

Cabero-Almenara, J., Pedraza-Goyeneche, C.E., Fredy-Montes, J. & Palacios-Rodríguez, A. (2026). Conocimiento de la Inteligencia Artificial Generativa del profesorado. Modelo predictivo basado en el TPACK para la integración ética de la Inteligencia Artificial Generativa en la Educación Superior. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 29(1), 15-31.

DOI: <https://doi.org/10.6018/reifop.690971>

Conocimiento de la Inteligencia Artificial Generativa del profesorado. Modelo predictivo basado en el TPACK para la integración ética de la Inteligencia Artificial Generativa en la Educación Superior

Julio Cabero-Almenara¹, Clara Esperanza Pedraza-Goyeneche², John Fredy-Montes², Antonio Palacios-Rodríguez¹

¹Universidad de Sevilla, ²Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Resumen

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) se ha incorporado rápidamente en la educación, aportando personalización, tutoría automatizada y evaluaciones más eficientes, pero también generando retos éticos como el sesgo, la privacidad y la integridad académica, que requieren una formación docente informada. Este estudio buscó validar un modelo predictivo que explica la relación entre las dimensiones del modelo TPACK adaptadas a la IAGen y la Evaluación Ética Tecnológica (TEAK). Mediante un enfoque cuantitativo, se aplicó un cuestionario de 25 ítems a 240 docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia. El análisis con Modelado de Ecuaciones Estructurales (PLS-SEM) mostró alta fiabilidad y validez (Alfa de Cronbach: 0,935–0,976). Los docentes presentaron actitudes entre “neutral” y “de acuerdo”, destacando el Conocimiento Tecnológico como la dimensión más fuerte. Los resultados indican que conocer la herramienta no garantiza un uso pedagógico adecuado, por lo que es esencial integrar aspectos éticos y didácticos en la formación docente. El modelo validado se propone como una guía útil para promover un uso ético y reflexivo de la IAGen en la educación universitaria.

Palabras clave

Inteligencia Artificial Generativa; TPACK; Formación docente; Evaluación ética tecnológica; PLS-SEM

Contacto:

Antonio Palacios-Rodríguez, aprodiguez@us.es, Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, C/ Pirotecnia S/N, 41013-Sevilla.

Faculty knowledge of Generative Artificial Intelligence. TPACK-based predictive model for the ethical integration of Generative Artificial Intelligence in Higher Education

Abstract

Generative Artificial Intelligence (GAI) has been rapidly incorporated into education, providing personalisation, automated tutoring and more efficient assessments, but also generating ethical challenges such as bias, privacy and academic integrity, which require informed teacher training. This study sought to validate a predictive model that explains the relationship between the dimensions of the TPACK model adapted to GAI and Technological Ethical Assessment (TEAK). Using a quantitative approach, a 25-item questionnaire was administered to 240 teachers at the National Open and Distance University of Colombia. The analysis with Structural Equation Modelling (PLS-SEM) showed high reliability and validity (Cronbach's Alpha: 0.935–0.976). Teachers presented attitudes ranging from 'neutral' to 'agree', highlighting Technological Knowledge as the strongest dimension. The results indicate that knowledge of the tool does not guarantee appropriate pedagogical use, making it essential to integrate ethical and didactic aspects into teacher training. The validated model is proposed as a useful guide for promoting ethical and reflective use of IAGen in university education.

Key words

Generative Artificial Intelligence; TPACK; Teacher Training; Technological Ethical Assessment; PLS-SEM

Introducción

La IA se ha incorporado a las instituciones educativas a una velocidad sin precedentes, tendencia que seguirá aumentando. Esto se debe a: a) su integración como capa transversal en la mayoría de las herramientas digitales; b) la democratización derivada de la IAGen y del uso del lenguaje natural; y c) su capacidad para generar contenidos diversos, lo que ha impulsado su adopción docente (Chiu, 2023; Mena-Guacas et al., 2024).

La IAGen abre nuevas posibilidades para la mejora docente, la innovación y la personalización del aprendizaje (Sahar & Munawaroh, 2025; Vorobyeva et al., 2025). Entre sus beneficios destacan la tutorización inteligente (Albarran, 2023), la automatización y personalización de evaluaciones (Celik et al., 2022), la generación de contenidos (Giannini, 2023) y el apoyo a la investigación (Pedreño et al., 2024), favoreciendo una enseñanza más eficiente y adaptativa.

No obstante, su integración exige profesorado bien formado, cuya preparación en IA sigue siendo limitada y desigual, especialmente en dimensiones pedagógicas y éticas (Murtiningsih et al., 2024; Funa & Gabay, 2025). La formación debe ser continua, y las creencias pedagógicas influyen en su adopción, siendo más proclives los docentes de orientación constructivista (Choi et al., 2023; Cabero-Almenara et al., 2024; 2025).

La expansión de la IA genera inquietudes éticas: los modelos pueden reproducir sesgos y comprometer la equidad (Abellá, 2024). Se requieren garantías sobre privacidad, transparencia algorítmica e integridad académica (Vélez et al., 2024; Sullivan et al., 2023). La UNESCO (2021) destaca que privacidad, sesgo e inclusión deben guiar las políticas educativas.

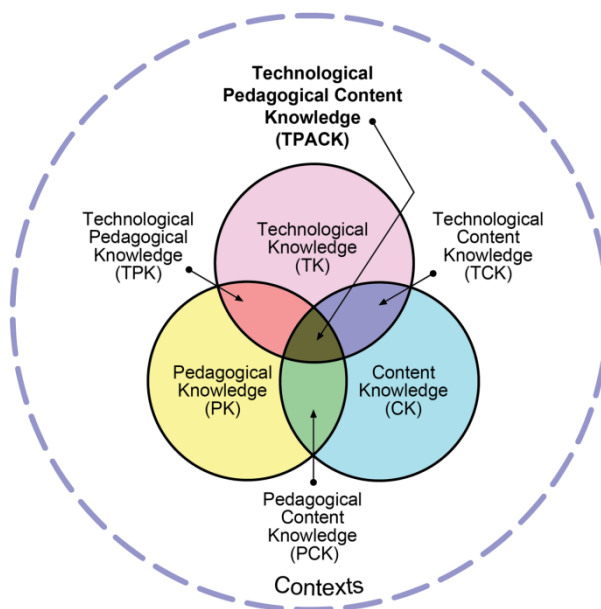
El reto, como señalan Bond et al. (2024), es usar la IA con rigor y ética. Por ello, Lan et al. (2025) proponen incorporar el componente ético al modelo TPACK mediante el marco GenAI-TPACK. En línea con ello, Cabero-Almenara et al. (2026) y Celik (2023) muestran que la dimensión ética es clave para una innovación educativa crítica y reflexiva.

Así, la cuestión no es solo formar al docente, sino definir modelos pedagógicos adecuados. Temitayo, Adekunle y Tolorunleke (2024) evidencian que la percepción e intención de uso dependen de actitudes, normas subjetivas y control percibido, reforzando la necesidad de programas formativos basados en marcos teóricos sólidos.

IA-TPACK

Diversos son los modelos propuestos tanto para la formación del profesorado en las TIC, como para integrarlas en el proceso instruccional: “Pasivo, Interactivo y Creativo - Reemplazo, Amplificación y Transformación” (PICRAT - Kimmons, Graham & West, 2020), “Sustitución – Aumento – Modificación – Redefinición” (SAMR - Puentedura, 2014a y b), o la “Matriz de Integración Tecnológica” (TIM – Harmes et al, 2016). Pero de todos ellos el más utilizado y consolidado es el TPACK “Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK - Mishra & Koehler, 2006) (Figura 1).

Figura 1.
Modelo del TPACK (Mishra & Koehler, 2006)



El modelo permite reflexionar sobre los diferentes tipos de conocimientos que necesitan los docentes para incorporar las TIC en la instrucción eficazmente; en concreto estos conocimientos son: tecnológicos, pedagógicos y contenido o disciplinar. Siendo lo significativo del modelo que los conocimientos no influyen de forma aislada, sino en interacción (Figura 1), de manera que se tienen diferentes conocimientos: pedagógico (PK), de contenido (CK), tecnológico (TK), pedagógico y de contenido (PCK), tecnológico y de contenido (TCK), tecnológico pedagógico (TPK), y un conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK).

El aval del modelo viene porque existe un amplio volumen de investigaciones sobre el TPACK (Schmid et al., 2024) y por el amplio número de revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre ellas.

Pero lo significativo del modelo es que ha ido dejando perspectivas generalistas respecto a las TIC, para aplicarse al análisis de tecnologías concretas: formación on-line (Akram et al., 2021), Shin & Kim, 2024; Thohir et al., 2023), la realidad virtual (Thohir et al., 2021), o al vídeo (Suharmanto et al., 2025).

Por lo que se refiere a la IA y a la IAGen, en los últimos tiempos han aparecido una diversidad de trabajos que la relacionan con el modelo TPACK (Celik, 2023; Choudhury et al., 2024; Ning et al., 2024; Paidecán & Arredondo, 2024; Lan, et al., 2025).

Los hallazgos resaltan la necesidad de un desarrollo profesional específico sobre la ética de la IA, la formulación de políticas colaborativas y un enfoque multidisciplinario para promover el uso ético de la IA en la educación superior. Los hallazgos resaltan la necesidad de un desarrollo profesional específico sobre la ética de la IA, la formulación de políticas colaborativas y un enfoque multidisciplinario para promover el uso ético de la IA en la educación superior.

Método

Objetivos

El objetivo general de este estudio es Analizar la estructura del modelo TPACK ampliado con la evaluación ética tecnológica (TEAK) y determinar su influencia en la integración de la inteligencia artificial generativa (IAGen) en la práctica docente, mediante modelado de ecuaciones estructurales (PLS-SEM), así como explorar diferencias en función del género y el área de conocimiento del profesorado.

Del cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar la fiabilidad y validez del modelo de medida del TPACK y de la dimensión de evaluación ética (TEAK), comprobando la adecuación de las cargas factoriales, la consistencia interna, la validez convergente y la validez discriminante.
2. Analizar las relaciones estructurales entre las dimensiones del modelo TPACK y TEAK, identificando la fuerza e influencia de cada constructo (TK, TPK, TCK, TPACK, TEAK) sobre la integración docente de IAGen mediante el análisis de coeficientes de trayectoria y su significancia.
3. Examinar la capacidad predictiva y el ajuste global del modelo estructural.
4. Identificar posibles diferencias significativas en las dimensiones del modelo TPACK y TEAK en función del género de los docentes.
5. Determinar si existen diferencias significativas en las dimensiones del modelo en función del área de conocimiento del profesorado.

Muestra

La muestra estuvo compuesta por 240 docentes que trabajan en la modalidad a distancia y virtual de la “Universidad Nacional Abierta y a Distancia” (UNAD-Colombia) en diferentes Escuelas que pertenecen a distintas áreas de conocimiento y que participaron de manera voluntaria. El muestreo utilizado fue del tipo por conveniencia (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En cuanto a la distribución por género, el 51,7% eran mujeres (n = 124) y el 48,3% hombres (n = 116). Respecto a la rama de conocimiento en la que cursaron sus estudios,

se observa una composición heterogénea: Ingeniería y Arquitectura (29,2%) y Artes y Humanidades (28,7%) son las áreas con mayor representación, seguidas por Ciencias (19,2%), Ciencias Sociales y Jurídicas (15,0%) y, en menor medida, Ciencias de la Salud (7,9%).

Instrumento

El instrumento constó de dos partes: una para contextualizar la muestra (género, área de estudios y autovaloración del dominio técnico en IAGen) y otra con 25 ítems: 21 para analizar dimensiones del modelo TPACK y cuatro para la evaluación ética tecnológica (TEAK). Los ítems fueron tipo Likert de cinco opciones. Su construcción se basó en Cabero-Almenara (2014), Celik (2023) y Saz-Pérez et al. (2024).

Las dimensiones (Celik, 2023) se definieron así:

- ☐ TK: conocimiento tecnológico-instrumental del docente para interactuar con herramientas basadas en IAGen y aprovechar sus potencialidades.
- ☐ TPK: conocimiento pedagógico sobre las posibilidades didácticas de la IAGen (retroalimentación personalizada, tutorización, interpretación de mensajes, etc.).
- ☐ TCK: conocimiento sobre herramientas de IAGen aplicables al propio campo disciplinar y su uso para actualizar contenidos.
- ☐ TPACK: capacidad para seleccionar y utilizar herramientas basadas en IAGen para implementar estrategias y metodologías acordes a los objetivos docentes.
- ☐ Dimensión ética: “mide la evaluación del profesorado respecto a la decisión sobre las herramientas basadas en IA [...]: transparencia, equidad, rendición de cuentas e inclusión”.

Procedimiento de análisis de los datos

Para el análisis de datos se utilizó el modelado de ecuaciones estructurales (SEM) mediante mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) con SmartPLS v.4, adecuado para modelar relaciones complejas entre variables latentes y observadas, permitiendo evaluar el modelo TPACK y su influencia en la evaluación ética y la integración de la IAGen.

El análisis se realizó en dos fases. Primero, se examinó el modelo de medida: cargas factoriales ($\geq 0,70$), consistencia interna mediante alfa de Cronbach y fiabilidad compuesta ($CR > 0,70$), validez convergente mediante AVE ($> 0,50$) y validez discriminante usando el criterio de Fornell-Larcker.

En segundo lugar, se evaluó el modelo estructural mediante bootstrapping (5000 remuestreos), analizando la significancia y tamaño de las trayectorias, los coeficientes R^2 para la varianza explicada y los valores f^2 para el efecto de los predictores. También se empleó el SRMR como indicador global de ajuste ($\leq 0,08$). Este procedimiento ha mostrado alta eficacia en estudios sobre tecnologías e IA (Ning et al., 2024; Cabero-Almenara et al., 2026).

Finalmente, para analizar diferencias según género y área de conocimiento en las dimensiones TPACK, se aplicaron las pruebas no paramétricas U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis.

Resultados

En la tabla 1 se ofrecen las puntuaciones medias y desviaciones típicas alcanzadas en cada una de las dimensiones.

Tabla 1.
Medias y desviaciones de las dimensiones del cuestionario.

	M	D. Tip.
Conocimiento Tecnológico (TK)	3,47	,943
Interacción entre el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico (TPK)	3,35	,937
Interacción entre el Conocimiento Tecnológico y de Contenido (TCK)	3,33	,986
Evaluación ética tecnológica (TEAK)	3,11	,979
Interacción entre el Conocimiento Tecnológico Pedagógico y de Contenido (TPACK)	3,19	1,011

Las puntuaciones medias alcanzadas indican que los docentes se situaron mayoritariamente entre los niveles “neutral” y “de acuerdo”, obteniéndose la media más alta en el conocimiento tecnológico.

A continuación, se presentan los análisis que dan respuesta al Objetivo Específico 1, orientado a evaluar la fiabilidad y validez del modelo de medida. Para iniciar el proceso de validación de la estructura factorial del modelo, se realizó un análisis de cargas factoriales de los ítems, asegurando que todas las cargas se aproximaran al valor de 0,70 (Carmines & Zeller, 1979), lo que garantiza una adecuada validez convergente (Tabla 2).

Tabla 2.
Cargas factoriales.

	TCK	TEAK	TK	TPACK	TPK
TCK1	0.947				
TCK2	0.955				
TCK3	0.972				
TCK4	0.927				
TEAK1		0.919			
TEAK2		0.952			
TEAK3		0.917			
TEAK4		0.914			
TK1			0.913		
TK2			0.925		
TK3			0.909		
TK4			0.913		
TPACK1				0.932	
TPACK2				0.919	
TPACK3				0.958	
TPACK4				0.949	
TPACK5				0.954	
TPACK6				0.957	
TPK1					0.721
TPK2					0.826
TPK3					0.877
TPK4					0.897
TPK5					0.914
TPK6					0.894
TPK7					0.922

Como se observa, todas las cargas factoriales superan el umbral de 0,70, lo que respalda la validez convergente del modelo de medida. En particular, TCK presenta las cargas más

elevadas (0,927–0,972), seguido de TPACK (0,919–0,958), TEAK/Ética (0,914–0,952) y TK (0,909–0,925), evidenciando una asociación muy sólida entre los ítems y sus constructos latentes. El factor TPK muestra cargas altas, pero algo más heterogéneas (0,721–0,922); aun así, incluso su valor más bajo (TPK1 = 0,721) permanece dentro de los estándares de aceptación.

Tras confirmar que las cargas factoriales cumplen con el umbral recomendado, se procede a evaluar la consistencia interna de los constructos con el fin de garantizar la fiabilidad del modelo de medida. Esta consistencia se analiza mediante los coeficientes alfa de Cronbach, fiabilidad compuesta (CR) y varianza media extraída (AVE). Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.
Consistencia interna.

	Alfa de Cronbach	Fiabilidad compuesta (CR)	Varianza media extraída (AVE)
TCK	0.964	0.974	0.903
TEAK	0.944	0.960	0.857
TK	0.935	0.954	0.837
TPACK	0.976	0.980	0.893
TPK	0.944	0.955	0.752

Los resultados evidencian que todos los constructos cumplen holgadamente con los criterios establecidos para garantizar la fiabilidad y validez convergente del modelo de medida (Bagozzi & Yi, 1988). En primer lugar, porque los valores de alfa de Cronbach oscilan entre 0,935 y 0,976, superando ampliamente el umbral recomendado de 0,70, lo que indica una alta consistencia interna en cada dimensión. De manera similar, los índices de fiabilidad compuesta (CR) se sitúan entre 0,954 y 0,980, confirmando la estabilidad y coherencia de los ítems que componen cada constructo. Todos estos valores indican un alto nivel de fiabilidad de acuerdo con (Mateo, 2004).

En cuanto a la varianza media extraída (AVE), todos los valores son superiores a 0,75, alcanzando incluso cifras cercanas a 0,90 en algunos casos (p. ej., TCK = 0,903), lo que garantiza una adecuada validez convergente, dado que cada constructo explica más del 50% de la varianza de sus indicadores.

Una vez establecida la consistencia interna, se evaluó la validez discriminante mediante el criterio de Fornell–Larcker (Tabla 4). De acuerdo con este criterio, un constructo debe compartir más varianza con sus propios indicadores que con otros constructos del modelo para ir estableciendo su validez y consistencia. Esto se confirma cuando la raíz cuadrada del AVE para cada constructo (valores en la diagonal) es mayor que las correlaciones entre constructos (valores fuera de la diagonal).

Los resultados confirman la validez discriminante del modelo. Se observa que la raíz cuadrada del AVE para cada constructo (valores en la diagonal) es superior a las correlaciones entre constructos (valores fuera de la diagonal), cumpliendo así con el criterio establecido. Por ejemplo, para el constructo TCK, el valor en la diagonal es 0.950, mayor que sus correlaciones con TEAK (0.851), TK (0.831), TPACK (0.912) y TPK (0.924). Este patrón se repite en todos los casos, lo que indica que cada constructo comparte más varianza con sus propios indicadores que con otros constructos del modelo. En consecuencia, se puede afirmar que el modelo

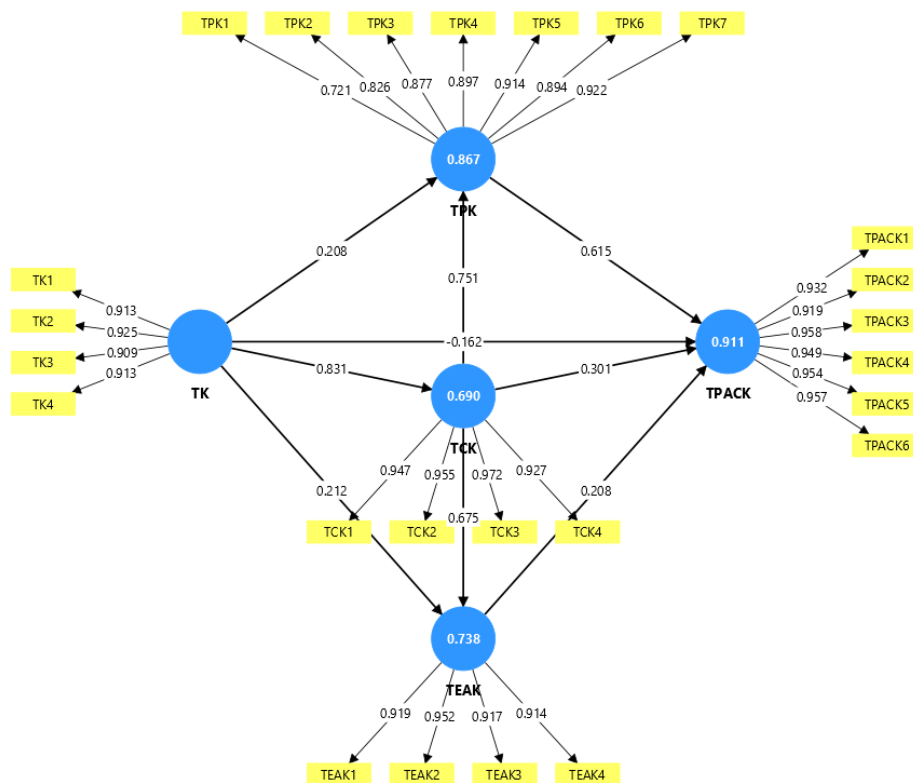
presenta una adecuada validez discriminante, requisito fundamental para la interpretación de las relaciones estructurales en la siguiente fase del análisis.

Tabla 4.
Criterio de Fornell–Larcker.

	TCK	TEAK	TK	TPACK	TPK
TCK	0.950				
TEAK	0.851	0.926			
TK	0.831	0.773	0.915		
TPACK	0.912	0.873	0.761	0.945	
TPK	0.924	0.868	0.832	0.939	0.867

En este apartado se abordan los resultados correspondientes al Objetivo Específico 2, centrado en analizar las relaciones estructurales entre las dimensiones del modelo. Una vez validado el modelo de medida, se procede al análisis del modelo estructural con el fin de contrastar las relaciones hipotetizadas entre los constructos mediante modelado de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) (Figura 2). Este análisis permite examinar la fuerza y significancia de los coeficientes de trayectoria, lo que posibilita evaluar la capacidad predictiva del modelo.

Figura 2.
Modelo estructural



Los coeficientes de trayectoria indican asociaciones significativas y, en su gran mayoría, positivas entre las dimensiones. Por lo que se refiere al “Conocimiento tecnológico” (TK) muestra una fuerte relación con TCK ($\beta = 0.831$), y una relación moderada con TPK ($\beta = 0.208$) y con TEAK ($\beta = 0.212$), por el contrario, ha mostrado una relación negativa con el TPACK ($\beta = -0.162$).

Asimismo, TPK (Interacción entre el Conocimiento Tecnológico y Pedagógico) presenta un efecto sustancial sobre TPACK ($\beta = 0.615$), confirmando su papel central en la integración efectiva de IAGen en la enseñanza.

Las relaciones entre el “Interacción entre el Conocimiento Tecnológico y de Contenido” (TCK), con el TPK ($\beta = 0.751$), TEAK ($\beta = 0.675$), y TPACK ($\beta = 0.301$) son todas relevantes y positivas.

Finalmente hay que señalar que la relación entre la “Evaluación ética tecnológica” (TEAK) y el TPACK es positiva con un valor de ($\beta = 0.301$).

Es significativo señalar que todos los valores de carga factorial en los indicadores son elevados y oscilan entre el valor 0.721 (TPK1) y 0.958 (TPACK3), situándose la gran mayoría en valores superiores a 0,9.

Para evaluar la significancia estadística de los coeficientes de trayectoria, se aplica el método de bootstrapping con 5000 remuestreos (Tabla 5). Los coeficientes de trayectoria (β) representan la fuerza y dirección de las relaciones entre los constructos del modelo, mientras que los valores t y p indican la significancia estadística de dichas relaciones. Un coeficiente β más elevado sugiere una mayor influencia de la variable predictora sobre la variable dependiente.

Tabla 5.
Coeficientes de trayectoria.

	Muestra original (O)	Media muestral (M)	Desviación estándar (STDEV)	Estadístico t (O/STDEV)	Valores p
TCK->TEAK	0.675	0.672	0.104	6.497	0.000
TCK->TPACK	0.301	0.296	0.095	3.174	0.002
TCK->TPK	0.751	0.753	0.072	10.453	0.000
TEAK->TPACK	0.208	0.230	0.125	1.663	0.096
TK->TCK	0.831	0.831	0.037	22.257	0.000
TK->TEAK	0.212	0.215	0.104	2.042	0.041
TK->TPACK	-0.162	-0.149	0.078	2.075	0.038
TK->TPK	0.208	0.205	0.080	2.615	0.009
TPK->TPACK	0.615	0.587	0.164	3.760	0.000

Los resultados indican que la mayoría de las relaciones hipotetizadas son estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Destacan las asociaciones entre TK→TCK ($\beta = 0.831$, $t = 22.257$, $p = 0.000$) y TCK→TPK ($\beta = 0.751$, $t = 10.453$, $p = 0.000$), que presentan los efectos más fuertes, lo que confirma la relevancia del conocimiento tecnológico como base para el desarrollo de competencias específicas y pedagógicas. Asimismo, la relación TPK→TPACK ($\beta = 0.615$, $t = 3.760$, $p = 0.000$) evidencia el papel central del conocimiento tecnológico-pedagógico en la integración efectiva de IA en la enseñanza.

Por otro lado, la relación TEAK→TPACK ($\beta = 0.208$, $p = 0.096$) no alcanza significancia estadística al nivel convencional ($p < 0.05$), lo que sugiere que la evaluación ética, aunque importante, no ejerce en nuestro caso un efecto directo robusto sobre TPACK en este modelo. En conjunto, los resultados respaldan la mayoría de las hipótesis planteadas, confirmando la estructura teórica del modelo y su capacidad predictiva.

El análisis que sigue responde al **Objetivo Específico 3**, orientado a valorar la capacidad predictiva y el ajuste global del modelo estructural. Para evaluar el ajuste global del modelo, se analizó la Raíz Cuadrada Media Residual Estandarizada (SRMR), obteniéndose un valor de 0.054. Este resultado indica un buen ajuste del modelo, ya que se encuentra por debajo del umbral recomendado de 0.08 en la literatura sobre PLS-SEM (Bagozzi & Yi, 1988). Un valor bajo de SRMR sugiere una discrepancia mínima entre las matrices de covarianzas observadas y estimadas, lo que respalda la adecuación del modelo propuesto.

Los siguientes resultados permiten dar respuesta al **Objetivo Específico 4**, centrado en identificar diferencias en las dimensiones del modelo en función del género. A continuación, para conocer si existían diferencias significativas en relación con la variable género y las distintas dimensiones del modelo TPACK más la evaluación ética, se aplicó la prueba estadística no paramétrica U de Mann-Whitney (Tabla 6), para el contraste de la Hipótesis nula (H_0), que hacía referencia a la no existencia de diferencias significativas entre la variable género y las diversas dimensiones del TPACK más la evaluación ética, con un riesgo alfa de equivocarnos de $p \leq .05$.

Tabla 6.

Estadísticos U de Mann-Whitney para la variable género.

	TK	TPK	TCK	TEAK	TPACK
U de Mann-Whitney	6726,500	6983,500	6770,000	6988,500	6705,500
W de Wilcoxon	14476,500	14733,500	14520,000	14738,500	14455,500
Z	-,872	-,389	-,794	-,382	-,911
Sig. asin. (bilateral)	,383	,697	,427	,702	,362

Los valores alcanzados, no permiten rechazar ninguna de las H_0 formuladas. En consecuencia, se puede afirmar que no hay diferencias significativas a $p \leq .05$, en función del género en ninguna de las dimensiones consideradas.

Finalmente, este apartado da respuesta al **Objetivo Específico 5**, dirigido a analizar las diferencias en las dimensiones del modelo según el área de conocimiento del profesorado. Para conocer si había diferencias significativas en función del área de conocimiento en la cual habían cursado sus estudios los docentes encuestados y las diferentes dimensiones del TPACK más la evaluación ética, se aplicó la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 7). De nuevo la H_0 hacía alusión a la no existencia de diferencias significativas a $p \leq .05$.

Tabla 7.

Estadístico de Kruskal Wallis para la variable área de conocimiento.

	TK	TPK	TCK	TEAK	TPACK
H de Kruskal-Wallis	8,736	11,024	9,255	12,393	8,580
Gl	4	4	4	4	4
Sig. asin.	,068	,026	,055	,015	,073

Los resultados alcanzados solo permiten rechazar la H_0 de no existencia de diferencias significativas en TPK y TEAK, a un nivel de $p \leq .05$. Para conocer a favor de qué áreas de conocimiento se daban las diferencias se aplicó la prueba de rangos (Tabla 8).

Tabla 8.
Rango promedio por rama de conocimiento.

		f	Rango promedio
TPK	Artes y Humanidades	69	121,22
	Ciencias	46	116,87
	Ciencias de la Salud	19	81,16
	Ciencias Sociales y Jurídicas	36	111,68
	Ingeniería y Arquitectura	70	137,39
	Total	240	
TEAK	Artes y Humanidades	69	118,78
	Ciencias	46	111,96
	Ciencias de la Salud	19	82,00
	Ciencias Sociales y Jurídicas	36	117,22
	Ingeniería y Arquitectura	70	139,94
	Total	240	

Tanto en el caso del TPK como del TEAK, se podrían establecer dos grandes grupos: “Ingeniería y Arquitectura” respecto al resto de áreas de conocimiento, y “Artes y Humanidades” y “Ciencias” y “Ciencias Sociales y Jurídicas” respecto a los de “Ciencias de la Salud”.

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para comprender las relaciones entre las dimensiones del modelo TPACK referido a los conocimientos que los docentes deben tener para el uso educativo de la IAGen en particular, y también de forma concreta la significación de un componente ético para su uso educativo. Aspecto este último que viene siendo reclamado por diferentes instituciones como autores.

El estudio destaca tanto la fiabilidad del instrumento como la robustez del modelo estructural propuesto. Coincidiendo los resultados con los hallazgos alcanzado por otros autores cuando han relacionado el modelo TPACK con la IAGen (Celik, 2023; Saz-Pérez et al., 2024; Hava & Babayiğit, 2025).

La alta fiabilidad encontrada confirma su capacidad para medir de forma consistente diferentes dimensiones del modelo TPACK y en su valoración cuando el mismo se centra en la IAGen. Los valores obtenidos no solo superan los estándares recomendados, sino que también coinciden con investigaciones previas, como las de Celik (2023), Saz-Pérez et al. (2024), consolidando el presente estudio las propuestas anteriormente realizadas, y la estadística de las ecuaciones estructurales en contextos educativos (Sampeiro, 2019) para la validación de modelos educativos.

El modelo estructural propuesto ha demostrado ser robusto y bien fundamentado, ya que, por una parte, no presenta relaciones negativas entre las dimensiones, y por otra, todas las

dimensiones se explica con un alto porcentaje del resto de variables del modelo, lo cual era lógico por la tradición que en el terreno de la investigación educativa tiene la propuesta que formularon en su momento por Mishra & Koehler (2006), pero el presente estudio refuerza el modelo del TPACK más la evaluación ética centrada en la IAGen. Al mismo tiempo, el hecho de que en todos los valores de carga factorial en los indicadores sean elevados repercute también en la solidez, tanto en el modelo como en los ítems utilizados. Lo cual refuerza la idea de la utilidad del instrumento elaborado para el diagnóstico de los conocimientos del docente sobre la IAGen, así como las estrategias de formación que se pueden establecer. Por otra parte, y como señalan Celik et al. (2022), las promesas y los desafíos de la IA para el profesorado requieren herramientas de medición sólidas, y este estudio aporta evidencia empírica en ese sentido.

Respecto a los conocimientos mostrados por los docentes en todas las dimensiones, la investigación pone de manifiesto que los docentes poseen un nivel de formación que podría clasificarse de nivel medio, sobresaliendo ligeramente su dominio en el conocimiento tecnológico, hecho que coincide con los resultados encontrados por otros autores (Ibragimov et al., 2025). Esto último podría explicarse por la facilidad que supone la interacción con la IAGen, ya que se hace mediante lenguaje natural. Por otra parte, pone también de manifiesto que, salvo la relación del conocimiento tecnológico con la interacción entre el conocimiento tecnológico y de contenido, que es alta, y podría explicarse por la utilidad de la IAGen para generar contenidos solicitados por el docente, con el resto de dimensiones y con la evaluación ética, es baja e incluso negativa con el TPACK; en este último caso, el resultado coincide con los obtenidos en el metaanálisis efectuado por Paidecán & Arredondo (2024), que encuentran que el conocimiento tecnológico sobre la IA presenta poca influencia en TPACK-IA.

Por lo que se refiere a la significación de las relaciones en las dimensiones en las que se incorpora el conocimiento tecnológico y de contenido” (TCK), con el TPK ($\beta = 0.751$), TEAK ($\beta = 0.675$) y TPACK ($\beta = 0.301$), son todas relevantes y positivas. Hallazgo que coincide con lo obtenido por Lan et al. (2025) en su investigación.

Lo obtenido supone que no es suficiente con dominar instrumentalmente las herramientas de la IAGen para su incorporación de forma eficaz y ética a la enseñanza. Siendo necesaria, como apunta Abella (2024), que la formación docente en la era de la IA debe comenzar reforzando el conocimiento conceptual del profesorado antes de la práctica.

Un aspecto que se identifica como oportunidad para el fortalecimiento de las competencias docentes se relaciona con la dimensión de “Evaluación ética tecnológica” de la IAGen, en la cual los docentes manifestaron menor nivel de dominio. Este hallazgo sugiere la necesidad de continuar promoviendo procesos de cualificación que les permitan desarrollar criterios más sólidos para valorar la equidad, la inclusión y el respeto a las diferencias individuales en el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa. Este resultado conecta con la necesidad de una reflexión ética más rigurosa sobre el uso de la IA en la educación superior, como señalan Bond et al. (2024) y la European Commission (2022).

La investigación pone de manifiesto la no existencia de diferencias significativas en las diferentes dimensiones del TPACK más la evaluación ética tecnológica respecto al género de los estudiantes. Este resultado coincide con otros trabajos en los cuales o no se encontraron diferencias significativas entre el género de los docentes, o si se encontraron, su efecto fue muy moderado, y su percepción y aceptación de diferentes herramientas de la IAGen como el ChatGPT (Das & J.V., 2024; Katsantonis & Katsantonis, 2024; Strzelecki & ElArabawy, 2024; Haziq et al., 2025). Ello sugiere que tal variable no empieza a ser discriminante en los contextos universitarios, como está ocurriendo con una diversidad de tecnologías.

Por lo que se refiere a la influencia de la significación de los estudios realizados en la investigación, se ha encontrado la existencia de una diferenciación en función de los mismos, siendo los docentes que se formaron en la rama de conocimiento “Ingeniería y Arquitectura” los que presentan valoraciones más altas respecto a la IAGen, hecho que coincide con lo encontrado por otros investigadores (Ruiz et al., 2024; Nikolic et al., 2025; Yan, Z. & Qianjun, T., 2025). Ello supone una llamada de atención para las instituciones universitarias que deseen incorporar la IA en el aprendizaje, pues deben prestarles especial atención a los estudios no STEM.

La investigación presenta una serie de limitaciones: a) el uso de un cuestionario de autoinforme puede introducir sesgos relacionados con la interpretación de las preguntas, la honestidad de las respuestas o con la sobrevaloración de la persona que lo realiza (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018); b) el procedimiento de selección de la muestra no fue aleatorio, lo cual limita la generalización de los resultados; y c) los resultados se obtuvieron en una única Universidad, y aunque los docentes habían estudiado contenidos de diferentes áreas de conocimiento, existió una asimetría en la participación, señalando que ciertos grupos podrían haber sido más propensos a responder, en particular aquellos con mayor interés o confianza en la IAGen.

Como líneas futuras de investigación se proponen: a) replicarlo en otras universidades para evaluar la consistencia de los resultados en diferentes contextos educativos y culturales; b) comparar los conocimientos de los docentes en la IAGen en modalidades presenciales y a distancia, lo que proporcionaría una mayor información para el afianzamiento del modelo; c) la incorporación de variables sociodemográficas, como el género, la edad, la experiencia profesional y el campo de especialización, para identificar su influencia en las dimensiones del modelo y enriquecer el análisis; y d) replicarla pero contemplando todas las dimensiones del TPACK, en la línea de lo realizado por Ning, et al, (2024).

Referencias

- Akram, H., Yingxiu, Y., Al-Adwan, A., & Alkhalifah, A. (2021). Technology integration in higher education during COVID-19: An assessment of online teaching competencies through Technological Pedagogical Content Knowledge model. *Frontiers in Psychology*, 12, 736522. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.736522>
- Albarran, E. (2023). *Hacia una educación personalizada y adaptativa: la disrupción de la inteligencia artificial*. Centro Internacional de Educación Continua - Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Bagozzi, R., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Sciences*, 16, 74–94. <https://doi.org/10.1007/BF02723327>
- Bond, M., et al. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(4), 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Cabero-Almenara, J. (Dir.). (2014). *La formación del profesorado en TIC: modelo TPACK*. SAV de la Universidad de Sevilla.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Guillén-Gámez, D., & Palacios, A. (2025). Creencias pedagógicas docentes y su aceptación de la inteligencia artificial en la educación

- superior: Un estudio comparativo entre países. *Aula Abierta*, 54(3), 257–268. <https://doi.org/10.17811/rifie.21273>
- Cabero-Almenara, J., Palacios Rodríguez, A., Llorente-Cejudo, C., & Barroso-Osuna, J. (2026). Aceptación de ChatGPT en educación superior: Actitudes y percepciones del modelo UTAUT2. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 24(1). <https://doi.org/10.15366/reice2025.23.4.001>
- Cabero-Almenara, J., Palacios-Rodríguez, A., Loaiza-Aguirre, M. I., & Andrade-Abarca, P. S. (2024). The impact of pedagogical beliefs on the adoption of generative AI in higher education: Predictive model from UTAUT2. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, 1497705. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1497705>
- Carmines, E., & Zeller, R. (1979). *Reliability and validity assessment*. Sage.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66, 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chiu, T. (2023). The impact of generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive Learning Environments*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253861>
- Choi, S., Jang, Y., & Kim, H. (2023). Influence of pedagogical beliefs and perceived trust on teachers' acceptance of educational artificial intelligence tools. *International Journal of Human Computer Interaction*, 39, 910–922. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2049145>
- Choudhury, S., Prakash, J., Pradhan, P., & Mishra, A. (2024). Validation of the Teachers AI-TPACK Scale for the Indian educational setting. *International Journal of Experimental Research and Review*, 43, 119–133. <https://doi.org/ijerr.2024.v43spl.009>
- Das, S., & J. V. (2024). Perceptions of higher education students towards ChatGPT. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 86–106. <https://doi.org/10.46328/ijte.583>
- European Commission. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in education and training for educators*. Publications Office of the European Union.
- Funa, A., & Gabay, R. (2025). Policy guidelines and recommendations on AI use in teaching and learning: A meta-synthesis study. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101221. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101221>
- Giannini, S. (2023). *Reflections on generative AI and the future of education*. UNESCO.
- Harmes, J., Welsh, J., & Winkelman, R. (2016). A framework for defining and evaluating technology integration in the instruction of real-world skills. En Y. Rosen, S. Ferrara, & M. Mosharraf (Eds.), *Handbook of research on technology tools for real-world skill*

- development (pp. 137–162). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9441-5.ch006>
- Hava, Ö., & Babayiğit, O. (2025). Exploring the relationship between teachers' competencies in AI-TPACK and digital proficiency. *Education and Information Technologies*, 30, 3491–3508. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12939-x>
- Haziq, M., Kalid, M., & Sofwan, M. (2025). Exploring teachers' technological pedagogical content knowledge in utilising artificial intelligence (AI) for teaching. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(1), 136–151. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.1.7>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Research methodology: Quantitative, qualitative and mixed routes*. McGraw-Hill.
- Ibragimov, G., et al. (2025). An analysis of science teachers' use of artificial intelligence in education from a Technological Pedagogical Content Knowledge perspective. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 15(3), e202523. <https://doi.org/10.30935/ojcmte/16594>
- Katsantonis, A., & Katsantonis, I. (2024). University students' attitudes toward artificial intelligence: An exploratory study of the cognitive, emotional, and behavioural dimensions of AI attitudes. *Education Sciences*, 14(9), 988. <https://doi.org/10.3390/educsci14090988>
- Kimmons, R., Graham, C., & West, R. (2020). *The PICRAT Model for technology integration in teacher preparation*. Universidad Brigham Young.
- Lan, G., et al. (2025). Integrating ethical knowledge in generative AI education: Constructing the GenAI-TPACK framework for university teachers' professional development. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13427-6>
- Mateo, J. (2004). Ex post-facto research. En F. Bisquerra (Ed.), *Research methodology* (pp. 195–230). La Muralla.
- Mena-Guacas, A., Vázquez-Cano, E., Fernández-Márquez, E., & López-Meneses, E. (2024). La inteligencia artificial y su producción científica en el campo de la educación. *Formación Universitaria*, 17(1), 155–164. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000100155>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Murtiningsih, S., Sujito, A., & Soe, K. (2024). Challenges of using ChatGPT in education: A digital pedagogy analysis. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(5), 3466–3473. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i5.29467>
- Nikolic, S., et al. (2024). A systematic literature review of attitudes, intentions and behaviours of teaching academics pertaining to AI and generative AI (GenAI) in higher education: An analysis of GenAI adoption using the UTAUT framework. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(6), 56–75. <https://doi.org/10.14742/ajet.9643>
- Ning, Y., et al. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16, 978. <https://doi.org/10.3390/su16030978>

- Paidecán, M., & Arredondo, P. (2024). A inteligência artificial em contextos de conhecimento técnico pedagógico do conteúdo (TPACK): Uma revisão da literatura. *Panorama*, 18(35). <https://doi.org/10.15765/pkipwv56>
- Pedreño, A., et al. (2024). *La inteligencia artificial en las universidades: retos y oportunidades*. Grupo 1millionbot.
- Perezchica-Vega, J., Sepúlveda-Rodríguez, J., & Román, A. (2024). Inteligencia artificial generativa en la educación superior: Usos y opiniones de los profesores. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-593>
- Puentedura, R. (2014a). *Building transformation: An introduction to the SAMR*. http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/08/22/BuildingTransformation_AnIntroductionToSAMR.pdf
- Puentedura, R. (2014b). *Learning, technology, and the SAMR model: Goals, processes, and practice*. <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/06/29/LearningTechnologySAMRModel.pdf>
- Ruiz, K., Miramontes, M., & Reyna, C. (2024). Percepciones y expectativas de estudiantes universitarios sobre la IAG. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-357>
- Sahar, R., & Munawaroh, M. (2025). Artificial intelligence in higher education with bibliometric and content analysis for future research agenda. *Discover Sustainability*, 6, 401. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01086-z>
- Sampeiro, V. (2019). Ecuaciones estructurales en los modelos educativos: Características y fases en su construcción. *Apertura*, 11(1), 90–103. <https://doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1402>
- Saz-Pérez, F., Pizá-Mir, B., & Lizana-Carrió, A. (2024). Validación y estructura factorial de un cuestionario TPACK en el contexto de Inteligencia Artificial Generativa (IAG). *Hachetetepe*, 28, 1101. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2024.i28.1101>
- Schmid, M., Brianza, E., Mok, S., & Petko, D. (2024). Running in circles: A systematic review of reviews on technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 214, 105024. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105024>
- Shin, Y. C., & Kim, C. (2024). Pedagogical competence analysis based on the TPACK model: Focus on VR-based survival swimming instructors. *Education Sciences*, 14, 460. <https://doi.org/10.3390/educsci14050460>
- Strzelecki, A., & ElArabawy, S. (2024). Investigation of the moderation effect of gender and study level on the acceptance and use of generative AI by higher education students. *British Journal of Educational Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/bjet.13425>
- Suharmanto, F., Hadi, M., & Imawati, S. (2025). Development of integrated animation videos based on TPACK for improving mathematics learning outcomes. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(1), 25–36. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v16i1.25812>

- Sullivan, M., Kelly, A., & McLaughlan, P. (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 31–40. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.117>
- Temitayo, I., Adekunle, M., & Tolorunleke, A. (2024). Investigating pre-service teachers' artificial intelligence perception from the perspective of planned behavior theory. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100202. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100202>
- Thohir, A., et al. (2023). The effects of TPACK and facility condition on preservice teachers' acceptance of virtual reality in science education course. *Contemporary Educational Technology*, 15(2), ep407. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12918>
- Thohir, A., et al. (2021). Exploring the relationship between personality traits and TPACK-Web of pre-service teachers. *Contemporary Educational Technology*, 13(4), ep322. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11128>
- UNESCO. (2021). *International forum on AI and the future of education: Developing competencies for the AI era*. UNESCO.
- Vélez, R., Muñoz, D., Leal, P., & Ruiz, A. (2024). Uso de inteligencia artificial en educación superior y sus implicancias éticas: Mapeo sistemático de literatura. *Hachetetepe*, 28, 1–17. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2024.i28.1105>
- Vorobyeva, K., et al. (2025). Personalized learning through AI: Pedagogical approaches and critical insights. *Contemporary Educational Technology*, 17(2), ep574. <https://doi.org/10.30935/cedtech/16108>
- Yan, Z., & Qianjun, T. (2025). Integrating AI-generated content tools in higher education: A comparative analysis of interdisciplinary learning outcomes. *Scientific Reports*, 15, 25802. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10941-y>