajo colaborativo, lo cual es crucial para el desarrollo de habilidades críticas y creativas en los estudiantes. Este enfoque también promueve la utilización de herramientas como ChatGPT para generar soluciones prácticas en situaciones nuevas, mejorando así la adaptabilidad y el pensamiento crítico.
- **Direcciones Futuras:** Se sugiere expandir el uso de esta metodología a otras áreas del currículum académico y explorar su aplicación en contextos más diversos, evaluando su impacto en el aprendizaje de otros conceptos matemáticos y científicos.

En conclusión, en este trabajo no solo resaltaremos la efectividad de la inteligencia artificial como herramienta educativa, sino que también destaca la importancia de una pedagogía innovadora que incorpore tecnología avanzada para mejorar los resultados académicos y preparar a los estudiantes para los retos del futuro.

VI. Bibliografía

- [1] Castells, M. (1999). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Madrid: Alianza Editorial.
- [2] Arias, E., Bergamaschi, A., & Pérez, M. (2020). *La educación en la era digital: Un enfoque híbrido*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [3] Gómez, Á. P. (2013). *La era digital. Nuevos desafíos educativos*. Revista Sinéctica, (40).
- [4] Revelo, O., Collazos, C., & Jiménez, J. (2018). *El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: Una revisión sistemática de literatura*. TecnoLógicas, 21(41), 87-104.
- [5] Barkley, E. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo: Manual para el profesorado universitario*. Madrid: Morata.
- [6] Azcorra, A., Bernardos, C., & Soto, I. (2020). *El estado de la teleeducación en España*. UCId, Madrid.
- [7] Baquerizo, G., & Álvarez, I. (2020). *Metodología de clase invertida: Un enfoque piloto en la enseñanza de la ingeniería en Ecuador*. LACCEI.
- [8] Pérez, C., & Suárez, R. (2018). *El impacto de la educación virtual interactiva en contextos de aprendizaje técnico*. Atenas, 4(3), 35-48.
- [9] González, M. E. (2015). *El b-learning como modalidad educativa para construir conocimiento*. Revista Opción, 31(3), 12-27.
- [10] Area, M. (2018). *De la enseñanza presencial a la docencia digital*. RED: Revista de Educación a Distancia, (56).
- [11] Brioli, C., Amaro, R., & García, I. (2011). *Referente teórico y metodológico para el diseño instruccional en entornos virtuales*. Docencia Universitaria, 12(1), 45-59.