

Determinant factors of the pedagogical integration of artificial intelligence in engineering education at an Ecuadorian university

Sedolfo Carrasquero-Ferrer¹, <https://orcid.org/0000-0002-4725-963X>

Mara Cabanilla-Guerra²; <https://orcid.org/0000-0001-8580-2325>

Mónica Vargas-Jiménez³, <https://orcid.org/0000-0001-8333-7271>

Dunia Barreiro-Moreira⁴, <https://orcid.org/0000-0002-0246-9414>

¹Dirección de Innovación. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), scarrasquero@uteg.edu.ec

²Rectorado. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), mcabanilla@uteg.edu.ec

^{3,4} Dirección de Acreditación. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), dbarreiro@uteg.edu.ec; mvargas@uteg.edu.ec

Abstract– *The pedagogical integration of artificial intelligence (AI) in Engineering education represents a strategic challenge for higher education institutions, particularly in developing contexts where teaching, curricular, and technological factors converge. This study analyzes the key determinants influencing the pedagogical integration of AI in Engineering programs at the Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil (UTEG), Ecuador. A quantitative approach was employed, using a non-experimental, cross-sectional design based on a sample of 87 faculty members. A structured instrument was designed and validated to assess three dimensions: teaching preparedness, curricular alignment, and technological conditions. Based on these dimensions, three normalized sub-indices and a Global AI Maturity Index were constructed. The results revealed an advanced level in the teaching dimension, a developing level in the curricular dimension, and an emerging level in the technological dimension. Multiple linear regression analysis indicated that prior digital experience and basic AI competencies are significant predictors of pedagogical integration, whereas years of teaching experience and institutional support were not statistically significant. These findings suggest that the initial adoption of AI in Engineering education is primarily driven by individual faculty capabilities rather than institutional technological maturity. It is concluded that strengthening applied pedagogical training, curricular redesign, and technological infrastructure is essential to achieve a more systemic and sustainable integration of AI in higher education.*

Keywords– *Artificial intelligence in education, engineering education, pedagogical integration, digital competence, higher education innovation*

Factores determinantes de la integración pedagógica de la inteligencia artificial en la educación en Ingeniería en una universidad ecuatoriana

Sedolfo Carrasquero-Ferrer¹, <https://orcid.org/0000-0002-4725-963X>

Mara Cabanilla-Guerra², <https://orcid.org/0000-0001-8580-2325>

Mónica Vargas-Jiménez³, <https://orcid.org/0000-0001-8333-7271>

Dunia Barreiro-Moreira⁴, <https://orcid.org/0000-0002-0246-9414>

¹Dirección de Innovación. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), scarrasquero@uteg.edu.ec

²Rectorado. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), mcabanilla@uteg.edu.ec

^{3,4} Dirección de Acreditación. Universidad Tecnológica de Empresarial de Guayaquil (UTEG), dbarreiro@uteg.edu.ec; mvargas@uteg.edu.ec

Resumen– *La integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA) en la educación en Ingeniería constituye un desafío estratégico para las instituciones de educación superior, especialmente en contextos en desarrollo donde convergen factores docentes, curriculares y tecnológicos. El presente estudio analiza los factores determinantes que influyen en la integración pedagógica de la IA en programas de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil (UTEG), en Ecuador. Se empleó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y transversal, a partir de una muestra de 87 docentes. Se diseñó y validó un instrumento estructurado para evaluar tres dimensiones: preparación docente, alineación curricular y condiciones tecnológicas. Con base en estas, se construyeron tres subíndices normalizados y un Índice Global de Madurez en IA. Los resultados mostraron un nivel avanzado en la dimensión docente, uno en desarrollo en la dimensión curricular y un emergente en la dimensión tecnológica. El análisis de regresión lineal múltiple indicó que la experiencia digital previa y las competencias básicas en IA son predictores significativos de la integración pedagógica, mientras que los años de experiencia docente y el respaldo institucional no resultaron significativos. Estos hallazgos sugieren que la adopción inicial de la IA en la educación en Ingeniería está impulsada principalmente por las capacidades individuales del profesorado más que por la madurez tecnológica institucional. Se concluye que es necesario fortalecer la formación pedagógica aplicada, el rediseño curricular y la infraestructura tecnológica para avanzar hacia una integración más sistémica y sostenible de la IA en la educación superior.*

Palabras clave-- *Inteligencia artificial en educación, educación en Ingeniería, integración pedagógica, competencia digital docente, innovación en educación superior*

I. INTRODUCCIÓN

La formación en Ingeniería se desarrolla actualmente en un contexto de alta complejidad que trasciende la adquisición de conocimientos estrictamente técnicos, demandando un enfoque pedagógico integral y prospectivo. Las dinámicas de un mercado laboral globalizado, la acelerada digitalización de los procesos productivos y la creciente interdependencia de los desafíos socioambientales configuran un escenario que exige profesionales con una sólida base disciplinar y, simultáneamente, con competencias transversales de carácter socioemocional [1]. Entre estas destacan la comunicación

efectiva, el liderazgo colaborativo, la capacidad de trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la adaptabilidad, habilidades consideradas esenciales para el desempeño profesional en entornos inciertos, interdisciplinarios y tecnológicamente mediados [2,3]

En este escenario, la integración de tecnologías emergentes, especialmente la inteligencia artificial (IA), en los procesos de enseñanza y aprendizaje se configura como una vía estratégica para potenciar de manera simultánea el desarrollo de competencias técnicas y habilidades transversales en la educación superior [4]. El fortalecimiento de estas capacidades resulta fundamental para el desempeño profesional en contextos caracterizados por su complejidad, interdisciplinariedad y alta interconexión a escala global.

La incorporación de la inteligencia artificial en los sistemas educativos ha sido objeto de creciente atención en documentos de política y reportes institucionales recientes, donde se subraya su capacidad para redefinir dinámicas de enseñanza, evaluación y gestión del aprendizaje [5]. Sin embargo, a pesar de este reconocimiento generalizado, la evidencia disponible aún resulta insuficiente para comprender con precisión los mecanismos mediante los cuales la IA está modificando las prácticas educativas y los resultados formativos, una limitación señalada de forma reiterada en estudios académicos contemporáneos [6,7].

La expansión acelerada de la IA a través de diversas disciplinas y niveles educativos añade un grado adicional de complejidad al análisis de su impacto global en los ecosistemas de aprendizaje. Frente a este panorama, la literatura científica ha respondido mediante revisiones de alcance, estudios bibliométricos y meta-análisis que buscan mapear tendencias, enfoques metodológicos y áreas emergentes de investigación [8,9,10]. No obstante, estos valiosos aportes aún dejan abierta una cuestión central, la necesidad de comprender cómo los usos de la IA se fundamentan en principios pedagógicos sólidos y de qué manera se articulan con prácticas didácticas preexistentes. Esta brecha, relacionada tanto con el sustento teórico como con las condiciones de implementación en contextos reales de enseñanza, continúa siendo señalada como un desafío

prioritario para la investigación en educación mediada por IA [11].

En países en desarrollo, y especialmente en el contexto latinoamericano, las brechas tecnológicas, la heterogeneidad en la formación docente y las limitaciones de infraestructura institucional pueden influir significativamente en los procesos de innovación educativa [12,13]. A pesar de ello, la presión por modernizar la enseñanza en Ingeniería y alinearla con las demandas de la industria 4.0, la transformación digital y los sistemas inteligentes, hace necesario comprender qué condiciones favorecen o limitan la integración pedagógica de la IA. Identificar estos factores no solo contribuye a la literatura sobre adopción tecnológica en educación superior, sino que también ofrece insumos estratégicos para la formulación de políticas institucionales de innovación docente.

La integración pedagógica de la IA en la educación superior puede entenderse como un proceso multidimensional en el que convergen factores relacionados con el profesorado, el currículo y las condiciones tecnológicas institucionales. En primer lugar, la dimensión docente comprende las competencias digitales, el conocimiento específico sobre IA, las actitudes hacia su uso y la disposición a innovar en la práctica pedagógica. Diversos estudios han señalado que la alfabetización en IA y la preparación tecnológica del profesorado son determinantes clave para transformar el potencial de estas herramientas en experiencias de aprendizaje significativas [14].

En segundo lugar, la dimensión curricular se refiere al grado en que los programas académicos, los resultados de aprendizaje y las metodologías de enseñanza permiten la incorporación de tecnologías basadas en IA. La flexibilidad curricular, la orientación hacia el aprendizaje basado en problemas y la integración de actividades analíticas o de simulación facilitan la adopción de enfoques pedagógicos apoyados en IA [11]. En este sentido, el currículo actúa como el espacio donde la tecnología adquiere sentido educativo, al vincularse con competencias profesionales y objetivos formativos.

Finalmente, la dimensión tecnológica abarca la disponibilidad, madurez y usabilidad de herramientas de IA, así como la capacidad de la infraestructura institucional para sostener su implementación en entornos de enseñanza y aprendizaje. La evidencia indica que la accesibilidad a plataformas, recursos digitales y soporte técnico condiciona de manera directa las posibilidades de integrar la IA en la práctica docente [8]. Sin una base tecnológica adecuada, incluso docentes motivados y currículos favorables enfrentan limitaciones para materializar innovaciones pedagógicas.

Desde esta perspectiva, la integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA) no se reduce al uso instrumental de herramientas tecnológicas en el aula, sino que implica su incorporación intencionada, crítica y contextualizada en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto supone que la IA no solo actúa como un recurso de apoyo, sino como un mediador pedagógico que transforma las prácticas educativas,

contribuye al desarrollo de competencias complejas y redefine las interacciones entre docentes, estudiantes y conocimiento. En este sentido, la integración pedagógica se vincula con decisiones didácticas fundamentadas, tales como el diseño de experiencias de aprendizaje, la evaluación formativa, la personalización del aprendizaje y el fomento del pensamiento crítico y ético frente al uso de tecnologías emergentes.

Bajo esta concepción, la integración pedagógica de la IA no depende de un único factor aislado, sino de la interacción dinámica entre la preparación del profesorado, la apertura y flexibilidad curricular, y las condiciones tecnológicas institucionales. Analizar estas tres dimensiones de manera conjunta permite comprender con mayor precisión los niveles de madurez en la adopción de la IA en la educación en Ingeniería y ofrece un marco analítico coherente para identificar fortalezas y brechas en contextos universitarios [15, 16].

En este marco, el presente estudio analiza los factores determinantes de la integración pedagógica de la inteligencia artificial en la educación de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil (UTEG), Ecuador, a partir de un enfoque cuantitativo. Se propone un modelo explicativo que considera variables relacionadas con la experiencia digital del profesorado, sus competencias en IA, la percepción de respaldo institucional, las condiciones de infraestructura tecnológica y la experiencia docente, entendidas no solo como factores de adopción tecnológica, sino como elementos que configuran la capacidad de diseñar e implementar prácticas pedagógicas mediadas por IA.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Nivel y tipo de la investigación

La investigación se enmarca en un nivel explicativo, ya que busca identificar y analizar los factores que influyen en la integración pedagógica de la inteligencia artificial en la educación en Ingeniería. En cuanto al enfoque metodológico, la investigación es de tipo cuantitativo, dado que se emplearon instrumentos estructurados para la recolección de datos y técnicas estadísticas para el análisis de relaciones entre variables. Asimismo, corresponde a un diseño no experimental y transversal, ya que la información fue recopilada en un único momento del tiempo, sin manipulación de variables por parte de los investigadores.

B. Población y muestra

La población estuvo conformada por docentes universitarios que imparten asignaturas en carreras y programas de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. La muestra estuvo integrada por 87 docentes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando criterios de accesibilidad y participación voluntaria. Los participantes representaban diferentes áreas de especialización dentro de la Ingeniería, niveles académicos (grado y posgrado) y rangos de

experiencia docente, lo que permitió determinar diversidad en trayectorias profesionales y niveles de familiaridad con herramientas digitales.

C. Técnica e instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos se diseñó un instrumento cuantitativo estructurado orientado a evaluar los factores asociados a la integración pedagógica de la IA en la educación en Ingeniería. La construcción del cuestionario se basó en una revisión de literatura sobre adopción de tecnologías educativas, preparación docente en IA, integración curricular de herramientas digitales y marcos de preparación institucional para la transformación digital en educación superior [17, 18, 19].

El instrumento estuvo compuesto por ítems tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo) organizados en tres dimensiones analíticas:

- Dimensión Docente de IA, que evaluó competencias en IA, uso pedagógico actual, actitudes hacia la IA y necesidades de formación.
- Dimensión Curricular de IA, que midió la alineación de las asignaturas con la integración de IA, el potencial de implementación de experiencias piloto y la pertinencia de la IA para los resultados de aprendizaje.
- Dimensión Tecnológica de IA, que analizó la disponibilidad de herramientas institucionales, la adecuación de la infraestructura tecnológica y la existencia de lineamientos y soporte para el uso de IA.

Adicionalmente, el instrumento incluyó preguntas de caracterización para recoger información sobre el área de conocimiento, nivel de docencia, años de experiencia docente y experiencia previa con herramientas digitales avanzadas, con el fin de incorporar variables de segmentación en los análisis estadísticos.

La validez de contenido fue evaluada mediante la técnica de juicio de expertos, participando especialistas en tecnología educativa, docencia universitaria en Ingeniería y diseño curricular. Los expertos revisaron la claridad, pertinencia y coherencia de los ítems con las dimensiones teóricas propuestas, sugiriendo ajustes en redacción y precisión conceptual, los cuales fueron incorporados antes de la aplicación definitiva.

Previo a la aplicación final, se realizó una prueba piloto con un grupo reducido de docentes, con el objetivo de verificar la comprensión de las preguntas, el tiempo de respuesta y la funcionalidad del instrumento. Los resultados de esta fase permitieron realizar ajustes menores en la redacción de algunos ítems para mejorar su claridad.

La consistencia interna de cada dimensión fue evaluada posteriormente mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose valores superiores a 0.90 en las tres dimensiones, lo que indica una alta fiabilidad y coherencia interna entre los ítems que conforman cada escala (Tabla I).

TABLA I
COEFICIENTES ALFA DE CRONBACH POR DIMENSIÓN DEL INSTRUMENTO DE INTEGRACIÓN PEDAGÓGICA DE LA IA

Dimensión	Alfa de Cronbach
Dimensión Docente de IA	0,905
Dimensión Curricular de IA	0,923
Dimensión Tecnológica de IA	0,944

D. Técnica de procesamiento y análisis de los datos obtenidos

El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, con el objetivo de caracterizar el nivel de integración pedagógica de la IA y determinar los factores que influyen en su adopción en la educación en Ingeniería. Con el fin de sintetizar la información y facilitar la interpretación, se construyeron tres subíndices normalizados en escala de 0 a 100:

- Subíndice Docente de IA (SD-IA): promedio de los ítems relacionados con competencias, uso y actitudes hacia la IA.
- Subíndice Curricular de IA (SC-IA): promedio de los ítems vinculados al potencial curricular para integrar IA.
- Subíndice Tecnológico de IA (ST-IA): promedio de los ítems sobre infraestructura, herramientas y soporte institucional.

Posteriormente, se construyó el Índice Global de Madurez en IA (IMI-IA) como una combinación ponderada de los tres subíndices: docente (SD-IA), curricular (SC-IA) y tecnológico (ST-IA). Las ponderaciones asignadas (0.40, 0.35 y 0.25, respectivamente) reflejan la importancia relativa de cada dimensión en los procesos de adopción pedagógica de la IA, otorgando mayor peso a los factores docentes, seguidos de los curriculares y tecnológicos.

El IMI-IA permitió clasificar el nivel de madurez institucional en cuatro categorías: Inicial, Emergente, En desarrollo y Avanzado (Tabla II), proporcionando una medida sintética del grado de integración pedagógica de la IA en la educación en Ingeniería.

TABLA II
ÍNDICE GLOBAL DE MADUREZ EN IA

Rango	Nivel
0–39	Inicial
40–59	Emergente
60–79	En desarrollo
80–100	Avanzado

Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) para cada ítem y para los subíndices, con el fin de identificar fortalezas y brechas en las dimensiones docente, curricular y tecnológica.

Para identificar los factores que influyen en la integración pedagógica de la IA, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple.

Variable dependiente: Nivel de integración pedagógica de la IA, medido como el promedio de los ítems relacionados con el uso real de IA en planificación, materiales y evaluación.

- Variables independientes: Experiencia digital previa, años de experiencia docente, percepción de respaldo institucional, infraestructura tecnológica disponible y competencias básicas en IA.

Este modelo permitió estimar la contribución relativa de cada factor y determinar cuáles variables predicen de manera significativa la adopción pedagógica de la IA. Todos los cálculos estadísticos y la construcción de los índices se realizaron utilizando el software *IBM SPSS Statistics*, versión 26.0.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados relacionados con los factores docentes de integración de IA

La Tabla III presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la dimensión docente, la cual evalúa competencias en IA, uso pedagógico actual y actitudes del profesorado frente a la integración de esta tecnología en la enseñanza. Con respecto a competencias en IA, los resultados muestran niveles altos de autopercepción de dominio. Destaca la consideración de implicaciones éticas de la IA ($M=4,66$), lo que evidencia una conciencia crítica sobre el uso responsable de estas herramientas. Asimismo, los docentes reportan poseer conocimientos básicos sólidos ($M=4,21$) y capacidad de uso autónomo de herramientas de IA ($M=4,13$). Estos valores sugieren que el profesorado cuenta con una base conceptual y técnica favorable para la incorporación de la IA en el aula.

En contraste, el uso actual de IA presentó medias ligeramente inferiores. Aunque se observa un uso moderado de IA para la preparación de materiales ($M=3,96$) y una planificación alineada con el sílabo ($M = 3,85$), el uso de IA en procesos de evaluación y retroalimentación registra el valor más bajo de esta dimensión ($M = 3,57$). Este hallazgo indica que, si bien existe disposición y conocimiento, la aplicación pedagógica efectiva aún se encuentra en proceso de consolidación, especialmente en prácticas evaluativas.

Las actitudes y necesidades mostraron los valores más elevados de toda la dimensión docente. La disposición a incorporar IA ($M = 4,68$) y la disposición a participar en pilotos institucionales ($M = 4,74$) reflejaron una actitud altamente favorable hacia la innovación pedagógica. También se reconoce la relevancia de la IA para la formación profesional ($M = 4,68$) y su impacto positivo en el aprendizaje estudiantil ($M = 4,55$). Sin embargo, la percepción de barreras éticas o normativas ($M = 3,68$) y la necesidad de mayor formación pedagógica ($M = 4,02$) indican que el profesorado

identifica áreas donde se requiere apoyo institucional y desarrollo profesional.

TABLA III
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA DIMENSIÓN DOCENTE DE INTEGRACIÓN PEDAGÓGICA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Subdimensión	Ítem	Media (M)	DE
Competencias en IA	Conocimientos básicos sobre IA	4,21	0,95
	Uso autónomo de herramientas de IA	4,13	0,03
	Consideración de implicaciones éticas de IA	4,66	0,76
Uso actual de IA	Uso planificado de IA alineado al sílabo	3,85	0,02
	Uso de IA para preparar materiales	3,96	0,93
	Uso de IA en evaluación y retroalimentación	3,57	0,17
Actitudes y necesidades	Disposición a incorporar IA	4,68	0,73
	Cambio en el rol docente por IA	4,28	0,90
	Barreras éticas o normativas percibidas	3,68	0,16
	Necesidad de mayor formación pedagógica	4,02	0,15
	IA mejora el aprendizaje estudiantil	4,55	0,80
	La carrera fomenta el uso de IA	4,17	0,09
	Respaldo institucional para usar IA	3,89	0,09
	Disposición a participar en pilotos IA	4,74	0,61
	Relevancia de la IA para la formación profesional	4,68	0,66

DE: Desviación estándar.

Los resultados de la dimensión docente evidencian que el profesorado presentó actitudes favorables hacia la integración de la IA, pero aún persiste una brecha entre la disposición declarada y la aplicación pedagógica efectiva, especialmente en el ámbito de la evaluación. Esta tendencia es consistente con lo señalado por Tarragó et al. [3], quienes advierten que, en la educación en ingeniería de América Latina, las innovaciones tecnológicas suelen incorporarse de forma discursiva, sin consolidarse plenamente en estrategias didácticas y evaluativas estructuradas.

De este modo, aunque existe un entorno actitudinal propicio, la integración de la IA todavía se encuentra en una fase de transición hacia prácticas pedagógicas más sistemáticas. La necesidad de mayor formación pedagógica identificada también se alinea con las barreras estructurales descritas por Bernasconi [20], quien señala que las instituciones de educación superior en la región suelen operar bajo modelos curriculares rígidos y con limitada cultura de innovación metodológica, lo que dificulta la adopción efectiva de tecnologías emergentes en el aula. Estas condiciones explican por qué la preparación técnica del profesorado no siempre se traduce en rediseños didácticos profundos, particularmente en procesos complejos como la evaluación del aprendizaje.

En relación con el uso todavía moderado de la IA en evaluación y retroalimentación, los hallazgos coinciden con lo planteado por Zawacki et al. [21], quienes identifican como obstáculo clave la falta de preparación docente para transformar metodologías y sistemas de evaluación mediante tecnologías inteligentes. La evaluación representa una de las dimensiones más sensibles de la práctica educativa, por lo que

su innovación requiere no solo herramientas tecnológicas, sino también marcos pedagógicos claros, criterios éticos y acompañamiento institucional sostenido. En este contexto, los resultados también respaldan lo indicado por Holmes [22] y por Sartor y Azevedo [17], quienes sostienen que, aunque el profesorado suele mostrar actitudes positivas hacia la IA y reconocer su valor educativo, persisten dificultades para traducir ese interés en prácticas pedagógicas consolidadas cuando no se cuenta con formación específica, situada y orientada a la integración didáctica y ética de estas tecnologías. En consecuencia, las estrategias institucionales deberían centrarse en programas de formación pedagógica aplicada y en el acompañamiento para el rediseño de actividades evaluativas con apoyo de IA, de modo que la disposición docente pueda transformarse en innovación educativa efectiva.

B. Resultados relacionados con la dimensión curricular de la integración pedagógica de la IA.

La Tabla IV presenta los estadísticos descriptivos de la dimensión curricular de la integración pedagógica de la IA, permitiendo analizar hasta qué punto las características de las asignaturas, los resultados de aprendizaje y las condiciones curriculares favorecen la incorporación de la IA en la formación en Ingeniería. Esta dimensión resulta clave, ya que la integración de tecnologías emergentes no depende únicamente de la disposición docente, sino también de la estructura, enfoque y flexibilidad del currículo.

TABLA IV
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA DIMENSIÓN CURRICULAR DE
INTEGRACIÓN PEDAGÓGICA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Subdimensión	Ítem	Media	DE
Características de las asignaturas	Las asignaturas tienen carga práctica	3,51	1,21
	Uso de simulación, modelado o análisis de datos	3,36	1,39
	Evaluación basada en proyectos o problemas reales	3,38	1,31
Resultados de aprendizaje con potencial IA	IA puede fortalecer resultados de aprendizaje	4,38	0,82
	IA apoya el análisis y la toma de decisiones	4,34	0,87
	IA optimiza evaluación y retroalimentación	4,34	0,87
Priorización curricular	Asignaturas aptas para implementar pilotos IA	4,09	1,02
	Existen condiciones curriculares favorables	4,06	0,99
	Compatibilidad de IA con los resultados de aprendizaje	4,19	0,97

DE: Desviación estándar.

En la subdimensión: Características de las asignaturas, se observaron medias moderadas (M entre 3,36 y 3,51), lo que sugiere que, aunque existen componentes prácticos, de simulación y de resolución de problemas reales, estos aún no se encuentran plenamente orientados hacia el uso sistemático de tecnologías inteligentes. Este hallazgo es coherente con lo señalado por Rivas [12], quien indica que en América Latina la adopción de IA en educación todavía se encuentra en construcción, con iniciativas dispersas que no siempre se articulan de manera estructural en los diseños curriculares, especialmente en carreras técnicas y profesionales. La presencia de actividades prácticas no garantiza por sí sola la integración de IA si estas no están explícitamente conectadas con herramientas, datos o procesos inteligentes.

En contraste, la subdimensión Resultados de aprendizaje con potencial IA presentó medias altas entre 4,34 y 4,38, lo que evidenció que el profesorado reconoce claramente el valor de la IA para fortalecer habilidades como el análisis, la toma de decisiones y la retroalimentación. Esta percepción se alinea con lo expuesto por Vázquez [23], quien destaca que la IA tiene un alto potencial para mejorar procesos de retroalimentación y análisis del desempeño, pero advierte que su impacto depende de que estos usos se integren de manera intencional en los objetivos formativos y no solo como apoyo tecnológico aislado, es decir, existe claridad sobre el potencial pedagógico, pero aún se requiere su traducción en resultados de aprendizaje formalmente estructurados.

La subdimensión Priorización curricular muestra valores también elevados (M entre 4,06 y 4,19), lo que indicó que los docentes perciben que existen condiciones favorables para implementar pilotos con IA y que esta tecnología es compatible con los resultados de aprendizaje de las asignaturas. Este resultado coincide con lo planteado por Sartor y Azevedo [17], quienes sostienen que la integración curricular de la IA constituye una dimensión diferenciada de la competencia docente y requiere decisiones explícitas de diseño curricular que articulen herramientas, ética, contenidos y evaluación.

La dimensión curricular reveló una estructura con potencial, donde los resultados de aprendizaje y la disposición a priorizar la IA superan el nivel de desarrollo actual de las prácticas y metodologías de las asignaturas. Esto confirma que la integración pedagógica de la IA en Ingeniería no es solo un desafío docente o tecnológico, sino un proceso de alineación curricular, tal como señalan los estudios citados sobre transformación educativa en contextos latinoamericanos.

C. Resultados relacionados con la dimensión tecnológica de la integración pedagógica de la IA.

La Tabla V presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la dimensión tecnológica de la integración pedagógica de la IA, la cual examina la disponibilidad de herramientas institucionales, las brechas en infraestructura y soporte, así como las necesidades específicas percibidas a nivel de facultad. Esta dimensión es fundamental, ya que

incluso en contextos con docentes motivados y currículos favorables, la falta de condiciones tecnológicas adecuadas puede limitar la implementación efectiva de innovaciones pedagógicas basadas en IA.

La dimensión tecnológica evidencia las mayores limitaciones estructurales, con percepciones bajas respecto al acceso a herramientas institucionales de IA y a la adecuación de estas al contexto disciplinar. Este resultado se alinea con estudios que describen la adopción de IA en la educación superior latinoamericana como un proceso desigual y aún en consolidación, caracterizado por la falta de plataformas especializadas, políticas tecnológicas claras y ecosistemas digitales integrados. La evidencia sugiere que, aun cuando exista disposición docente y potencial curricular, la ausencia de condiciones tecnológicas robustas limita la posibilidad de escalar experiencias aisladas hacia modelos institucionales de integración pedagógica de la IA.

TABLA V
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA DIMENSIÓN TECNOLÓGICA DE
INTEGRACIÓN PEDAGÓGICA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Subdimensión	Ítem	Media	DE
Herramientas institucionales	La institución cuenta con plataformas con IA	3,02	1,39
	Acceso a herramientas de IA institucionales	2,40	1,45
	Herramientas disponibles responden al área disciplinar	2,74	1,47
Brechas tecnológicas	Infraestructura tecnológica adecuada	3,53	1,30
	Capacitación técnica suficiente	3,28	1,38
	Lineamientos institucionales claros	3,26	1,28
Necesidades por facultad	La carrera dispone de herramientas IA adecuadas	2,85	1,23
	Las herramientas actuales son suficientes	2,89	1,22

De: Desviación estándar.

La subdimensión Brechas tecnológicas presentó valores intermedios, entre 3,26 y 3,53, lo que sugiere que, si bien la infraestructura general es percibida como relativamente adecuada, persisten limitaciones en capacitación técnica y claridad de lineamientos institucionales. Al respecto, UNESCO [24] advierte que, sin marcos institucionales, políticas claras y soporte tecnológico, la IA se mantiene en el nivel experimental y no logra impacto sistémico.

D. Índice de madurez de implementación de la IA y modelo de regresión lineal de los factores que influyen en la integración pedagógica

La Tabla VI presenta los estadísticos descriptivos y el nivel interpretativo de los subíndices que conforman la integración pedagógica de la inteligencia artificial (IA): docente (SD-IA), curricular (SC-IA) y tecnológico (ST-IA), así como el Índice Global de Madurez en IA (IMI-IA). Estos indicadores permiten sintetizar el grado de preparación institucional desde una perspectiva multidimensional, ofreciendo una visión integrada de las fortalezas y brechas que caracterizan el proceso de incorporación de la IA en la educación en Ingeniería.

El subíndice docente (SD-IA = 84,11) alcanzó un nivel avanzado. Este resultado refleja altas competencias, actitudes favorables y disposición hacia la innovación, en coherencia con estudios que señalan que la preparación docente constituye el punto de partida más sólido para la transformación digital educativa. En contraste, el subíndice curricular (SC-IA = 79,24) se ubicó en un nivel en desarrollo, lo que indica que, si bien existe reconocimiento del potencial de la IA para fortalecer los resultados de aprendizaje, aún se requiere una integración más sistemática en las metodologías y estructuras de las asignaturas. Esta diferencia sugiere que el desafío ya no radica en la aceptación de la IA, sino en su traducción efectiva al diseño curricular.

TABLA VI
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y NIVEL INTERPRETATIVO DE LOS
SUBÍNDICES DE LA INTEGRACIÓN DE LA IA

Subíndice	Media	DE	Nivel interpretativo
SD-IA (Docente)	84,11	12,54	Avanzado
SC-IA (Curricular)	79,24	16,81	En desarrollo
ST-IA (Tecnológico)	59,95	22,75	Emergente
IMI-IA (Global)	76,37	13,49	En desarrollo

DE: Desviación estándar.

Por su parte, el subíndice tecnológico (ST-IA = 59,95) se clasificó en un nivel emergente, constituyéndose como la principal brecha estructural. La menor valoración de esta dimensión evidencia que las condiciones de infraestructura, acceso a herramientas y lineamientos institucionales aún no acompañan plenamente la disposición docente ni el potencial curricular. Como resultado, el Índice Global de Madurez en IA (IMI-IA = 76,37) sitúa a la institución en un nivel en desarrollo, caracterizado por avances significativos impulsados por el profesorado y el currículo, pero limitados por factores tecnológicos que condicionan la consolidación de la integración pedagógica de la IA.

La Tabla VIII presenta el modelo de regresión lineal múltiple estimado para identificar los factores que influyen en el nivel de integración pedagógica de la IA en la educación en Ingeniería. El modelo evalúa la contribución relativa de cinco predictores, experiencia digital previa, años de experiencia docente, respaldo institucional, infraestructura tecnológica y

competencias básicas en IA, sobre una medida de uso pedagógico (planificación, materiales y evaluación), permitiendo pasar de una lectura descriptiva a una explicación empírica de los determinantes de adopción.

Los resultados muestran que la experiencia digital previa es el predictor más robusto y estadísticamente significativo ($\beta=0,607$; $p=0,001$), lo que sugiere que la integración pedagógica de la IA se apoya fuertemente en trayectorias previas de competencia y familiaridad tecnológica.

Este hallazgo es coherente con la evidencia reciente que vincula la competencia digital docente con actitudes más favorables y mayor disposición/uso de tecnologías basadas en IA, al señalar que el “capital digital” actúa como condición habilitante para la adopción educativa de IA [25]. En la misma línea, síntesis de investigaciones en educación superior han advertido que, aun cuando las herramientas de IA se expanden rápidamente, la adopción pedagógica depende de capacidades docentes para integrar tecnología con propósitos didácticos, reforzando el papel de la preparación digital como motor principal del uso educativo [6].

TABLA VIII

MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INTEGRACIÓN PEDAGÓGICA DE LA IA EN LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

Variable independiente	Coef. β	Error estándar	t	p
Constante	0.225	0.576	0.39	0.699
Experiencia digital previa	0.607	0.178	3.40	0.001
Años de experiencia docente	0.044	0.080	0.55	0.587
Respaldo institucional	0.096	0.122	0.79	0.434
Infraestructura tecnológica	0.188	0.102	1.83	0.074
Competencias básicas en IA	0.288	0.122	2.36	0.023

Coef. β = coeficiente de regresión estandarizado; EE = error estándar; t = estadístico t de Student; p = valor de significancia estadística (nivel de probabilidad).

En segundo lugar, las competencias básicas en IA también resultan significativas ($\beta = 0.288$; $p = 0.023$), indicando que el conocimiento y manejo elemental de IA aporta una ganancia incremental a la integración pedagógica, incluso controlando por experiencia digital. Este resultado es consistente con la literatura que plantea que la adopción sostenible de IA en docencia requiere una base de alfabetización en IA (comprensión funcional y crítica) para traducir el potencial tecnológico en decisiones de diseño instruccional, evaluación y retroalimentación [6]. Por contraste, los años de experiencia docente no fueron significativos ($\beta = 0.044$; $p = 0.587$), lo que sugiere que la antigüedad por sí sola no predice integración de IA; esto se alinea con estudios que reportan que variables clásicas (edad/experiencia) tienden a ser menos explicativas que los constructos de competencia, confianza y preparación

tecnológica [26]. Finalmente, la infraestructura tecnológica aparece con un efecto positivo pero marginal ($\beta = 0.188$; $p = 0.074$), lo que puede interpretarse como una condición necesaria para escalar la adopción, aunque no suficiente para explicar el uso pedagógico por sí misma; este patrón se ha observado en investigaciones sobre adopción de IA generativa, donde los factores de capacidad individual y facilidad/valor percibido suelen explicar más la práctica inmediata que las variables institucionales [27]. En las etapas iniciales de adopción de la IA (especialmente la generativa), el uso pedagógico no depende tanto de factores estructurales como políticas institucionales, infraestructura o lineamientos formales, sino de variables vinculadas al docente como individuo, es decir, influyen más la experiencia digital previa, la confianza en el uso de tecnologías, la percepción de utilidad de la IA y la facilidad percibida de uso, que las condiciones organizacionales amplias.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que la integración pedagógica de la inteligencia artificial en la educación en Ingeniería es un proceso en desarrollo, caracterizado por una base docente sólida, un currículo con alto potencial de incorporación y limitaciones estructurales en la dimensión tecnológica. El nivel avanzado del subíndice docente confirma que el profesorado constituye el principal motor de la adopción de la IA, mostrando competencias, actitudes favorables y disposición a innovar. Sin embargo, persiste una brecha entre esta disposición y la aplicación pedagógica efectiva, especialmente en procesos evaluativos, lo que indica la necesidad de fortalecer la formación didáctica específica en IA.

En la dimensión curricular, los resultados muestran que existe un reconocimiento claro del potencial de la IA para enriquecer los resultados de aprendizaje y que se perciben condiciones favorables para implementar experiencias piloto. La dimensión tecnológica se configura como la principal barrera para avanzar hacia una integración más madura. La percepción limitada de acceso a herramientas institucionales, junto con debilidades en lineamientos y soporte técnico, condiciona la posibilidad de escalar prácticas innovadoras.

El modelo de regresión confirma que la experiencia digital previa y las competencias en IA son los factores que más influyen en la integración pedagógica, mientras que las variables institucionales presentan menor peso explicativo en esta fase. En conjunto, estos hallazgos indican que la adopción de la IA en la educación en Ingeniería requiere una estrategia institucional integral que articule formación docente aplicada, rediseño curricular y fortalecimiento de la infraestructura tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] G. Cabanilla-Guerra, M. Cabanilla-Guerra, S. Carrasquero-Ferrer, and G. Vaca-Suárez, “Competencies of the Citizen of the Future and Their Link to University Education, Digital Culture, and Smart Technologies,” in

- Proc. World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI), Orlando, FL, USA, 2025, pp. 288–293, doi: <https://doi.org/10.54808/wmsci2025.01.288>
- [2] F. Munir, "More than technical experts: Engineering professionals' perspectives on the role of soft skills in their practice," *Industry and Higher Education*, vol. 36, no. 3, pp. 294–305, 2022, doi: <https://doi.org/10.1177/09504222211059437>
 - [3] J. Tarragó, D. Gálvez, J. Jalca, E. Cedeño, "Artificial intelligence and soft skills in civil engineering education: A Latin American curriculum gap with global implications," *Research in Globalization*, vol. 11, p. 100307, 2025. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2025.100307>
 - [4] N. Alvarado, F. Aldana, V. Duran, J. Rasilla, R. Suarez, A. Torres, A. Paredes, S. Gonzales, G. Tomás, and S. Olivares, "Artificial Intelligence as a Tool for the Development of Soft Skills: A Bibliometric Review in the Context of Higher Education," *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 23, no. 10, pp. 379–394, 2024, doi: <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.10.18>
 - [5] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations. Washington, DC, USA: U.S. Department of Education, 2023. [Online]. Available: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>
 - [6] H. Crompton, D. Burke, "Artificial intelligence in higher education: The state of the field," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, no. 1, Art. no. 22, 2023. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
 - [7] T. Sadler, F. Mensah, J. Tam, "Artificial intelligence and the Journal of Research in Science Teaching," *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 61, no. 4, pp. 739–743, 2024. <https://doi.org/10.1002/tea.21933>
 - [8] X. Huang, D. Zou, G. Cheng, X. Chen, H. Xie, "Trends, research issues and applications of artificial intelligence in language education," *Educational Technology & Society*, vol. 26, no. 1, pp. 112–131, 2023. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0009](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0009)
 - [9] S. Joksimovic, D. Ifenthaler, R. Marrone, M. De Laat, G. Siemens, "Opportunities of artificial intelligence for supporting complex problem-solving: Findings from a scoping review," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 4, Art. no. 100138, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100138>
 - [10] S. Li, X. Gu, "A risk framework for human-centered artificial intelligence in education," *Educational Technology & Society*, vol. 26, no. 1, pp. 187–202, 2023. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0014](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0014)
 - [11] T. Chiu, B. Moorhouse, C. Chai, M. Ismailov, "Teacher support and student motivation to learn with artificial intelligence (AI) based chatbot," *Interactive Learning Environments*, vol. 32, no. 7, pp. 3240–3256, 2024. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2172044>
 - [12] A. Rivas, The arrival of AI in education in Latin America: Under construction. Madrid, Spain: ProFuturo & Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2025. [Online]. Available: https://profuturo.education/wp-content/uploads/2025/07/en_the_arrival_of_ai_in_education_in_latam_america.pdf
 - [13] Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: United Nations, 2025. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/81377-educacion-desarrollo-competencias-digitales-america-latina-carib>
 - [14] S. Chowdhury, P. Dey, S. Joel-Edgar, S. Bhattacharya, O. Rodriguez-Espindola, A. Abadie, L. Truong, "Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework," *Human Resource Management Review*, vol. 33, no. 1, Art. no. 100899, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2022.100899>
 - [15] M. Ng, K. K. Lit, C. T. Cheung, "Remote work as a new normal? The technology-organization-environment (TOE) context," *Technology in Society*, vol. 70, Art. no. 102022, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102022>
 - [16] S. Wamba, M. Queiroz, K. Randhawa, G. Gupta, "Generative artificial intelligence and the challenges to adding value ethically," *Technovation*, vol. 144, Art. no. 103235, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103235>
 - [17] A. Sartor-Harada, J. Azevedo-Gomes, "AI-ED-SAT: diseño y validación de un cuestionario para autoevaluar competencias docentes en IA educativa," *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 29, no. 1, pp. 79–110, 2026. <https://doi.org/10.5944/ried.45413>
 - [18] D. Morales, "Integración de la inteligencia artificial en la educación en la evaluación formativa: beneficios, riesgos y desafíos docentes," *Educational Regent Multidisciplinary Journal*, vol. 2, no. 4, pp. 1–13, 2025. <https://doi.org/10.63969/k8fnfp44>
 - [19] UNESCO, AI Competency Framework for Teachers. Paris, France: UNESCO, 2024. <https://doi.org/10.54675/ZJTE2084>
 - [20] A. Bernasconi, "Latin American universities: Historical development and contemporary challenges," *Cambridge Journal of Education*, vol. 48, no. 4, pp. 439–455, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6367-8>
 - [21] O. Zawacki-Richter, M. Bond, V. I. Marin, and F. Gouverneur, "Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 16, Art. no. 39, 2019. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
 - [22] W. Holmes, M. Bialik, and C. Fadel, Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston, MA, USA: Center for Curriculum Redesign, 2019. [Online]. Available: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
 - [23] M. Vázquez, "Integración de la inteligencia artificial en procesos de evaluación formativa," *Innovarium International Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 1–12, 2025, [Online]. Available: <https://revinde.org/index.php/innovarium/article/view/34N>
 - [24] UNESCO, AI and the Future of Education: Disruptions, Dilemmas and Directions. Paris, France: UNESCO, 2025. <https://doi.org/10.54675/KECK1261>
 - [25] H. Galindo-Domínguez, N. Delgado, L. Campo, D. Losada, "Relationship between teachers' digital competence and attitudes towards artificial intelligence in education," *International Journal of Educational Research*, vol. 126, Art. no. 102381, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102381>
 - [26] M. Lucas, Y. Zhang, P. Bem-Haja, P. Vicente, "The interplay between teachers' trust in artificial intelligence and digital competence," *Education and Information Technologies*, vol. 29, no. 17, pp. 22991–23010, 2024. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12772-2>
 - [27] F. Miranda, A. Chamorroa, "Exploring the adoption of generative artificial intelligence tools among university teachers," *Higher Education Research & Development*, pp. 1–17, 2025. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0342853>