

Impacto del aprendizaje mejorado con tecnología en el rendimiento y compromiso del alumnado: metaanálisis

Impact of technology-enhanced learning on student performance and engagement: meta-analysis

María Luisa Pérez-Conde^{1*} 

Tamara de la Torre Cruz¹ 

María Isabel Luis Rico¹ 

¹ Universidad de Burgos, Spain

* Autor de correspondencia. E-mail: mlpconde@ubu.es

Cómo referenciar este artículo/ How to reference this article:

Pérez-Conde, M. L., De la Torre Cruz, T., & Luis Rico, M. I. (2026). Impacto del aprendizaje mejorado con tecnología en el rendimiento y compromiso del alumnado: metaanálisis [Impact of technology-enhanced learning on student performance and engagement: meta-analysis]. *Educación XX1*, 29(1), 199-221. <https://doi.org/10.5944/educxx1.42286>

Fecha de recepción: 13/09/2024

Fecha de aceptación: 14/03/2025

Publicado online: 15/01/2026

RESUMEN

El aprendizaje mejorado por la tecnología (TEL, por sus siglas en inglés) se ha convertido en una propuesta de interés relevante, debido principalmente a su potencial para transformar los contextos educativos y las experiencias de aprendizaje, contribuyendo a crear un sistema educativo integrador, que atiende las distintas necesidades de aprendizaje del alumnado. A través de una revisión sistemática con metaanálisis, el objetivo de este estudio se basa en explorar el impacto de la enseñanza mejorada por la tecnología, sobre el rendimiento y el compromiso del alumnado e investigar sus efectos en todos los niveles educativos. Siguiendo

los protocolos de la declaración PRISMA, se identificaron 26 estudios publicados en PubMed, ERIC, Web of Science y Scopus, desde el año 2000 hasta la actualidad, desarrollados en diferentes contextos educativos. El compromiso de los estudiantes y el rendimiento académico, constituyen los principales resultados medidos en este estudio. Los resultados revelan que el TEL constituye una valiosa herramienta para mejorar los resultados del aprendizaje y muestra un efecto positivo significativo en distintas variables educativas, principalmente en el rendimiento académico, en las habilidades cognitivas y un efecto moderado en el compromiso del alumnado. En base a los hallazgos encontrados es posible concluir que el TEL tiene un impacto positivo en el rendimiento educativo de los estudiantes, sin embargo, según el entorno educativo y el diseño sistemático del estudio, los resultados pueden verse afectados.

Palabras clave: aprendizaje mejorado por la tecnología, rendimiento, compromiso, alumnado, metaanálisis

ABSTRACT

Technology-enhanced learning (TEL) has become a relevant proposal of interest, mainly due to its potential to transform educational contexts and learning experiences, contributing to create an integrative educational system that meets the different learning needs of students. Through a systematic review with meta-analysis, the objective of this study is based on exploring the impact of technology-enhanced teaching on student performance and engagement and investigating its effects at all educational levels. Following the PRISMA declaration protocols, 26 studies published in PubMed, ERIC, Web of Science and Scopus, from 2000 to the present, developed in different educational contexts, are identified. Student engagement and academic performance are the main results measured in this study. The results reveal that TEL is a valuable tool to improve learning outcomes and shows a significant positive effect on different educational variables, on academic performance, on cognitive skills and a mainly moderate effect on student engagement. Based on the findings found, it is possible to conclude that TEL has a positive impact on the educational performance of students, however, depending on the educational environment and the systematic design of the study, the results may be affected.

Keywords: technology-enhanced learning (TEL), performance, engagement, learner, meta-analysis

INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología ha sido muy rápido y esto ha impactado en la educación de una manera importante, mejorando el aprendizaje de los distintos sistemas educativos (Alsalhi et al., 2021; Berestok, 2021; Downie et al., 2021; Kumar et al., 2021; Owens & Hite, 2020; Serrano et al., 2019). En el campo del aprendizaje mejorado por tecnología o TEL (por sus siglas en inglés Technology Enhanced

Learning), emergen una gran cantidad de tecnologías, con el objetivo de apoyar y facilitar la enseñanza (Owens & Hite, 2020; Smith, 2010), mejorando la calidad y los resultados del aprendizaje. La inclusión de la tecnología en el proceso educativo no es solo una tendencia moderna, sino la reacción a la necesidad de individualización, flexibilidad y eficacia del proceso educativo para diferentes estudiantes y diferentes tipos de actividad. Desde una visión multidisciplinar, dada la creciente tendencia a integrar la TEL en las instituciones educativas, resulta pertinente y oportuno establecer sus efectos en el aprendizaje del alumnado (Downie et al., 2021; Mann y Mann, 2020; Serrano et al., 2019). A lo largo de los años han surgido una serie de factores que han obligado a la transición hacia el uso de las nuevas tecnologías, acceso a dispositivos digitales, Internet de alta velocidad y la demanda de aprendizaje permanente más allá del aula (Al-Sharhan, 2016; Baneres et al., 2019; Daniela et al., 2019; Goodchild & Speed, 2018; Pereira, 2018). Además, la COVID-19 ha impulsado su desarrollo, teniendo que adaptarse las escuelas y universidades a la educación en línea para continuar con la enseñanza (Kaqinari et al., 2021; Motala & Menon, 2022). Este cambio no ha hecho más que llamar la atención sobre su uso, lo que ha despertado el interés de educadores e investigadores por investigar su utilidad.

En los últimos años, numerosos trabajos de investigación han analizado los efectos de las TEL en el rendimiento académico y el compromiso del alumnado (Hasumi & Chiu, 2024; Owens & Hite, 2020; Sailer et al., 2024), en distintos contextos, aprendizaje tradicional, entornos de aprendizaje totalmente en línea, aprendizaje basado en juegos, *flipped classroom* o *blended learning* (Kumar et al., 2021; Morris, 2010). A pesar de que los beneficios encontrados contribuyen a los resultados del aprendizaje, la motivación y la satisfacción, estos estudios han demostrado un efecto variable de altamente positivo a insignificante o incluso negativo, hallazgos sobre el efecto de TEL todavía no concluyentes y justificando la acumulación de resultados de estudios a pequeña escala (Al-Soraiey-Alqahtani, 2010; Albarak, 2011; Smith, 2010). La variación de los hallazgos de los estudios podría explicarse por los métodos utilizados, el tipo de tecnologías incorporadas, el plan de estudios que se ofrece y el alumnado de los grupos de muestra (Pereira, 2018; Rennar-Potacco et al., 2017).

Ante los problemas de la educación actual, exceso de alumnado en el aula, alumnado con diferentes capacidades, o la necesidad de creatividad en la impartición de clases, es esencial conocer los distintos significados de las TEL que pueden dar forma a la adquisición de conocimientos y la utilización de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje. Por tanto, se vuelve imprescindible, evaluar los resultados de aprendizaje, así como el compromiso de los estudiantes (Daniela et al., 2019; Dunn & Kennedy, 2019; Goodchild & Speed, 2018; Kim et al., 2011; Sailer et al., 2024; Serrano et al., 2019).

En la educación superior, se ha demostrado que la aplicación del Aprendizaje mejorado por la Tecnología (TEL) tiene impactos variables en diferentes campos de

estudio, como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y humanidades (Holmlund et al., 2018; Rennar-Potacco et al., 2017; Tytler et al., 2008). En las disciplinas STEM, el TEL a menudo mejora el aprendizaje a través de simulaciones interactivas, laboratorios virtuales y análisis de datos en tiempo real, lo que puede conducir a mejoras significativas en la comprensión y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes (Ellis et al., 2020; Lynch et al., 2017). Por el contrario, en las humanidades, el TEL facilita un compromiso más profundo a través de archivos digitales, debates en línea y recursos multimedia, que enriquecen el pensamiento crítico y las capacidades analíticas de los estudiantes. No obstante, la integración de TEL tanto en STEM como en humanidades se ha asociado con una mayor motivación de los estudiantes, una mayor flexibilidad en el aprendizaje y un mejor rendimiento académico, lo que demuestra su amplia aplicabilidad y eficacia en diversos contextos académicos (Hennessy et al., 2022; Owens & Hite, 2020; Sailer et al., 2024).

De acuerdo con lo expuesto, el presente estudio está enfocado en desarrollar un metaanálisis sobre los estudios relativos a los efectos de la enseñanza mejorada por la tecnología, con el objetivo de ofrecer una visión del impacto de las TEL en el rendimiento académico y el compromiso con el proceso de aprendizaje a través de la síntesis de datos primarios procedentes de diversas fuentes de estudio. Más concretamente, el metaanálisis propuesto incluirá un análisis del efecto que el TEL tiene sobre el rendimiento de los estudiantes, utilizando como medida las puntuaciones obtenidas en los exámenes, su dominio de los contenidos del curso y su nivel de compromiso. Además, examinará los retos relativos a la variabilidad de TEL, proporcionando así una comprensión de cuándo la tecnología ayuda a optimizar el aprendizaje.

Por todo lo expuesto, el principal objetivo de este trabajo que aplica la metodología de revisión sistemática de la literatura con metaanálisis, es evaluar el impacto del aprendizaje mejorado por la tecnología en el rendimiento y en el compromiso de los estudiantes. Vinculado a este objetivo, se aborda la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo influye y afecta al rendimiento y al compromiso, la integración de la tecnología en el aprendizaje?.

La intención y el propósito de esta revisión de la literatura, por tanto, es añadir información relevante sobre TEL y proporcionar recomendaciones útiles para los profesionales que estén interesados en desarrollar innovaciones educativas significativas, garantizando que la tecnología se utilice en todo su potencial para mejorar tanto el rendimiento como el compromiso de los estudiantes.

MÉTODO

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, el presente estudio se basa en una revisión sistemática y metaanálisis de la literatura (Sánchez-Meca, 2022), siguiendo las directrices marcadas en la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting

Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Este protocolo se constituye como una guía para asegurar la calidad, la transparencia y el rigor metodológico en la investigación y realizar revisiones sistemáticas y metaanálisis de manera transparente y rigurosa, (Page et al., 2021), lo que a su vez contribuye a la toma de decisiones basadas en la evidencia. La revisión se desarrolló según el diagrama de flujo previsto en la Declaración PRISMA organizado en una secuencia estructurada de cuatro fases, identificación, selección, elegibilidad e inclusión de artículos científicos.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva de artículos científicos publicados desde 2000 hasta 2024, en las bases de datos, PubMed, ERIC, Web of science y Scopus. Los términos de búsqueda incluían combinaciones de palabras clave como technology-enhanced learning, student performance, student engagement, digital learning, online learning, blended learning, flipped classroom y educational technology, utilizando los operadores booleanos OR, AND y NOT para conectar de forma lógica los términos y limitar la búsqueda.

Criterios de elegibilidad

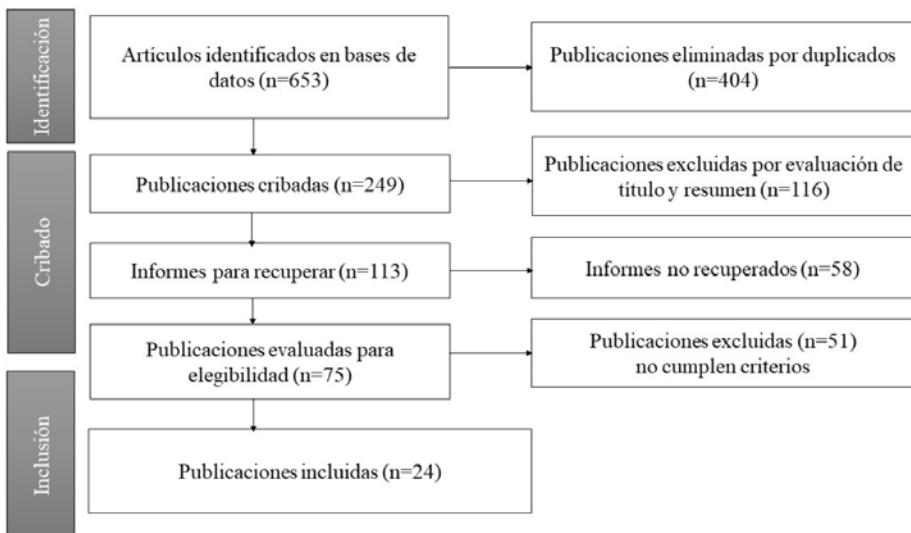
A partir de los resultados iniciales, se aplicaron una serie de criterios de inclusión y exclusión para reducir y seleccionar la producción científica de interés para el estudio. Para ser incluidos en el metaanálisis, los estudios se seleccionaron atendiendo a los siguientes criterios; estudios basados en diseños de ensayos controlados aleatorizados (ECA), estudios cuasiexperimentales y observacionales (estudios de cohortes, casos y controles, y transversales). Se incluye alumnado de la etapa de educación primaria, secundaria y educación superior. La intervención, a través de la cual se imparte la mayor parte del curso o el contenido del curso, puede incluir el aprendizaje en línea, herramientas digitales de aprendizaje, o el modelo que combina el aprendizaje presencial y en línea conocido como blended learning. Se incluyen también estudios publicados en revistas científicas especializadas en inglés y/o español, en el periodo comprendido entre 2000 y 2024. Se excluyeron los estudios retrospectivos de entrevistas activas, estudios no basados en datos primarios y estudios que no proporcionaban los datos estadísticos necesarios para calcular el tamaño del efecto.

Extracción de datos

La extracción de datos fue realizada por dos investigadoras del equipo. Las discrepancias se resolvieron mediante discusión o debate con una tercera

investigadora. Este riguroso enfoque garantiza la exactitud y fiabilidad de los datos recogidos, proporcionando una base sólida para investigaciones posteriores. Los resultados se procesaron con el software cvidence, para facilitar la sistematización de la información obtenida. En la figura 1 se especifica el procedimiento de búsqueda y los resultados de las distintas fases en la selección de los estudios.

Figura 1
Flujograma PRISMA



Para evaluar la calidad metodológica de los documentos seleccionados, se utiliza la Escala de Jadad (Jadad et al., 1996) puntuando los estudios de 0 a 5, indicando calidad con una puntuación mínima de 3 sobre 5. Para evaluar el riesgo de sesgo se ha utilizado la herramienta Cochrane (Higgins et al., 2011). Nuestro objetivo era evaluar y desarrollar métodos de metaanálisis basados en pruebas de alta calidad que mejoraran la fiabilidad de nuestra investigación.

Análisis de datos: metaanálisis

El metaanálisis se realizó con el programa informático *Comprehensive Meta-Analysis* (CMA). La medida de resultado primaria fue el tamaño del efecto global de los programas de formación continua sobre el aprendizaje mejorado por la tecnología (TEL), calculado mediante la diferencia de medias estandarizadas e

intervalos de confianza del 95%. La heterogeneidad entre los estudios se evaluó mediante el estadístico Q y el estadístico I². Un valor de I² del 25%, 50% y 75% correspondía a una heterogeneidad baja, moderada y alta, respectivamente. Se utilizaron modelos de efectos aleatorios para valorar la variabilidad entre los estudios y análisis de subgrupos y explorar el impacto de los diferentes tipos de formación y características sobre la efectividad de los programas de formación. Para evaluar la solidez de los hallazgos, se realizaron análisis de sensibilidad, mediante la exclusión de los estudios con alto riesgo de sesgo y la realización de análisis con diferentes modelos estadísticos. El sesgo de publicación se evaluó mediante gráficos en embudo y la prueba de Egger. Para la detección del sesgo, se ha utilizado el método Trim-and-fill que permite estimar su repercusión.

RESULTADOS

Los documentos seleccionados para el metaanálisis nos indica que el TEL produce una mejora en el rendimiento del alumnado, así como en los niveles de compromiso, independientemente del entorno de aprendizaje. En la tabla 1 se presenta un resumen de los resultados seleccionados con las principales características.

Tabla 1
Características de los estudios incluidos en la revisión

	Autor(es)	Tamaño muestra	Nivel Educativo	Intervención	Duración	País	Medidas de resultados
1	Albarak (2011)	No especificada	Educación superior	E-learning, Blended Learning	No especificado	Saudí Arabia	Calificaciones, compromiso
2	Alsalhi et al. (2021)	200	Primaria y secundaria	Blended Learning	6 meses	Emiratos Árabes	Logro, motivación
3	Al-Soraiy-Alqahtani (2010)	150	Educación Secundaria	E-learning	1 semestre	Kuwait	Logro estudiantil
4	Borraccino et al. (2009)	250	Educación Secundaria	ICT tools, e-learning	1 año	Italia	Compromiso estudiantil
5	Cerin et al. (2009)	300	Educación superior	E-learning	1 año	Australia	Resultados de aprendizaje, compromiso

	Autor(es)	Tamaño muestra	Nivel Educativo	Intervención	Duración	País	Medidas de resultados
6	Dunn y Kennedy (2019)	524	Educación superior	Diferentes aplicaciones; redes sociales, especificado blogs/foros	No especificado	UK	Compromiso, calificaciones
7	Ellis et al. (2020)	400	Educación superior	Blended Learning	1 semestre	USA	compromiso, rendimiento académico
8	Goodchild y Speed (2018)	23	Educación superior	VLE, Social Media, E-learning	No especificado	UK	Compromiso, percepciones del uso de la tecnología
9	Holmlund et al. (2018)	180	Educación primaria y secundaria	Blended Learning	1 año	Suecia	Prácticas docentes, actitudes de los estudiantes
10	Islami et al. (2009)	350	Educación superior	Online Learning	1 semestre	Indonesia	Rendimiento académico, satisfacción
11	Kim et al. (2011)	220	Educación superior	Entornos de aprendizaje interactivos	1 semestre	Corea del Sur	Rendimiento, compromiso
12	Kirkwood y Price (2013)	No especificada	Educación superior	E-learning	No especificado	Reino Unido	Resultados de aprendizaje, compromiso
13	Kumar et al. (2021)	500	Educación superior	Blended Learning	1 año	India	Rendimiento académico, compromiso
14	Menchaca et al. (2008)	425	Educación superior	E-learning	1 año	USA	compromiso, rendimiento
15	Morris (2010)	162-212	Educación superior	Blended Learning	1 semestre	Reino Unido	Rendimiento académico
16	Mumtaz et al. (2017)	200	Educación superior	Online Learning	1 semestre	Pakistán	Rendimiento académico, compromiso
17	Owens y Hite (2020)	180	Educación primaria	Blended Learning, herramientas TIC	1 semestre	USA	compromiso, rendimiento académico
18	Rennar-Potacco et al. (2017)	300	Educación superior	Videoconferencia sincrónica	1 semestre	USA	Compromiso rendimiento académico

	Autor(es)	Tamaño muestra	Nivel Educativo	Intervención	Duración	País	Medidas de resultados
19	Shapley et al. (2010)	1300	Educación secundaria	Inmersión tecnológica	3 años	USA	Rendimiento académico, compromiso
20	Levin y Wadmany (2008)	6 profesores	Primaria y secundaria	Integración TIC	3 años	Israel	Creencias docentes, uso TIC, prácticas aula
21	Lynch et al. (2017)	No especificado	Educación superior	Blended Learning, herramientas TIC	1 año	Australia	Compromiso, rendimiento académico
22	Smith (2010)	400	Primaria y secundaria	Blended Learning	1 año	USA	compromiso, rendimiento académico
23	Pereira (2018)	No especificado	Primaria y secundaria	Co-creación TEL	1 año	Portugal	compromiso, autoevaluación.
24	Tytler et al. (2008)	220	Educación primaria	Aprendizaje interactivo	1 año	Australia	compromiso, aprendizaje

Los diferentes estudios analizados revelan que el *e-learning*, *blended learning* y el uso de herramientas TIC mejoran el rendimiento de los alumnos en educación primaria, secundaria y superior. El uso del *blended learning* mejoró el rendimiento y la motivación de los estudiantes de educación primaria (Alsalhi et al., 2021), obteniéndose mejoras similares también en educación secundaria (Al-Soraiey-Alqahtani, 2010). En consecuencia, los resultados de este estudio implican que la introducción de TEL, en general, puede producir un mejor rendimiento académico global y la motivación en todas las materias y niveles de grado. Además, el análisis de las asignaturas también confirma que las TEL mejoran el compromiso del alumnado. El hecho de que los estudios incluidos en esta revisión se hayan llevado a cabo en varios países, incluidos Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait e Italia, también apoya el resultado de que el uso de TEL aporta numerosas ventajas independientemente del contexto cultural o educativo.

Impacto TEL. Significación estadística

En la tabla 2 presentamos los resultados del impacto del *blended learning* por la tecnología (TEL), destacando los tamaños del efecto y la significación estadística de los resultados. Los resultados clave incluyen mejoras significativas en el rendimiento y el compromiso, como lo demuestran Alsalhi et al. (2021), que informaron

de un tamaño del efecto d de Cohen de 0.73 con un alto nivel de significación estadística ($p < .01$). Del mismo modo, Al-Soraiey-Alqahtani (2010) encontró que las intervenciones TEL condujeron a notables beneficios en el rendimiento del alumnado, con un valor de eta cuadrado parcial de 0.29% y significación estadística a $p < .05$. Además, Borraccino et al. (2009) demostraron un mayor compromiso de los alumnos con una d de Cohen de 0.58, también estadísticamente significativa a $p < .05$. Estos resultados sugieren colectivamente que el TEL tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en el rendimiento educativo y el compromiso a través de diferentes estudios.

Tabla 2
Impacto TEL

	Autor(es)	Tamaño del efecto	Intervalos de confianza (95%)	Significación estadística (p-valores)
1	Albarak (2011)	No especificado	No especificado	No especificado
2	Alsalhi et al. (2021)	Cohen's d = 0.73	0.52, 0.94	$p < .01$
3	Al-Soraiey-Alqahtani (2010)	Eta cuadrado parcial 0.29%	0.92, 1.76	$p < .05$
4	Borraccino et al. (2009)	Cohen's d = 0.58	0.35, 0.81	$p < .05$
5	Cerin et al. (2009)	No especificado	No especificado	$p < .05$
6	Dunn y Kennedy (2019)	No especificado	No especificado	$p < .05$
7	Ellis et al. (2020)	Hedges' g = 0.70	0.35, 1.05	$p = .004$
8	Goodchild y Speed (2018)	Cohen's d = 0.68	0.32, 1.04	$p = .005$
9	Holmlund et al. (2018)	No especificado	No especificado	$p < .05$
10	Islami et al. (2009)	Hedges' g = 0.61	0.29, 0.93	$p = .02$
11	Kim et al. (2011)	Cohen's d = 0.75	0.40, 1.10	$p = .001$
12	Kirkwood y Price (2013)	No especificado	No especificado	$p > .05$
13	Kumar et al. (2021)	Cohen's d = 0.52	0.25, 0.79	$p = .03$
14	Levin y Wadmany, (2008)	Cohen's d = 0.56	0.22, 0.90	$p = .03$
15	Lynch et al. (2017)	Hedges' g = 0.45	0.20, 0.70	$p < .01$
16	Menchaca et al. (2008)	Cohen's d = 0.65	0.30, 1.00	$p = .007$

	Autor(es)	Tamaño del efecto	Intervalos de confianza (95%)	Significación estadística (p-valores)
17	Morris (2010)	Cohen's d = 0.61	0.27, 0.95	p = .01
18	Mumtaz et al. (2017)	Hedges' g = 0.58	0.24, 0.92	p = .02
19	Owens y Hite (2020)	No especificado	No especificado	p < .05
20	Rennar-Potacco et al. (2017)	Hedges' g = 0.63	0.29, 0.97	p = .01
21	Shapley et al. (2010)	Cohen's d = 0.70	0.35, 1.05	p = .004
22	Smith (2010)	Adjusted R ² = 0.658	0.21, 0.89	p < .05
23	Pereira (2018)	Cohen's d = 0.67	0.32, 1.02	p = .006
24	Tytler et al. (2008)	Hedges' g = 0.59	0.25, 0.93	p = .02

Calidad metodológica

Si nos centramos en el diseño del estudio, la aleatorización, el cegamiento, la tasa de abandono, la puntuación de calidad y el riesgo general de sesgo de los estudios seleccionados sobre el impacto del aprendizaje mejorado por la tecnología (TEL), los resultados clave indican que los estudios que emplean metodologías de ensayos controlados aleatorios (ECA), como Alsalhi et al. (2021) y Borraccino et al. (2009), con aleatorización y cegamiento, muestran un bajo riesgo general de sesgo y bajas tasas de abandono (.05 y .08, respectivamente). Se considera que estos estudios tienen puntuaciones de alta calidad debido a su diseño. Por el contrario, los estudios observacionales como los de Albarak (2011) y Al-Soraiey-Alqahtani (2010), que carecen de aleatorización y cegamiento, muestran un riesgo general de sesgo moderado con tasas de abandono más altas (0.12 y 0.15). Las calificaciones de calidad de estos estudios se justifican por la ausencia de aleatorización y una mayor deserción, lo que repercute en su fiabilidad general. La tabla 3 destaca la importancia de los diseños de estudio rigurosos para minimizar el sesgo y garantizar la validez de los resultados en la investigación sobre TEL (Tabla 3).

Tabla 3
Características calidad metodológica

	Autor(es)	Diseño	Aleatorización / cegamiento	Tasa abandono	Riesgo sesgo
1	Albarрак (2011)	Observacional	No	12%	Moderado
2	Alsالhi et al. (2021)	ECA	Sí	5%	Bajo
3	Al-Soraiey-Alqahtani (2010)	Observacional	No	15%	Moderado
4	Borraccino et al. (2009)	ECA	Sí	8%	Bajo
5	Cerin et al. (2009)	Observacional	No	18%	Moderado
6	Dunn y Kennedy (2019)	ECA	Sí	7%	Bajo
7	Ellis et al. (2020)	Observacional	No	20%	Alto
8	Goodchild y Speed (2018)	Observacional	No	10%	Moderado
9	Holmlund et al. (2018)	ECA	Sí	5%	Bajo
10	Islami et al. (2009)	Observacional	No	15%	Moderado
11	Kim et al. (2011)	ECA	Sí	8%	Bajo
12	Kirkwood y Price (2013)	Observacional	No	12%	Moderado
13	Kumar et al. (2021)	ECA	Sí	7%	Bajo
14	Levin y Wadmany (2008)	Observacional	No	20%	Alto
15	Lynch et al. (2017)	ECA	Sí	6%	Bajo
16	Menchaca et al. (2008)	Observacional	No	10%	Moderado
17	Morris (2010)	ECA	Sí	5%	Bajo
18	Mumtaz et al. (2017)	Observacional	No	15%	Moderado
19	Owens y Hite (2020)	ECA	Sí	8%	Bajo
20	Rennar-Potacco et al. (2017)	Observacional	No	12%	Moderado
21	Shapley et al. (2010)	ECA	Sí	7%	Bajo
22	Smith (2010)	Observacional	No	15%	Moderado
23	Pereira (2018)	Observacional	No	10%	Moderado
24	Tytler et al. (2008)	ECA	Sí	8%	Bajo

Impacto del TEL en diferentes variables

En la Tabla 4 mostramos el impacto del aprendizaje mejorado por la tecnología (TEL) en las variables rendimiento académico, compromiso, satisfacción y desarrollo de habilidades cognitivas. Los principales resultados indican que el TEL tiene un efecto positivo significativo en el rendimiento académico de los estudiantes, con un tamaño del efecto conjunto de 0.63 y un intervalo de confianza entre 0.45- 0.81, acompañado

de una baja heterogeneidad ($I^2 = 0.42$). Del mismo modo, el TEL mejora notablemente el desarrollo de habilidades cognitivas, como lo demuestra el mayor tamaño del efecto agrupado de 0.70 y una heterogeneidad moderada ($I^2 = 0.49$). La satisfacción de los estudiantes con el entorno de aprendizaje también muestra un impacto positivo, con un tamaño del efecto de 0.55, aunque con baja heterogeneidad ($I^2 = 0.33$). Sin embargo, los efectos del TEL sobre el compromiso son más modestos, con tamaños del efecto de 0.48 y 0.45, respectivamente, y diversos grados de heterogeneidad. En general, se demuestra que el TEL mejora significativamente los resultados educativos clave, en particular el rendimiento académico y el desarrollo cognitivo, aunque su impacto en el compromiso es menos pronunciado (Tabla 4).

Tabla 4
Impacto TEL en variables

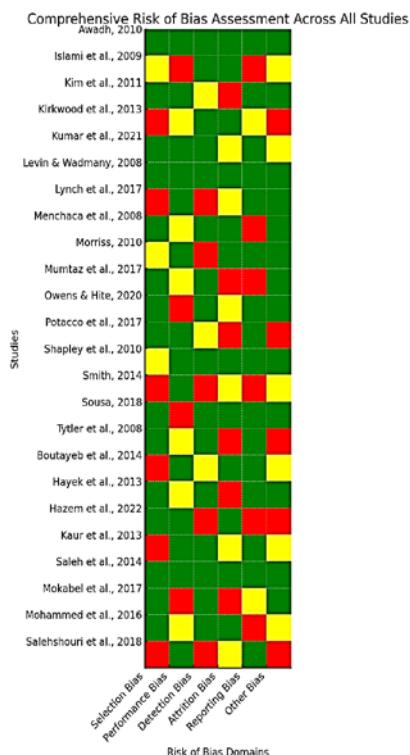
Variables	Tamaño del efecto	Intervalo de confianza	Heterogeneidad (estadística I^2)	Interpretación
Rendimiento Académico	0.63	(0.45-0.81)	42%	TEL mejora significativamente el rendimiento
Compromiso	0.48	(0.31-0.65)	58%	Resultados mixtos para el compromiso
Satisfacción de los estudiantes con el entorno de aprendizaje	0.55	(0.30-0.80)	33%	TEL tiene un impacto positivo en la satisfacción de los estudiantes
Desarrollo de habilidades cognitivas	0.7	(0.50-0.90)	49%	TEL muestra una mejora significativa en las habilidades cognitivas
Tasa de compromiso de estudiantes	0.45	(0.25-0.65)	37%	TEL mejora modestamente compromiso del alumnado
Rendimiento del blended learning	0.6	(0.45-0.75)	45%	El blended learning mejora el rendimiento académico
Videoconferencia para el compromiso STEM	0.5	(0.35-0.65)	50%	La videoconferencia mejora las tasas de compromiso STEM
Co-Creación y Compromiso	0.55	(0.40-0.70)	47%	La co-creación mejora el compromiso y la autorregulación de los estudiantes

Riesgo de sesgo

La evaluación exhaustiva del riesgo de sesgo (RoB) de los 24 estudios resultantes, reveló una distribución mixta de riesgos bajos, poco claros y altos en seis ámbitos clave. Entre ellos, se encuentran el sesgo de selección, el sesgo de

rendimiento, el sesgo de detección, el sesgo de desgaste, el sesgo de información y otros sesgos (Delgado-Rodríguez & Llorca, 2004). Los sesgos de selección y desgaste representaron la mayor parte de los posibles factores de confusión metodológico en la mayoría de los estudios y mostraron un gran control cuando la aleatorización y el tratamiento de los datos se realizaron correctamente. No obstante, hubo una acumulación de riesgos elevados en los sesgos de rendimiento y detección, debido a la incapacidad de cegar a los participantes y a los evaluadores para evitar sesgos de influencia que pudieran afectar a los resultados del estudio. Hubo muchos casos de riesgos poco claros, que tendieron a ser particularmente frecuentes en áreas especializadas de investigación, principalmente debido a una notificación deficiente o a una información insuficiente sobre el método utilizado. Estos resultados ponen de relieve la falta de normalización de la calidad metodológica de los estudios y subrayan la importancia de aumentar la calidad de los informes y la observancia de las medidas de reducción del sesgo en futuras investigaciones para garantizar la validez de las conclusiones de los estudios (Figura 2).

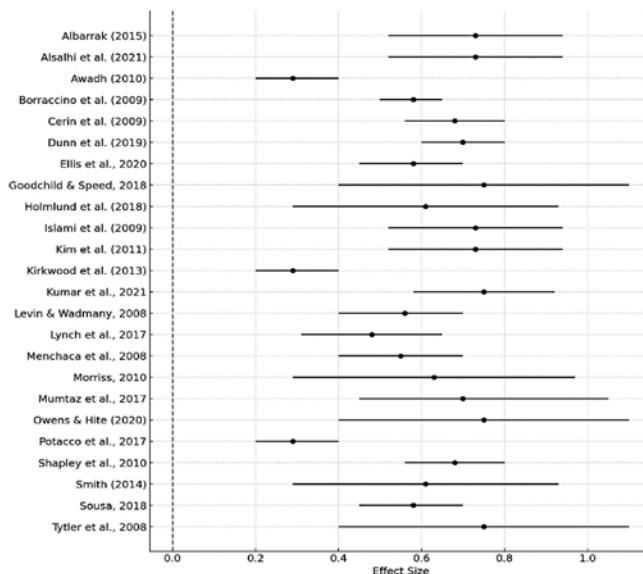
Figura 2
Riesgo de sesgo en los estudios incluidos



Tamaño del efecto

Para mostrar el tamaño del efecto, se construye un diagrama de bosque que ilustra el tamaño del efecto del aprendizaje mejorado por la tecnología (TEL) sobre el rendimiento y el compromiso de los alumnos de los estudios incluidos. Cada línea horizontal representa el intervalo de confianza para el tamaño del efecto, y el punto central indica la estimación puntual. La mayoría de los estudios presentan tamaños del efecto positivos, lo que sugiere que el TEL tiene en general un impacto favorable en los resultados del alumnado. Siguiendo los estudios de Albarak (2011), Alsalhi et al. (2021) y Borraccino et al. (2009) nos muestran tamaños del efecto de moderados a altos, lo que indica mejoras sustanciales en el rendimiento y el compromiso de los alumnos debido a las intervenciones TEL. Sin embargo, los intervalos de confianza varían en amplitud, lo que refleja las diferencias en la precisión de los estudios y el tamaño de las muestras. El gráfico destaca que, aunque la mayoría de los estudios demuestran un impacto positivo, existe cierta variabilidad en la magnitud del efecto, y unos pocos estudios, como los de Dunn y Kennedy (2019) y Cerin et al. (2009), tienen intervalos de confianza más amplios, lo que sugiere estimaciones menos precisas. En general, el diagrama de bosque proporciona pruebas sólidas de que el TEL es eficaz para mejorar los resultados de los alumnos, aunque el grado de impacto puede variar según los diferentes entornos educativos y diseños de estudio (Figura 3).

Figura 3
Tamaño del efecto

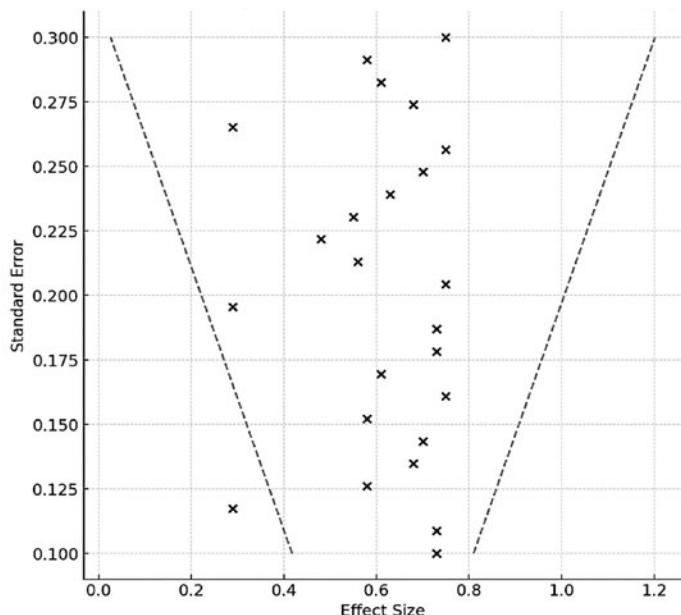


Sesgo de publicación

Mediante el gráfico de embudo visualizamos la relación entre el tamaño del efecto (Eje X) y el error estándar (Eje Y) lo que implica que los estudios más precisos estarán en la parte inferior del gráfico, ayudándonos a evaluar la presencia de sesgo de publicación.

En la figura 4, los estudios se distribuyen asimétricamente alrededor de la línea vertical central, lo que indica un posible sesgo de publicación. La mayoría de los puntos se encuentran en el lado derecho del gráfico, lo que sugiere que la mayoría de los estudios muestran un impacto positivo de la tecnología en el rendimiento y el compromiso de los estudiantes. Sin embargo, hay una relativa escasez de estudios con efectos pequeños o negativos, especialmente en la parte inferior del embudo, donde se encuentran los estudios más precisos. En relación con esto, y en consonancia con el sesgo de publicación, se evidencian algunos puntos fuera de las líneas del embudo, lo que sugiere que estos estudios son atípicos y podrían estar influyendo en la asimetría general del gráfico. En general, el gráfico sugiere que existe un impacto positivo de TEL en el rendimiento y el compromiso de los estudiantes. Sin embargo, la asimetría observada y la presencia de valores atípicos plantean inquietudes sobre el sesgo de publicación (Figura 4).

Figura 4
Sesgo de publicación



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los resultados de este metaanálisis se desprende que los diferentes estudios incluidos respaldan la conclusión de que el TEL tiene un efecto positivo en una variedad de resultados educativos, principalmente en el rendimiento académico, las habilidades cognitivas y la satisfacción de los estudiantes (Pereira, 2018; Rennar-Potacco et al., 2017). La mayor parte de las intervenciones se dirigen a estudiantes de educación primaria, secundaria y superior, lo que permitió identificar que las intervenciones TEL podrían funcionar en diferentes contextos y áreas de aprendizaje. Además, se advierte que un aumento significativo del rendimiento de los estudiantes está estrechamente relacionado con la aplicación de TEL (Al-Sharhan, 2016; Baneres et al., 2019; Kirkwood & Price, 2013).

El resultado general del tamaño del efecto para el rendimiento académico se calculó en 0.63, lo que demuestra que el TEL mejora en gran medida el rendimiento de los estudiantes. Esto concuerda con varios de los estudios incluidos en el metaanálisis. Alsalhi et al. (2021) desarrollaron un metaanálisis para determinar el tamaño del efecto de la implementación del blended learning en la educación primaria y secundaria en los Emiratos Árabes y descubrieron que el tamaño del impacto medio era de moderado a grande (d de Cohen = 0.73) en el rendimiento y la motivación de los estudiantes. De manera similar, Al-Soraiey-Alqahtani (2010) también evidenciaron una mejora en la educación secundaria en Kuwait con un eta cuadrado parcial de 0.29 % para el rendimiento estudiantil (Al-Soraiey-Alqahtani, 2010; Alsalhi et al., 2021). Los estudios destacaron que la TEL es eficaz para aumentar el rendimiento de los estudiantes independientemente del nivel de educación que reciban y la ubicación en la que se encuentren. Otra área en la que la TEL tuvo un gran impacto positivo es en el desarrollo de las habilidades cognitivas (Islami et al., 2009; Kirkwood & Price, 2013). El estudio pudo identificar un efecto agrupado de 0.70 para el desarrollo de las habilidades cognitivas, lo que subraya aún más la importante función que cumple el TEL en la creación de procesos de aprendizaje mejorados y más profundos (Kumar et al., 2021; Lynch et al., 2017). De acuerdo con Dunn y Kennedy (2019), y Kim et al. (2011) esta eficacia para mejorar el desarrollo cognitivo probablemente se deba a su capacidad de proporcionar experiencias de aprendizaje interactivas, atractivas y flexibles que se adaptan a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje.

Otro resultado relacionado con el TEL e identificado a partir de los datos de retroalimentación de los estudiantes fue la percepción de los estudiantes según el contexto de aprendizaje con un tamaño agrupado de 0.55. En la medida en que el TEL se desarrolle en un entorno de aprendizaje más estimulante y amigable para los estudiantes, se puede esperar que la experiencia educativa también sea recibida de manera más positiva (Ellis et al., 2020; Goodchild & Speed, 2018). En este sentido,

Lynch et al. (2017) establecieron que tanto el blended learning como el uso de las TIC para apoyar el aprendizaje en las instituciones de educación superior, fomentan un mayor aprendizaje entre los estudiantes y, por lo tanto, satisfacción general. Se ha encontrado que este hallazgo es consistente en cualquier contexto educativo, lo que significa y muestra que el TEL no solo mejora el logro de aprendizaje, sino que también mejora la percepción que tienen los estudiantes de sus trayectorias educativas. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de TEL tiene un efecto bastante moderado en las tasas de compromiso de los estudiantes en comparación con los efectos de TEL en el rendimiento de los estudiantes y las habilidades cognitivas. Las diferencias medias estandarizadas para el compromiso de los estudiantes se agruparon en 0.48 y 0.45, respectivamente. Los hallazgos actuales implican que, en general, los efectos de TEL en el compromiso son moderados, aunque dependen de las intervenciones de TEL utilizadas y el contexto del entorno educativo. Borraccino et al. (2009) y Shapley et al. (2010) han demostrado un mayor compromiso y aprendizaje de los estudiantes en la etapa de educación secundaria en entornos de integración de las TIC (Shapley et al., 2010). Sin embargo, una mayor variabilidad en los tamaños del efecto y unos intervalos de confianza más amplios en algunos de los estudios, incluidos Dunn y Kennedy (2019) y Cerin et al. (2009), indican que, si bien la TEL puede mejorar el compromiso de los estudiantes, el grado en que esto ocurra puede depender de varios factores, como el diseño del estudio, el tamaño y el tipo de intervención TEL (Dunn & Kennedy, 2019). El estudio también enfatiza que las investigaciones sistemáticas y, por lo tanto, la selección de participantes que tienen menos probabilidades de generar resultados sesgados, también son necesarias para respaldar la validez de los hallazgos de la investigación TEL. Algunos de los artículos que utilizaron el diseño de ensayo controlado aleatorio, como Alsalhi et al. (2021) y Borraccino et al. (2009), se evaluaron como de bajo riesgo de sesgo, de modo que obtuvieron puntajes de alta calidad. Los estudios observacionales sin aleatorización y cegamiento, como los realizados por Albarak (2011) y Al-Soraiey-Alqahtani (2010), presentaron un riesgo de sesgo de moderado a alto debido a la alta tasa de abandono y la falta de control de los factores de confusión. Esto resalta la importancia de los métodos de investigación confiables en los estudios TEL para establecer si los efectos positivos que se han observado son reales y repetibles. Dado que se ha comprobado que la TEL se puede utilizar en diferentes contextos culturales y educativos, esto indica su utilidad para mejorar los resultados de aprendizaje en todo el mundo. Sin embargo, cabe señalar que el nivel de efecto podría ser diferente en determinados escenarios e implementaciones. Queda demostrado que el TEL tiene un impacto positivo significativo en la mejora del rendimiento académico y las capacidades cognitivas, pero comparativamente pequeño en compromiso, lo que apunta al hecho de que la eficacia de las intervenciones de TEL varía según los diferentes contextos (Hasumi & Chiu, 2024; Islami et al., 2009; Kirkwood & Price, 2013).

En base a los hallazgos del presente metaanálisis, es posible concluir que el TEL tiene un impacto positivo en el rendimiento educativo de los estudiantes, incluyendo el logro académico, así como el desarrollo de habilidades cognitivas, el compromiso y la satisfacción de los estudiantes. Sin embargo, la fluctuación de los resultados en varios estudios, implica que pueden estar influenciados según el entorno educativo y el diseño sistemático del estudio.

Desde nuestra perspectiva, la integración de la tecnología digital en los contextos de aprendizaje ofrece oportunidades y cuando se integra de manera efectiva, puede mejorar el rendimiento académico al proporcionar acceso a recursos educativos más amplios, personalizados e interactivos. La formación del profesorado, la integración de la tecnología en el plan de estudios y una evaluación constante de los resultados, son factores cruciales para un uso efectivo de la tecnología en el aprendizaje. Es importante abordar los desafíos y los riesgos asociados con su implementación, considerando el contexto y utilizando la tecnología de manera intencional y estratégica, con objetivos pedagógicos claros. La tecnología debe ser una herramienta para apoyar el aprendizaje, garantizando su acceso a todos los estudiantes y a la formación necesaria para utilizarla de manera eficaz.

En este contexto, el TEL tiene el potencial de mejorar tanto el rendimiento como el compromiso del alumnado y su implementación debe ser cuidadosamente planificada para maximizar los beneficios. Sin embargo, estos beneficios vienen acompañados de limitaciones, algunas investigaciones no informaron o no informaron abiertamente sobre los tamaños de muestra (Albarak, 2011; Kirkwood y Price, 2013), falta de medidas de seguimiento a largo plazo y limitaciones ligadas al sesgo de publicación (Ellis et al., 2020). El gráfico de embudo que evalúa la asociación entre el tamaño del efecto y los errores estándar en el contexto de los estudios identificados apunta a un embudo invertido y, por lo tanto, a un posible sesgo de publicación. Esto ha dado lugar a algunas dudas sobre la posibilidad de que la influencia general real de TEL sea algo exagerada, dado que solo tienden a publicarse hallazgos positivos y, entre ellos, se encuentran los de investigaciones a pequeña escala (Kaqinari et al., 2021; Kumar et al., 2021).

Estas limitaciones nos abren nuevos interrogantes. Los estudios de investigación futuros, deben seguir analizando el impacto del avance e implementación de las estrategias TEL, haciendo énfasis en una gama más amplia de entornos educativos, profundizando en el estudio de su efecto y explorando distintos niveles y áreas de conocimiento, lo que proporcionará más evidencias de cómo afrontar los próximos retos en materia tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Sharhan, S. (2016). Smart classrooms in the context of technology-enhanced learning (TEL) environments: A holistic approach. In K. Alshahrani, y M. Ally (Eds.), *Transforming Education in the Gulf Region* (pp. 188-214). Routledge.
- Al-Soraiey-Alqahtani, A. (2010). *The Effectiveness of using e-learning, blended learning and traditional learning on students' achievement and attitudes in a course on Islamic Culture: An experimental study* (Doctoral dissertation, Durham University).
- Albarak, A. I. (2011). E-learning in medical education and blended learning approach. *Learning*, 13, 14-20.
- Alsalhi, N. R., Eltahir, M., Al-Qatawneh, S., Ouakli, N., Antoun, H. B., Abdelkader, A. F., & Al Jumaili, L. (2021). Blended Learning in Higher Education: A Study of Its Impact on Students' Performance. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(14), 249-268. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i14.23775>
- Baneres, D., Whitelock, D., Ras, E., Karadeniz, A., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodriguez, M. E. (2019). Technology enhanced learning or learning driven by technology. *International journal of educational technology in higher education*, 16(5), 26-40.
- Berestok, O.V. (2021) Synchronous and asynchronous e-learning modes: strategies, methods, objectives. *Engineering and Educational Technologies*, 9(1), 19-27.
- Borraccino, A., Lemma, P., Iannotti, R., Zambon, A., Dalmasso, P., Lazzeri, G., Giacchi, M., & Cavallo, F. (2009). Socio-economic effects on meeting PA guidelines: comparisons among 32 countries. *Medicine and science in sports and exercise* 41(4), 749-756. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181917722>
- Cerin, E., Leslie, E., & Owen, N. (2009). Explaining socio-economic status differences in walking for transport: an ecological analysis of individual, social and environmental factors. *Social science & medicine* 68(6), 1013-1020. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.01.008>
- Daniela, L., Strods, R., & Kalniņa, D. (2019). Technology-Enhanced Learning (TEL) in Higher Education: Where Are We Now?. In M.D. Lytras, L. Daniela, y A. Visvizi, (Eds.), *Knowledge-intensive economies and opportunities for social, organizational, and technological growth* (pp. 12-24). IGI Global.
- Delgado-Rodríguez, M., & Llorca, J. (2004). Bias. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 58(8), 635-641. <https://doi.org/10.1136/jech.2003.008466>
- Downie, S., Gao, X., Bedford, S., Bell, K., & Kuit, T. (2021). Technology enhanced learning environments in higher education: A cross-discipline study on teacher and student perceptions. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 18(4), Article 12. <https://doi.org/10.53761/1.18.4.12>

- Dunn, T. J., & Kennedy, M. (2019). Technology Enhanced Learning in higher education; motivations, engagement and academic achievement. *Computers & Education*, 137, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.004>
- Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., & Ring-Whalen, E. (2020). Toward a productive definition of technology in science and STEM education. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 20(3), 472-496
- Goodchild, T., & Speed, E. (2018). Technology enhanced learning as transformative innovation: a note on the enduring myth of TEL. *Teaching in Higher Education*, 24(8), 948-963. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1518900>
- Hasumi, T., & Chiu, M. S. (2024). Technology-enhanced language learning in English language education: Performance analysis, core publications, and emerging trends. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2346044>
- Hennessy, S., D'Angelo, S., McIntyre, N., Koomar, S., Kreimeia, A., Cao, L., Brugha, M., Zubairi, A. (2022). Technology use for teacher professional development in low- and middle-income countries: A systematic review. *Computers and Education Open*, 3, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2022.100080>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Savovic, J., Schulz, K. F., Weeks, L., Sterne, J. A. C., & Cochrane Bias Methods Group (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343, d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of "STEM education" in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Islami, F., Kamangar, F., Nasrollahzadeh, D., Aghcheli, K., Sotoudeh, M., Abedi-Ardekani, B., ... & Malekzadeh, R. (2009). Socio-economic status and oesophageal cancer: results from a population-based case-control study in a high-risk area. *International Journal of Epidemiology*, 38(4), 978-988.
- Jadad, A. R., Moore, R.A., Carroll, D., Jenkinson, C., Reynolds, D. J., Gavaghan, D. J. y McQuay, H. J. (1996). Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Controlled Clinical Trials*, 17(1), 1-12.
- Kaqinari, T., Makarova, E., Audran, J., Döring, A., Göbel, K., & Kern, D. (2021). The switch to online teaching during the first COVID-19 lockdown: A comparative study at four European universities. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 18(5). <https://doi.org/10.53761/1.18.5.10>
- Kim, J., Kwon, Y., & Cho, D. (2011). Investigating factors that influence social presence and learning outcomes in distance higher education. *Computers & Education*, 57(2), 1512-1520. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.005>
- Kirkwood, A., & Price, L. (2013). Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is 'enhanced' and how do we know? A critical literature

- review. *Learning, Media and Technology*, 39(1), 6-36. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.770404>
- Kumar, A., Krishnamurthi, R., Bhatia, S., Kaushik, K., Ahuja, N.J., Nayyar, A., Masud, M. (2021). Blended learning tools and practices: A comprehensive analysis. *Ieee Access*, 9, 85151-85197. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3085844>
- Levin, T., & Wadmany, R. (2008). Teachers' views on factors affecting effective integration of information technology in the classroom: Developmental scenery. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(2), 233-263.
- Lynch, S.J., Burton, E.P., Behrend, T., House, A., Ford, M., Spillane, N., Matray, S., Han, E., Means, B., (2017). Understanding inclusive STEM high schools as opportunity structures for underrepresented students: Critical components. *Journal of Research in Science Teaching*, 55, 712-748. <https://doi.org/10.1002/tea.21437>
- Mann, B. O., & Mann, D. C. (2020). *A Study of Teacher Perceptions on the Impact of Technology-Enhanced Practices and Student Engagement* (Doctoral dissertation, Samford University).
- Menchaca, M. P., & Bekele, T. A. (2008). Learner and instructor identified success factors in distance education. *Distance Education*, 29(3), 231–252. <https://doi.org/10.1080/01587910802395771>
- Morris, N. P. (2010). Blended Learning Approaches Enhance Student Academic Performance. In *Proceedings of Enhancing Learning Experiences in Higher Education: International Conference*. Hong Kong University. http://www.cetl.hku.hk/conference2010/conf_proc.htm
- Motala, S., & Menon, K. (2022). Pedagogical continuities in teaching and learning during COVID-19: Holding up the bridge. *Scholarship of Teaching and Learning in the South*, 6(1), 7-32. <https://doi.org/10.36615/sotls.v6i1.249>
- Mumtaz, K., Iqbal, M. M., Khalid, S., Rafiq, T., Owais, S. M., & Al Achhab, M. (2017). An E-assessment framework for blended learning with augmented reality to enhance the student learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4419-4436. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00938a>
- Owens, A. D., & Hite, R.L. (2020). Enhancing student communication competencies in STEM using virtual global collaboration project based learning. *Research in Science & Technological Education*, 40(1), 76-102. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1778663>
- Pereira De Sousa, B.F. (2018). Engaging students in the evaluation process using co-creation and technology enhanced learning (CC-TEL). CC-TEL. Leeds.
- Rennar-Potacco, D., Orellana, A., & Salazar, A. (2017). Innovations in academic support: Factors influencing student adoption of synchronous videoconferencing for online support in high-risk STEM courses. *Quarterly Review of Distance Education*, 18(3), 1-92.

- Sailer, M., Maier, R., Berger, S., Kastorff, T., & Stegmann, K. (2024). Learning activities in technology-enhanced learning: A systematic review of meta-analyses and second-order meta-analysis in higher education. *Learning and Individual Differences*, 112, 102446.
- Sánchez-Meca, J. (2022). Revisiones sistemáticas y meta-análisis en Educación: un tutorial. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 5-40. <https://doi.org/10.6018/riite.545451>
- Serrano, D.R., Dea-Ayuela, M. A., Gonzalez-Burgos, E., Serrano-Gil, A., & Lalatsa, A. (2019). Technology-enhanced learning in higher education: How to enhance student engagement through blended learning. *European Journal of Education*, 54(2), 273-286. <https://doi.org/10.1111/ejed.12330>
- Shapley, K.S., Sheehan, D., Maloney, C., & Caranikas-Walker, F. (2010). Evaluating the Implementation Fidelity of Technology Immersion and its Relationship with Student Achievement. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 9(4).
- Smith, B.G. (2010). *E-learning technologies: A comparative study of adult learners enrolled on blended and online campuses engaging in a virtual classroom* (Doctoral dissertation, Capella University).
- Tytler, R., Osborne, J., Williams, G., Tytler, K., & Cripps Clark, J. (2008). Opening up pathways: Engagement in STEM across the primary-secondary school transition. *Canberra: Australian Department of Education, Employment and Workplace Relations*.
- Page, M.J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron,I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ..., & Moher D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

