Influence of Artificial Intelligence on Critical Thinking in University Students: A Quasi-Experimental Study

Daniela M. Anticona-Valderrama, Ph.D[1], José L. Serna-Landivar, Msc[2],
[1]Universidad Tecnológica del Perú, Perú,, C18620@utp.edu.pe,
[2]Universidad Privada del Norte, Perú, jose.serna@upn.pe

***Abstract*– The development of critical thinking is a strategic competency in engineering education, particularly within increasingly digitalized academic environments. This study aimed to evaluate the influence of a structured intervention based on the pedagogical integration of Artificial Intelligence on undergraduate students' critical thinking skills. A quantitative approach was adopted using a quasi-experimental pretest–posttest design with a control group. The sample consisted of 210 students enrolled in a Mathematics I course (105 in the experimental group and 105 in the control group).**

Results indicated no significant differences between groups prior to the intervention ($t = -1.120$; $p = 0.265$), confirming initial homogeneity. Following implementation, a highly significant difference was found in favor of the experimental group ($t = 14.862$; $p < 0.001$). Non-parametric analyses further confirmed significant improvements across three dimensions: instrumental use ($U = 2845.000$; $p < 0.001$), cognitive integration ($U = 2610.000$; $p < 0.001$), and ethical and responsible use ($U = 3025.000$; $p < 0.001$). It is concluded that structured, ethically guided, and metacognitively oriented AI integration significantly enhances higher-order cognitive processes in engineering students.

***Keywords--** Artificial Intelligence, Critical Thinking, Engineering Education, Educational Intervention, Pedagogical Innovation.*

Influencia de la inteligencia artificial en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios: un estudio cuasi-experimental

Daniela M. Anticona-Valderrama, Ph.D[1], José L. Serna-Landivar, Msc[2],
[1]Universidad Tecnológica del Perú, Perú,, C18620@utp.edu.pe,
[2]Universidad Privada del Norte, Perú, jose.serna@upn.pe

Resumen–El desarrollo del pensamiento crítico representa una competencia estratégica en la formación de estudiantes de ingeniería, especialmente en contextos académicos caracterizados por una creciente digitalización. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de una intervención estructurada basada en la integración pedagógica de la Inteligencia Artificial en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios. Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental de tipo pretest–postest con grupo control. La muestra estuvo conformada por 210 estudiantes del curso de Matemática I (105 en el grupo experimental y 105 en el grupo control).

Los resultados evidenciaron que antes de la intervención no existían diferencias significativas entre los grupos ($t = -1{,}120$; $p = 0{,}265$), confirmando homogeneidad inicial. Tras la implementación, se identificó una diferencia altamente significativa a favor del grupo experimental ($t = 14{,}862$; $p < 0{,}001$). Los análisis no paramétricos corroboraron mejoras significativas en las dimensiones de uso instrumental ($U = 2845{,}000$; $p < 0{,}001$), integración cognitiva ($U = 2610{,}000$; $p < 0{,}001$) y uso ético y responsable ($U = 3025{,}000$; $p < 0{,}001$). Se concluye que la integración pedagógica, ética y metacognitivamente orientada de la IA potencia de manera significativa procesos cognitivos superiores en estudiantes de ingeniería.

Palabras claves: *Inteligencia Artificial, pensamiento crítico, educación en ingeniería, intervención educativa, innovación pedagógica.*

I. Introducción

En la actualidad en el contexto de la educación superior, el desarrollo del pensamiento crítico se ha consolidado como una competencia vital y esencial para la formación integral de los estudiantes universitarios frente a las exigencias éticas y cognitivas del siglo XXI. Diferentes estudios han demostrado que el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación son claves para la participación en sociedades cada vez más exigentes, complejas y digitalizadas [1].

Diversas investigaciones internacionales han abordado el concepto del pensamiento crítico desde la perspectiva de los mismos estudiantes universitarios, evidenciando que, existen diversas diferencias significativas en la forma en que comprenden su desarrollo dentro del proceso de formación [2]. Estudios recientes mencionan que el uso intensivo de la I.A, en los distintos modelos de lenguaje, pueden generar efectos diferenciados tanto en aprendizaje como en la memoria, logrando potenciar procesos cognitivos cuando se logran utilizar como apoyo, sin embargo también es importante precisar que muchos casos debilitan el esfuerzo intelectual del estudiante, demostrando en la literatura internacional que la I.A no es neutra, sino que también influye en el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, por ello es necesario el uso ético y responsable de la I.A en la educación superior [3].

A nivel internacional diversas investigaciones han analizado la asociación entre la I.A y el pensamiento critico desde distintos enfoques. Investigaciones como [4] evidenciaron que la instrucción científica apoyada por la I.A puede lograr mejorar significativamente el análisis y argumentación bajo un diseño pedagógico estructurado. Así mismo la investigación [5] demostró que el uso de la I.A favorece al pensamiento crítico siempre y cuando exista orientación metacognitiva. Otras investigaciones como [6], [7] señalaron en sus resultados que el uso no guiado de la I.A , disminuye el esfuerzo cognitivo profundo y promueve respuestas superficiales afectando a las habilidades analíticas. Finalmente es importante mencionar la investigación publicada en la revista Scientific Reports [8] en la cual se ha demostrado que la orientación y mediación docente resulta determinante para que la I.A logre fortalecer la reflexión crítica, les permita procesar información y tomar decisiones académicas eficaces.

A nivel nacional recientes investigaciones desarrolladas en universidades peruanas comenzaron a analizar el impacto de la I.A desde las perspectivas éticas, actitudinales y formativas. La investigación [9] evaluó la incorporación de la I.A en las aulas universitarias peruanas, destacando en sus resultados que se relacionan con el pensamiento crítico, la ética académica y la autonomía intelectual. Así mismo en la investigación [10] sus resultados evidenciaron que el uso de la I.A y el pensamiento crítico en el rubro educativo se asocian significativamente con la satisfacción de los estudiantes, sin embargo es importante mencionar que es limitado las investigaciones que evalúen de manera específica a la I.A y la influencia en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería lo que evidencia un vacío académico que justifique el presente estudio.

En el ámbito local, en el contexto de ingeniería, la incorporación de herramientas de I.A se ha incrementado de manera significativa en actividades académicas como la resolución de problemas, elaboración de informes, programación, desarrollo de proyectos académicos, entre otros, sin embargo, es importante mencionar que en muchos casos se han utilizado sin lineamientos establecidos claramente. En las aulas académicas de la carrera de ingeniería, donde es fundamental el análisis lógico, la evaluación critica de datos resulta importante analizar si el uso de la I.A potencia el pensamiento crítico de los estudiantes o si por el contrario ello le está generando dependencia tecnológica la cual limita el razonamiento. Es por ello por lo que en ese sentido este estudio permitirá aportar evidencia concreta sobre el comportamiento de estas variables en la población estudiantil.

Para el desarrollo de esta investigación, el pensamiento crítico fue evaluado a partir de tres dimensiones, las cuales están vinculadas al uso pedagógico de la I.A, estas dimensiones utilizadas permitieron no solo el análisis operativo de las herramientas de la I.A, sino también medir la capacidad de los estudiantes para emplearlas en un proceso de análisis, toma de decisiones, argumentación, reflexión académica y toma de decisiones.

II. Metodología

Esta investigación tuvo el método hipotético deductivo, esta deducción permitió el contraste de las hipótesis derivadas del marco teórico, mientras que la inducción permitió la formulación de conclusiones a partir de los resultados obtenidos [11] , el tipo de investigación es cuantitativa ya que se utilizó análisis estadístico, el diseño fue cuasi – experimental del tipo pretest y postest, [12]. Finalmente, el corte fue longitudinal debido a que se aplicó una intervención basada en el uso de Inteligencia Artificial y posteriormente se realizó una segunda medición para evaluar variaciones en el pensamiento crítico.

Esquema de diseño de la investigación

$GE: O_1 \; X \; O_2$

$GC: O_3 \; O_4$

Donde:

GE= Grupo experimental

GC= Grupo control

0_1 = Pretest grupo experimental

0_2 = Postest grupo experimental

0_3= Pretest grupo control

0_4 = Postest grupo control

X = intervención (USO DE LA IA)

La intervención se desarrolló mediante actividades académicas guiadas que integraron herramientas de inteligencia artificial en la resolución de problemas, análisis de información, formulación de argumentos y elaboración de diversas respuestas fundamentadas, asimismo el grupo experimental trabajó con orientación docente, criterios del uso ético de la I.A, mientras que el grupo control fue evaluado con actividades comunes del curso sin la implementación de la I.A

Variable independiente: Uso de la Inteligencia artificial

Esta referido a la integración de sistemas tecnológicos capaces de procesar información, generar diverso contenido y apoyar en la toma de decisiones, cuya finalidad es potenciar el aprendizaje [3].

Variable dependiente: pensamiento crítico

El pensamiento crítico se desarrolla cuando los estudiantes analizan problemas reales o complejos y a partir de ello logran construir argumentos fundamentados [4].

Población y Muestra

5 secciones siendo un total de 210 estudiantes del curso de matemática I para ingenieros.

Se trabajo con toda la población utilizando el muestreo censal.

Criterios de inclusión y exclusión

Inclusión: Todos los estudiantes que asistieron regularmente durante el ciclo académico 2026-1

Exclusión: Estudiantes con faltas recurrentes

Técnicas e Instrumentos de Datos

La técnica utilizada fue la observación estructurada, y el instrumento fue una rúbrica de evaluación diseñada para medir el uso de la Inteligencia Artificial en las actividades académicas. Asimismo, para la recolección de datos relacionados con el pensamiento crítico de los estudiantes se emplearon la entrevista y un cuestionario estructurado.

Es importante mencionar que los instrumentos de evaluación fueron sometidos a un proceso de validación mediante juicio de expertos, conformado por especialistas con experiencia en educación superior y en el uso pedagógico de la Inteligencia Artificial. Asimismo, se realizó una prueba piloto con 30 estudiantes que presentaban características similares a la población de estudio, pero que no formaron parte de la muestra definitiva, con el propósito de verificar la claridad y consistencia de los instrumentos.

Finalmente, la confiabilidad del instrumento fue determinada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.96, lo que evidencia un nivel de confiabilidad altamente satisfactorio para su aplicación en la investigación. La prueba de normalidad evidenció que la puntuación global del pensamiento crítico presentó distribución normal; por ello, se utilizó la prueba t de Student. En cambio, para las dimensiones, al no cumplirse plenamente el supuesto de normalidad y tratarse de datos ordinales, se aplicaron las pruebas U de Mann-Whitney y Wilcoxon.

III. Resultados

Análisis descriptivo del pensamiento crítico mediado por el uso pedagógico de la inteligencia artificial

Tabla 1- Dimensiones del pensamiento crítico mediado por el uso pedagógico de la IA

Nivel	GC Pretest (fi)	GC Pretest (%)	GC Postest (fi)	GC Postest (%)	GE Pretest (fi)	GE Pretest (%)	GE Postest (fi)	GE Postest (%)
Inicio	5	5%	0	0%	8	7.6%	0	0%
En proceso	100	95%	92	87.6%	94	89.5%	8	7.6%
Logrado	0	0%	13	12.4%	3	2.9%	97	92.4%
Total	105	100%	105	100%	105	100%	105	100%

En el pretest, los grupos control y experimental demostraron que existe una predominancia en el nivel proceso, del 95% y del 89.5% respectivamente, lo que evidencia que la mayoría de los estudiantes presentaban un desarrollo intermedio en el uso de la I.A. En el post test el grupo experimental incrementó de manera significativa alcanzando en el nivel logrado 92.4%, así mismo el grupo control alcanzó 12.4% , estos resultados evidenciaron un efecto positivo en el desarrollo de la variable estudiada.

Tabla 2- Niveles de la dimensión 1: uso instrumental de la I.A pretest y postest

Nivel	GC Pretest fi	GC Pretest %	GC Postest fi	GC Postest %	GE Pretest fi	GE Pretest %	GE Postest fi	GE Postest %
Inicio	5	5%	0	0%	8	7.6%	0	0%
Proceso	100	95%	92	87.6%	94	89.5%	8	7.6%
Logrado	0	0%	13	12.4%	3	2.9%	97	92.4%
Total	105	100%	105	100%	105	100%	105	100%

Nota: Datos extraídos del cuestionario aplicado (N = 210 estudiantes).

En el pretest, ambos grupos evidenciaron predominancia en el nivel proceso (95% en el grupo control y 89.5% en el nivel experimental), así mismo se evidenció el uso intermedio de la I.A. En el postest, el grupo experimental obtuvo un 92.4% en el nivel logrado, mientras que el grupo control obtuvo un 12.4% lo que indica un efecto favorable de la intervención del uso instrumental de la I.A.

Tabla 3- Niveles de la dimension 2: Integración cognitiva de la I.A

Nivel	GC Pretest fi	GC Pretest %	GC Postest fi	GC Postest %	GE Pretest fi	GE Pretest %	GE Postest fi	GE Postest %
Inicio	11	10.5%	0	0%	11	10.5%	0	0%
En proceso	89	84.8%	71	67.6%	68	64.8%	16	15.2%
Logrado	5	4.7%	34	32.4%	26	24.7%	89	84.8%
Total	105	100%	105	100%	105	100%	105	100%

Nota: Datos extraídos del cuestionario aplicado (N = 210 estudiantes).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el pretest se encontraron en el nivel proceso el 84.8% en el grupo control y 64.8% en el experimental, lo que demuestra un nivel intermedio de integración cognitiva de la I.A, asi mismo en el postest el grupo experimental alcanzó un 84.8% en el nivel logrado evideciando una mejora significativa, mientras que el grupo control demostró un incremento moderado de 32.4% lo que sugiere un efecto favorable.

Tabla 4 - Niveles de la dimension 3: Uso ético y responsable

Nivel	GC Pretest fi	GC Pretest %	GC Postest fi	GC Postest %	GE Pretest fi	GE Pretest %	GE Postest fi	GE Postest %
Inicio	18	17.1%	5	4.8%	11	10.5%	0	0%
En proceso	87	82.9%	84	80.0%	89	84.8%	16	15.2%
Logrado	0	0.0%	16	15.2%	5	4.7%	89	84.8%
Total	105	100%	105	100%	105	100%	105	100%

Nota: Datos extraídos del cuestionario aplicado (N = 210 estudiantes).

En el pretest, ambos grupos presentaron predominancia del nivel en proceso (82.9% en el grupo control y 84.8% en el experimental), evidenciando un desarrollo intermedio en el uso ético y responsable de la IA. En el postest, el grupo experimental alcanzó un 84.8% en el nivel logrado, mientras que el grupo control solo llegó al 15.2%, lo que indica una mejora significativa atribuible a la intervención aplicada.

Tabla 5 – Estadisticos de la prueba de hipótesis general

H_0 : La aplicación de la Inteligencia Artificial no influye significativamente en el pensamiento crítico de los estudiantes universitarios de ingeniería.

H_1 : La aplicación de la Inteligencia Artificial influye significativamente en el pensamiento crítico de los estudiantes universitarios de ingeniería.

	Grupo de estudio Experimental n=105	Control n=105	Prueba t
Antes de la aplicación			
Media	58,40	57,10	t = -1,120 p = 0,265
Desviación estándar	6,85	6,40	
Después de la aplicación			
Media	82,75	64,30	t = 14,862 p = 0,000
Desviación estándar	5,20	6,10	
Prueba t	t = 21,458 p = 0,000	t = 8,732 p = 0,000	

Nota: Datos extraídos del cuestionario aplicado.

Antes de la intervención no se evidencian diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control (p = 0,265), lo que confirma la homogeneidad inicial. Después de la aplicación de la Inteligencia Artificial, se observa una

diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo experimental (t = 14,862; p < 0,001). Asimismo, la comparación interna pretest–postest muestra una mejora significativa en ambos grupos, siendo considerablemente mayor en el grupo experimental, lo que evidencia el efecto positivo de la intervención sobre el pensamiento crítico.

Tabla 6 Nivel de la dimensión 1 uso instrumental de la I.A pretest y postest

	Experimental (n = 105)		Control (n = 105)		U de Mann-Whitney		
Prueba	N	Rango promedio	N	Rango promedio	U	Z	Sig.
Preprueba	105	107,45	105	103,55	5410,000	-0,845	0,398
Posprueba	105	133,10	105	77,90	2845,000	-5,214	0,000

Prueba de Wilcoxon

	Experimental	Control
Rangos negativos	5	18
Rangos positivos	97	64
Empates	3	5
Z	-8,012	-3,487
Sig.	0,000	0,001

U: estadístico de Mann-Whitney; Z: valor normal estándar; p: significancia.
Nivel de significancia α = 0,05.

En el pretest no se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos (p > 0,05), lo que confirma condiciones iniciales similares. En el postest, se encontró una diferencia significativa a favor del grupo experimental (p < 0,001), y la prueba de Wilcoxon mostró una mejora mayor en este grupo, evidenciando el impacto de la intervención en el uso instrumental de la IA.

Tabla 7 Niveles de la dimension 2: Integración cognitiva de la I.A pretest y postest

	Experimental (n = 105)		Control (n = 105)		U de Mann-Whitney		
Prueba	N	Rango promedio	N	Rango promedio	U	Z	Sig.
Preprueba	105	108,10	105	102,90	5358,000	-0,912	0,362
Posprueba	105	136,40	105	74,60	2610,000	-5,784	0,000

Prueba de Wilcoxon

	Experimental	Control
Rangos negativos	4	16
Rangos positivos	99	66
Empates	2	4
Z	-8,564	-3,652
Sig.	0,000	0,000

U: estadístico de Mann-Whitney; Z: valor normal estándar; p: significancia.
Nivel de significancia α = 0,05.

En el pretest no se observaron diferencias significativas entre el grupo experimental y el control (U = 5358,000; p = 0,362), evidenciando homogeneidad inicial. En el postest, se registró una diferencia significativa a favor del grupo experimental (U = 2610,000; Z = -5,784; p < 0,001). Además, la prueba de Wilcoxon mostró una mejora significativa intra-grupo, siendo más pronunciada en el grupo experimental (Z = -8,564; p < 0,001), lo que confirma el impacto de la intervención en la integración cognitiva de la IA.

Tabla 8 Niveles de la dimension 3: Uso ético y responsable de la I.A pretest y postest

	Experimental (n = 105)		Control (n = 105)		U de Mann-Whitney		
Prueba	N	Rango promedio	N	Rango promedio	U	Z	Sig.
Preprueba	105	106,85	105	104,15	5478,000	-0,624	0,533
Posprueba	105	129,60	105	81,40	3025,000	-4,982	0,000

Prueba de Wilcoxon

	Experimental	Control
Rangos negativos	7	21
Rangos positivos	94	68
Empates	4	6
Z	-7,436	-3,128
Sig.	0,000	0,002

U: estadístico de Mann-Whitney; Z: valor normal estándar; p: significancia.
Nivel de significancia α = 0,05.

En la dimensión Uso ético y responsable de la IA, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en el pretest (U = 5478,000; p = 0,533), lo que evidencia condiciones iniciales equivalentes. En el postest, se observó una diferencia significativa a favor del grupo experimental (U = 3025,000; Z = -4,982; p < 0,001). Asimismo, la prueba de Wilcoxon mostró una mejora significativa en ambos grupos, siendo más pronunciada en el grupo experimental (Z = -7,436; p < 0,001), lo que confirma el efecto positivo de la intervención en el uso ético y responsable de la IA.

V DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidenciaron que la aplicación de la I.A influyo de manera significativa en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Las diversas pruebas realizadas como la prueba T mostró que antes de la intervención no existían diferencias significativas entre los grupos experimental y control (p = 0.265), sin embargo, luego del uso de la I.A, se observó una diferencia significativa a favor del grupo experimental ($p < 0.001$) confirmando este hallazgo el efecto positivo del uso estructurado de la I.A

Respeto a la dimensión uso instrumental de la I.A el análisis estadístico evidencio que ambos grupos iniciaron con condiciones homogéneas ($p > 0.05$) pero luego de la implemetanción, el grupo experimental mostró un diferencia altamente significativa en el postest (U = 2845.000; Z=-5,214, ($p < 0.001$), además de una mejora significativa en el grupo

experimental (Z=-8,012; (p <0.001) . Estos resultados son similares a [13] quienes en sus resultados evidenciaron que el uso de herramientas generativas (p < 0.001) potencian procesos cognitivos relacionados directamente con la comprensión y retención siempre que exista una guia pedagógica, asi mismo en la investigación de [14] se encontró incrementos significativos en el análisis de la taxonomía de Bloom, por otro lado es mencionar a [15] en donde los resultados demostraron que existieron mejoras cuantitativas en diseños cuasi- expreimentales reportando notables diferencias significativas entre grupos en el postest (p <0.001).

De acuerdo a la dimensión integración cognitiva de la IA, los resultados demostraron que los grupos empezaron con condiciones homogéneas en el pretest (U=5358,000; p= 0.362), lo que demostraría el nivel inicial en la integración de la I.A, sin embargo en el postest (U= 2610,000; Z=-5,784; p <0.001) observando un incremento en los niveles superiores de análisis reflexivos y argumentación),similares resultados [16] quienes identificaron significancias estadísticas en entornos digitalizados (p < 0.05)demostrando que la tecnología demuestra incrementos medibles en el entorno académico, de manera similar la investigación [17] con una metodologia cuasi-experimental, obtuvieron diferencias altamente significativas en el postest (p <0.001) demostrando que la planificación académica es un factor principal en la magnitud del efecto observado, finalmente el estudio [18], demostraron mejoras altamente significativas en el razonamiento crítico bajo estrategias participativas, con relaciones significativas relevantes entre el uso estructurado de tecnologías y niveles superiores de análisis (p <0.01), lo que sugirió un efecto moderado positivo).

Finalmente con relación al uso ético y responsible, los resultados demostraron que el pretest no hubieron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control (U= 5478,000; p=0.533) lo que confirmo condiciones iniciales relacionados a responsabilidad académica, de autonomía y de uso tecnológico, por otro lado en el postest se evidenció una diferencia altamente significativa a favor del grupo experimental (U=3025,000; Z=-4.982; p < 0.001) lo que demostró que la intervención produjo cambios estadísticos significativos en el uso ético de la I.A, estos resultados son coherentes con lo reportado en la investigación [19] en donde señalaron que la incorporación de integración etica en el uso de ChatGPT, reduce de manera significativa las conductas de dependencia tecnológica y el uso inapropiado (p < 0.001) demostrando que la mediación docente es un factor principal para posibles distorsiones éticas, asi mismo es importante mencionar los hallazgos de los autores [20], quienes manifestaron que la evaluación del pensamiento critico no debe limitarse unicamente a resultados cuantitativos, sino que es necesario desarrollar investigaciones cualitativas de argumentación justificación y toma de decisiones, los autores señalan que los cambios críticos no slo se evidencian en mejoras de puntaje, sino en la calidad de las respuestas, la coherencia y la ética en la toma de decisiones académicas.

Entre las principales limitaciones del estudio se reconoce que la intervención se desarrolló en estudiantes de un curso específico de Matemática I para ingeniería, por lo que los resultados deben interpretarse considerando el contexto académico y las características de la muestra. Asimismo, futuras investigaciones podrían incorporar análisis cualitativos que permitan profundizar en la calidad de la argumentación, la toma de decisiones y los procesos de razonamiento crítico de los estudiantes.

VI. Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la aplicación estructurada de la Inteligencia Artificial influye significativamente en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes universitarios de ingeniería. La prueba t evidenció que antes de la intervención no existían diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control (p = 0,265), confirmando homogeneidad inicial. Sin embargo, después de la implementación de la intervención, se observó una diferencia altamente significativa a favor del grupo experimental (t = 14,862; p < 0,001), lo que demuestra que el uso pedagógicamente planificado de la IA genera mejoras sustanciales en el pensamiento crítico.

En relación con la dimensión uso instrumental de la IA, los resultados mostraron que ambos grupos iniciaron con condiciones equivalentes (U = 5410,000; p = 0,398). No obstante, tras la intervención, el grupo experimental presentó diferencias altamente significativas en el postest (U = 2845,000; p < 0,001), además de una mejora intra-grupo significativa según la prueba de Wilcoxon (Z = -8,012; p < 0,001). Esto permite concluir que el uso guiado de herramientas de IA fortalece la competencia operativa y estratégica en el manejo tecnológico.

Respecto a la integración cognitiva de la IA, se confirmó nuevamente la homogeneidad inicial (U = 5358,000; p = 0,362). En el postest, la diferencia fue altamente significativa a favor del grupo experimental (U = 2610,000; p < 0,001), evidenciando un incremento en habilidades relacionadas con análisis, argumentación y razonamiento reflexivo. La mejora intra-grupo (Z = -8,564; p < 0,001) confirma que la intervención no solo impactó el uso técnico de la herramienta, sino también su integración en procesos cognitivos superiores.

En cuanto a la dimensión uso ético y responsable de la IA, los resultados mostraron ausencia de diferencias significativas en el pretest (U = 5478,000; p = 0,533), lo que confirma condiciones iniciales equivalentes en términos de responsabilidad académica y autonomía. Sin embargo, en el postest se registró una diferencia altamente significativa a

favor del grupo experimental (U = 3025,000; p < 0,001), además de mejoras intra-grupo significativas (Z = -7,436; p < 0,001). Esto demuestra que la mediación pedagógica y la incorporación explícita de lineamientos éticos influyen de manera directa en la formación de prácticas responsables en el uso de IA.

De manera general, se concluye que la Inteligencia Artificial no actúa como un factor neutro en el proceso educativo. Su impacto depende del diseño pedagógico, la mediación docente y la orientación metacognitiva. Cuando se integra bajo un enfoque estructurado, ético y reflexivo, potencia significativamente el pensamiento crítico; en ausencia de orientación, podría generar dependencia tecnológica o superficialidad cognitiva.

Finalmente, este estudio aporta evidencia empírica en el contexto de estudiantes de ingeniería, contribuyendo a reducir el vacío académico existente en investigaciones latinoamericanas sobre IA y pensamiento crítico. Se recomienda que futuras investigaciones incorporen metodologías mixtas que complementen los hallazgos cuantitativos con análisis cualitativos de argumentación, toma de decisiones y calidad de razonamiento, a fin de profundizar en la comprensión del impacto real de la IA en la formación universitaria.

REFERENCES

[1] B. Thornhill-Miller *et al.*, "Creativity, Critical Thinking, Communication, and Collaboration: Assessment, Certification, and Promotion of 21st Century Skills for the Future of Work and Education," *J. Intell.*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/jintelligence11030054.

[2] D. Pnevmatikos, P. Christodoulou, T. Georgiadou, and A. Lithoxoidou, "Undergraduate Students' Conceptualization of Critical Thinking and Their Ideas for Critical Thinking Acquisition," *Educ. Sci.*, vol. 13, no. 4, 2023, doi: 10.3390/educsci13040416.

[3] M. Benvenuti *et al.*, "Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context," *Comput. Human Behav.*, vol. 148, 2023, doi: 10.1016/j.chb.2023.107903.

[4] Q. Liu and C. C. Tu, "Improving Critical Thinking through AI-Supported Socio-Scientific Issues Instruction," *J. Logist. Informatics Serv. Sci.*, vol. 11, no. 3, pp. 52 – 65, 2024, doi: 10.33168/JLISS.2024.0304.

[5] X. Zhou, D. Teng, and H. Al-Samarraie, "The Mediating Role of Generative AI Self-Regulation on Students' Critical Thinking and Problem-Solving," *Educ. Sci.*, vol. 14, no. 12, 2024, doi: 10.3390/educsci14121302.

[6] S. S. Shah and M. M. Asad, "Impact of Critical Thinking Approach on Learners' Dependence on Innovative Transformation Through Artificial Intelligence," in *The Evolution of Artificial Intelligence in Higher Education: Challenges, Risks, and Ethical Considerations*, 2024, pp. 161–182. doi: 10.1108/978-1-83549-486-820241010.

[7] L. I. Ruiz-Rojas, L. Salvador-Ullauri, and P. Acosta-Vargas, "Collaborative Working and Critical Thinking: Adoption of Generative Artificial Intelligence Tools in Higher Education," *Sustain.* , vol. 16, no. 13, 2024, doi: 10.3390/su16135367.

[8] Z. Zhou, H. Guo, F. Ma, C. Yang, and Y. Gao, "The chain mediating role of critical thinking and AI self-efficacy in GenAI usage competence and engineering students' creativity," *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-21132-0.

[9] R. A. Agüero Del Carpio *et al.*, "Technology and Education in the Era of Generative AI: Ethical-Social Analysis from University Classrooms in Peru," in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, 2025. doi: 10.18687/LACCEI2025.1.1.1744.

[10] Y. R. Calla Chumpisuca, V. R. Nomberto Bazán, B. Mendoza Palomino, R. B. Ortiz Aucapiña, and I. K. Rimascca Rodríguez, "Attitudes toward artificial intelligence and their relationship to academic satisfaction: the mediating role of comfort in the educational use of AI," *Bordon. Rev. Pedagog.*, vol. 77, no. 4, pp. 117–137, 2025, doi: 10.13042/Bordon.2025.112199.

[11] J. Veiga de Cabo, E. de la Fuente Díez, and M. Zimmermann Verdejo, "Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño ," 2008, *scieloes* .

[12] F. A. Sánchez Flores, "Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos," *Rev. Digit. Investig. en Docencia Univ.*, vol. 13, no. 1, pp. 101–122, 2019, [Online]. Available: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498572906008

[13] L. Bai, X. Liu, and J. Su, "ChatGPT: The cognitive effects on learning and memory," *Brain-X*, vol. 1, no. 3, 2023, doi: 10.1002/brx2.30.

[14] C. Gonsalves, "Generative AI's Impact on Critical Thinking: Revisiting Bloom's Taxonomy," *J. Mark.*

Educ., 2024, doi: 10.1177/02734753241305980.

[15] A. Jha and S. R. Singh, *Integrating artificial intelligence in media education: Revolutionizing learning, creativity, and critical thinking*. 2024. doi: 10.4018/979-8-3373-1017-6.ch010.

[16] E. Pehlivan, *Digitalization, critical thinking and the reconstruction of education*. 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85179560596&partnerID=40&md5=cf06fca7e2e421afbd5eb0bcaca97713

[17] T. Sri Tulasi and S. B. Inayath Ahamed, "Artificial Intelligence Effects on Student Learning Outcomes in Higher Education," in *Proceedings of 9th International Conference on Science, Technology, Engineering and Mathematics: The Role of Emerging Technologies in Digital Transformation, ICONSTEM 2024*, 2024. doi: 10.1109/ICONSTEM60960.2024.10568868.

[18] C. P. Leao *et al.*, "Stimulating the learning of Ethics and Critical Thinking: A class given by students, for students," in *2023 5th International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education, CISPEE 2023*, 2023. doi: 10.1109/CISPEE58593.2023.10227654.

[19] V. Chang, Y. Ansari, and M. Arami, "ChatGPT in Higher Education: A Risk Management Approach to Academic Integrity, Critical Thinking, and Workforce Readiness," in *Proceedings of the 6th International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business, FEMIB 2024*, 2024, pp. 79 – 85. doi: 10.5220/0012764100003717.

[20] J. A. Paul, M. Sinha, and J. D. Cochran, "Instruments to assess students' critical thinking—A qualitative approach," *Decis. Sci. J. Innov. Educ.*, vol. 21, no. 3, pp. 123 – 143, 2023, doi: 10.1111/dsji.12295.