Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios
e-ISSN: 3028-4074

Artículo científico de investigación

Integración efectiva de la informática aplicada en la práctica pedagógica educativa

Effective integration of applied computer science in educational pedagogical practice

Delia Consuegra-Herrera
Universidad de Panamá, Panamá, Panamá
delia.consuegra@up.ac.pa; https://orcid.org/0000-0002-4661-6578

Dior Castillero Graell
Universidad de Panamá, Panamá, Panamá
dior.castillero@up.ac.pa; https://orcid.org/0009-0005-2379-5680

María Mitre Vásquez
Universidad de Panamá, Panamá, Panamá
maria.mitrev@up.ac.pa; https://orcid.org/0009-0000-8154-025X

Antonio José Sucre Medina
Universidad de Panamá, Panamá, Panamá
antonio.sucre@up.ac.pa; https://orcid.org/0009-0000-0243-277X

Esteban Bustamante
Universidad de Panamá, Panamá, Panamá
esteban.bustamante@up.ac.pa; https://orcid.org/0000-0002-1200-9681

Recepción: 29 de octubre de 2025
Aceptado: 18 de diciembre de 2025
Publicado: 05 de febrero de 2026

¿Cómo citar este artículo?
Consuegra-Herrera, D., Castillero Graell, D., Mitre Vásquez, M., Sucre Medina, A. J., & Bustamante, E. (2026). Integración efectiva de la informática aplicada en la práctica pedagógica educativa. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios*, *3*(1), 38-56. https://doi.org/10.65705/RHOMU.v3i1.85

Copyright: © 2026 Delia Consuegra-Herrera, Dior Castillero Graell, María Mitre Vásquez, Antonio José Sucre Medina, Esteban Bustamante; Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión narrativa sobre la integración de la informática aplicada y las TIC en la práctica pedagógica, entendida como un proceso sistémico que trasciende la disponibilidad de infraestructura. La síntesis organiza la evidencia en cinco ejes: disponibilidad tecnológica y brechas urbano–rurales; barreras pedagógicas; barreras institucionales; barreras actitudinales; y estrategias y condiciones de efectividad. Los hallazgos indican que la dotación y la conectividad facilitan el uso, pero no garantizan transformación educativa sin rediseño didáctico y evaluación coherente. La brecha urbano–rural se manifiesta como desigualdad de posibilidades pedagógicas, intensificada por el acceso doméstico y la estabilidad técnica. En el plano institucional, políticas operativas, soporte técnico y continuidad de inversión se asocian con sostenibilidad, mientras que la ética de datos y la gobernanza de recursos digitales emergen como condiciones de confianza. En lo actitudinal, la utilidad percibida y la autoeficacia modulan la adopción real, especialmente en entornos con fallas recurrentes. Se concluye que las estrategias más consistentes combinan formación situada, comunidades de práctica, flexibilidad metodológica y accesibilidad por diseño para fortalecer calidad y equidad.

PALABRAS CLAVE: accesibilidad, analítica del aprendizaje, brecha digital, informática aplicada, integración TIC.

ABSTRACT

This article presents a narrative review on the integration of applied computing and ICT in pedagogical practice, understood as a systemic process that transcends the availability of infrastructure. The synthesis organizes the evidence into five axes: technological availability and urban-rural gaps; pedagogical barriers; institutional barriers; attitudinal barriers; and strategies and conditions of effectiveness. The findings indicate that provision and connectivity facilitate use, but do not guarantee educational transformation without didactic redesign and coherent evaluation. The urban-rural gap manifests itself as inequality of pedagogical possibilities, intensified by domestic access and technical stability. At the institutional level, operational policies, technical support and investment continuity are associated with sustainability, while data ethics and the governance of digital resources emerge as conditions of trust. Attitudinally, perceived usefulness and self-efficacy modulate actual adoption, especially in environments with recurrent failures. It is concluded that the most consistent strategies combine situated training, communities of practice, methodological flexibility and accessibility by design to strengthen quality and equity.

KEYWORDS: accessibility, learning analytics, digital divide, applied computing, ICT integration.

INTRODUCCIÓN

La integración de la informática aplicada y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la práctica pedagógica se ha consolidado como un componente estratégico para fortalecer la calidad educativa, ampliar oportunidades de aprendizaje y responder a entornos sociales crecientemente digitalizados. En este marco, la transformación digital no puede reducirse a la adopción de dispositivos o plataformas, sino que exige reconfigurar formas de enseñanza, evaluación y participación a partir de enfoques pedagógicos coherentes y sostenibles (Qolamani, 2023; Fataar & Norodien-Fataar, 2021). En particular, la experiencia reciente asociada a la pandemia evidenció que la continuidad pedagógica dependió tanto de capacidades institucionales como de condiciones domésticas de acceso, exponiendo brechas que condicionan qué tipo de aprendizaje es posible realizar en la práctica (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020; Mulenga & Marbán, 2020).

Pese a su potencial, la literatura indica que la tecnología no transforma automáticamente la educación. La evidencia muestra que el impacto de las herramientas digitales depende de cómo se integran en el diseño del aprendizaje, de la mediación docente y de la alineación con objetivos y evaluación, más que de la mera disponibilidad de un LMS o de recursos digitales (Lewin et al., 2018; Sindi et al., 2023). Esta afirmación se refuerza desde marcos de competencia docente como TPACK, que subrayan que el uso educativo significativo surge de la articulación entre conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico, y no del dominio aislado de herramientas (Goradia, 2018; Hidayat et al., 2023). Del mismo modo, estrategias como el aula invertida, los juegos y simulaciones, o los entornos móviles y personalizados pueden contribuir al aprendizaje profundo, pero requieren planificación, acompañamiento y evaluación formativa para evitar que se conviertan en cambios de formato sin mejora sustantiva (Wang, 2017; Gutu, 2022; Cevikbas & Kaiser, 2023; Hosseini et al., 2019; Vlachopoulos & Makri, 2017; Humanante-Ramos et al., 2017).

A estas tensiones se suman barreras estructurales y organizacionales. En múltiples contextos, la integración enfrenta limitaciones derivadas de infraestructura y conectividad, así como de políticas institucionales declarativas que no se traducen en procesos operativos, soporte técnico, indicadores ni reconocimiento del trabajo docente requerido para diseñar e innovar (Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Lubinga et al., 2023; Shadle et al., 2017). Además, las barreras relacionadas con evaluación en línea y participación efectiva se intensifican cuando no existen criterios claros, soporte y condiciones facilitadoras, generando resistencias y disminuyendo el compromiso del estudiantado y del profesorado (Romero et al., 2019; Chasubuta & Ndibalema, 2024). En paralelo, el componente actitudinal también opera como mediador: la aceptación, la autoeficacia y la carga percibida influyen en el nivel de adopción, particularmente cuando las experiencias técnicas previas han sido inestables o cuando el cambio se percibe como imposición institucional (Zulkifli & Danis, 2023; Shadle et al., 2017).

Un aspecto cada vez más determinante es que la efectividad de la integración tecnológica debe evaluarse también desde criterios de equidad, inclusión y ética. La literatura enfatiza que recursos digitales no accesibles —o implementados sin considerar multimodalidad y apoyos— pueden restringir la participación, por lo que la accesibilidad debe asumirse como estándar de calidad pedagógica y no como ajuste tardío (Moriña, 2021; Kaimara, 2023). Asimismo, a medida que se incorporan prácticas basadas en datos (por ejemplo, analítica del aprendizaje, visualización del progreso y apoyo a decisiones), aumentan los retos institucionales sobre privacidad, uso responsable de información y gobernanza, lo cual exige capacidades técnicas y pedagógicas para interpretar métricas y traducirlas en mejora real (Jones, 2019; Mavrikis et al., 2017; Onah et al., 2017; Qolamani, 2023). En esta misma línea, la incorporación de pensamiento computacional y

enfoques interdisciplinarios en K–12, así como el diseño de propuestas STEM con tecnologías emergentes (IA/IoT), abre oportunidades relevantes, pero también demanda planificación realista, formación docente y condiciones de implementación que eviten ampliar brechas existentes (Yeni et al., 2024; Kim Hu & Hoà, 2024).

En este contexto, persiste la necesidad de organizar la evidencia dispersa sobre barreras y condiciones de efectividad en la integración de la informática aplicada en educación. Aunque existen aportes relevantes desde diversas líneas (pedagogía digital, formación docente, innovación didáctica, transformación institucional, inclusión y analítica), con frecuencia estos factores se abordan por separado, dificultando construir rutas claras de intervención para docentes e instituciones. Por ello, el objetivo de este artículo es sintetizar, mediante una revisión narrativa, los principales patrones reportados en la literatura sobre la integración de informática aplicada y TIC en la práctica pedagógica, identificando barreras y condiciones asociadas a su implementación efectiva y sostenible (Fataar & Norodien-Fataar, 2021; Lewin et al., 2018; Qolamani, 2023). En particular, la revisión se orienta por preguntas: ¿qué barreras pedagógicas e institucionales limitan la integración?; ¿qué factores actitudinales influyen en la adopción real?; y ¿qué estrategias y condiciones aparecen como más consistentes para fortalecer calidad, equidad e inclusión en diversos contextos educativos?

En términos de contribución, este manuscrito ofrece una lectura integradora que permite comprender por qué la tecnología no produce cambios educativos por sí misma, y destaca condiciones que deben coexistir para sostener una integración con sentido pedagógico: diseño del aprendizaje, formación y mediación docente, gobernanza institucional operativa, accesibilidad e inclusión, y uso responsable de datos para mejora continua. Con ello, el artículo busca aportar una base útil para orientar decisiones en el aula, en la gestión institucional y en políticas educativas, especialmente en escenarios marcados por desigualdad de acceso y exigencias de transformación digital sostenida (Greenhow et al., 2020; Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Moriña, 2021).

METODOLOGÍA

Este artículo se desarrolló como una revisión narrativa de la literatura con enfoque de síntesis temática, orientada a identificar y organizar la evidencia sobre la integración de la informática aplicada y las TIC en la práctica pedagógica. El propósito metodológico fue construir un mapa interpretativo de barreras y estrategias/condiciones de efectividad reportadas en la literatura, estructuradas en cinco ejes: disponibilidad y brechas urbano–rurales; barreras pedagógicas; barreras institucionales; barreras actitudinales; y estrategias/condiciones de efectividad.

La identificación de literatura se sustentó en fuentes académicas y documentos científicos citados en el corpus del manuscrito, priorizando trabajos empíricos y revisiones relacionadas con integración TIC/informática aplicada en educación, brecha digital, accesibilidad e inclusión, analítica del aprendizaje y modelos de aceptación tecnológica. Las expresiones guía empleadas para orientar la búsqueda y selección conceptual incluyeron combinaciones equivalentes a: integración TIC, informática aplicada en educación, brecha digital, competencias digitales docentes, LMS/Moodle, educación híbrida, learning analytics, accesibilidad, inclusión, UTAUT y Community of Inquiry.

Se incluyeron referencias que: (a) abordaran la integración de tecnologías (TIC, informática aplicada, plataformas) en procesos pedagógicos; (b) analizaran barreras o condiciones de implementación (pedagógicas, institucionales, actitudinales o de acceso); y/o (c) propusieran estrategias de mejora con implicaciones para diseño docente, gestión institucional o equidad. Se excluyeron trabajos con enfoque

exclusivamente técnico sin discusión didáctica o institucional, así como materiales no vinculados a contextos educativos.

La selección se realizó mediante lectura analítica del cuerpo de referencias utilizadas en el manuscrito y su pertinencia con el objetivo de revisión. A partir de esta depuración, se consolidó un conjunto núcleo de fuentes que sustentan los cinco ejes temáticos de la síntesis.

La extracción se orientó a identificar, para cada fuente, los siguientes elementos: (i) contexto y foco del estudio (por ejemplo, urbano/rural, modalidad presencial/remota/híbrida, plataforma o recurso tecnológico principal), (ii) barreras reportadas (infraestructura/acceso, pedagógicas, institucionales, actitudinales, inclusión/accesibilidad), y (iii) estrategias o condiciones habilitantes propuestas.

Posteriormente, se realizó una codificación temática para agrupar patrones recurrentes en cinco ejes. Los resultados de esta codificación se sintetizaron en dos productos integradores: una Matriz de barreras (Tabla 2) y una Matriz de estrategias/condiciones de efectividad, que funcionan como evidencia estructurada del proceso de síntesis.

Dado el enfoque narrativo, la revisión busca consistencia conceptual y trazabilidad temática más que metaanálisis estadístico. Para reducir sesgos de interpretación, las categorías se definieron de manera explícita (barreras pedagógicas, institucionales y actitudinales; y condiciones de efectividad, inclusión y ética), y se mantuvo correspondencia entre afirmaciones y fuentes citadas en cada eje. Como limitación, el enfoque narrativo puede estar condicionado por la disponibilidad de literatura priorizada y por la heterogeneidad de contextos y diseños de los estudios incluidos, por lo cual los resultados se interpretan como patrones de la literatura revisada y no como estimaciones causales generalizables.

RESULTADOS

La literatura revisada dentro del manuscrito coincide en que la disponibilidad tecnológica opera como una condición habilitante, pero no suficiente, para la integración pedagógica de la informática aplicada y las TIC. En contextos urbanos, la presencia de conectividad más estable, equipamiento relativamente actualizado y mayor disponibilidad de soporte técnico reduce la incertidumbre operativa para planificar actividades dependientes de plataformas; aun así, se reporta una distancia persistente entre "tener tecnología" y "transformar la enseñanza con tecnología", especialmente cuando faltan estrategias curriculares explícitas y acompañamiento docente sostenido.

En contraste, en escenarios rurales los límites de conectividad, obsolescencia de dispositivos y mantenimiento intermitente restringen el repertorio metodológico viable, empujando con frecuencia a prácticas tradicionales como alternativa "segura" ante fallos recurrentes. Estas diferencias se hicieron más visibles en condiciones de transición abrupta a modalidades remotas, donde instituciones con ecosistemas digitales más consolidados sostuvieron continuidad con mayor rapidez, mientras que otros contextos debieron recurrir a materiales impresos por la imposibilidad de sostener acceso continuo a plataformas o videoconferencias, sumándose además la brecha doméstica (no basta con la infraestructura del campus si el hogar no ofrece acceso).

Para transparentar la trazabilidad de la síntesis, la Tabla 1 identifica y organiza las fuentes del manuscrito que sustentan este eje (y los siguientes), permitiendo luego reportarlas de manera consistente en Metodología (búsqueda/selección y codificación temática).

Tabla 1.

Mapa de fuentes usadas en la síntesis temática

Referencia	Aporte
Sindi, T., Putra, H. D., & Ghozi, S. (2023).	Propuestas y enfoques recientes para integrar tecnología en la formación/aula; orientaciones pedagógicas para la implementación.
Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023).	Evidencia de revisión sobre flipped classroom en contexto pandémico; condiciones, ventajas y limitaciones de adopción.
Chang, M., Sampson, D. G., Huang, R., Hooshyar, D., Chen, N.-S., Kinshuk, & Pedaste, M. (2020).	Tendencias y desarrollos en tecnologías de aprendizaje avanzado; soporte a integración de herramientas y diseños instruccionales innovadores.
Chasubuta, A., & Ndibalema, P. (2024).	Barreras en evaluación en línea en formación docente; dificultades operativas/pedagógicas y condiciones para participación efectiva.
Fataar, A., & Norodien-Fataar, N. (2021).	Marco de "ecologías de e-learning" post-COVID; visión sistémica para comprender integración y desigualdades.
Goradia, T. (2018).	Enfoque TPACK y pedagogías del siglo XXI; relación entre competencias docentes y uso educativo significativo de tecnologías.
Greenhow, C., Lewin, C., & Staudt Willet, K. B. (2020).	Respuesta educativa a COVID-19 y adopción inicial de pedagogía digital; tensiones, brechas y toma de decisiones institucionales.
Gutu, M. (2022).	Flipped classroom para desarrollar/valorar competencias en informática; evidencia sobre eficacia y evaluación de competencias.
Hidayat, W. N., Nurlaila, Purnomo, E., & Aziz, N. (2023).	TPACK en educación (y era digital); fundamentos sobre conocimiento pedagógico-tecnológico y formación docente.
Hosseini, H., Hartt, M., & Mostafapur, M. (2019).	Game-based learning en computación; beneficios, retos y criterios de implementación didáctica.
Humanante-Ramos, P., García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. (2017).	Revisión sobre entornos personales de aprendizaje móvil (mPLE); usos, tendencias y consideraciones pedagógicas.
Julita, W., & Zulyusri. (2023).	Necesidad de cualificación docente en era digital; rol de competencias profesionales y actualización.
Jones, H. (2019).	Barreras/motivaciones para adopción de learning analytics por personal académico; implicaciones para formación y gestión institucional.
Stratan-Artyshkova, T., Kozak, K., Syrotina, O., Lisnevska, N., Sichkar, S., Pertsov, O., & Kuchai, O. (2022).	Nuevos enfoques y métodos innovadores con TI en formación de especialistas; tendencias de integración en contexto europeo.
Bakhmat, N., Popadych, O., Derkach, L., Shvardak, M., Lukashchuk, M., & Romanenko, V. (2022).	Uso de TI para formar docentes; estrategias de capacitación y condiciones del entorno educativo.

Kaimara, P. (2023).	Transformación digital con enfoque de educación inclusiva; lecciones para integrar tecnología sin excluir.
Kalyvaki, M., & Bacimanova, N. (2022).	Barreras para transformación digital en educación superior; factores de gestión, resistencia y condiciones habilitantes.
Kim Hu, P. T., & n Th Thanh Hoà, N. (2024).	Diseño de temas STEM integrando IA e IoT para informática/tecnología; ejemplos aplicables y retos de implementación.
Lewin, C., Cranmer, S., & McNicol, S. (2018).	Pedagogía digital mediante learning design; cómo el diseño de actividades sostiene integración y cambio docente.
Lubinga, S., Maramura, T. C., & Masiya, T. (2023).	Desafíos de adopción 4IR en universidades; barreras institucionales y preparación organizacional.
Mallillin, L. L. D., Mendoza, L. C., Mallillin, J. B., Felix, R. C., & Lipayon, I. C. (2020).	Preparación e implementación de aprendizaje en línea en transición COVID-19; condiciones de readiness y limitaciones.
Mavrikis, M., Geraniou, E., Gutierrez Santos, S., & Poulovassilis, A. (2019).	Analítica/visualización para herramientas de apoyo docente; seguimiento del aprendizaje y asistencia a decisiones pedagógicas.
Moriña, A. (2021).	Beneficios de recursos digitales para inclusión; participación y acceso en educación superior (enfoque de inclusión).
Mulenga, E. M., & Marbán, J. M. (2020).	Rol de COVID-19 como catalizador de aprendizaje digital; condiciones, oportunidades y limitaciones.
Oladele, J. I., Ayanwale, M. A., & Ndlovu, M. (2023).	Adopción tecnológica en STEM (educación superior); experiencia estudiantil, factores de adopción y barreras.
Onah, D., Pang, E., Sinclair, J., & Uhomoibhi, J. (2019).	Learning analytics para autorregulación y mejora de MOOCs; motivación, seguimiento y diseño de recursos digitales.
Qolamani, K. I. B. (2023).	Transformación digital en educación superior; implicaciones para enseñanza/aprendizaje y retos institucionales.
Rabbi, M. F., Islam, M. S., & Hossain, M. J. (2024).	Enfoques blended en educación superior; efectos sobre aprendizaje y condiciones para implementación.
Romero, R., Riquelme, I., & Halal, C. (2019).	Barreras percibidas por docentes en evaluación con tecnología; factores y resistencias en educación superior.
Sakamoto, T., & Miyashita, K. (1995).	Influencias sociales/políticas en integración de informática en educación; perspectiva histórica-institucional.
Shadle, S. E., Marker, A., & Earl, B. (2017).	Barreras y motores para reforma STEM; condiciones departamentales e institucionales para cambio.
Stamouli, M.-A., Balis, C., & Apostolakis, I. (2012).	Integración de informática (y salud) en programas de educación superior; enfoque curricular/programático.
Sugiyanto, Muryani, C., & Ni'matussyahara, D. (2024).	Innovaciones de aprendizaje digital y estrategias pedagógicas; diseño didáctico con tecnología para competencias socioemocionales.
Turčáni, M., & Kuna, P. (2013).	Modelo de e-curso para educación en informática; diseño

	curricular/didáctico de cursos en línea.
Vlachopoulos, D., & Makri, A. (2017).	Revisión sobre juegos y simulaciones en educación superior; efectos y consideraciones de implementación.
Wang, T. (2017).	Superar barreras para flipped classroom mediante fortalecimiento de capacidad docente; adopción y soporte.
Yeni, S., Grgurina, N., Saeli, M., Hermans, F., Tolboom, J., & Barendsen, E. (2024).	Revisión sobre integración del pensamiento computacional en K-12; enfoques interdisciplinarios y barreras.
Yordanova, L. K., Brankova, D. I., & Kiryakova, G. G. (2019).	Integración de modelos educativos alternativos en e-learning universitario; diseño/gestión del cambio.
Zulkifli, A. F., & Danis, A. (2023).	Barreras para enseñar/aprender con tecnología en formación docente; aceptación, condiciones facilitadoras y obstáculos.
Aduvire, O. (2019).	No pertinente para integración TIC/informática educativa (tema de tratamiento de aguas ácidas de mina). Recomendada su exclusión del artículo.

Barreras pedagógicas para la integración

En el plano pedagógico, la evidencia revisada indica que el problema más persistente no es la falta de tecnología, sino la integración didáctica incompleta: se incorporan plataformas y recursos sin redefinir objetivos, secuencias de actividades y criterios de evaluación, lo que deriva en usos superficiales y poco transformadores (Sindi et al., 2023; Lewin et al., 2018). Esto explica por qué la adopción de un LMS no produce resultados homogéneos: su impacto depende del diseño instruccional y de la mediación docente, así como de la capacidad de articular contenido, pedagogía y tecnología (Lewin et al., 2018; Goradia, 2018; Hidayat et al., 2023). En particular, enfoques como aula invertida o aprendizaje activo muestran potencial, pero requieren planificación y evaluación formativa coherentes; de lo contrario, quedan reducidos a un cambio de formato sin mejora sustantiva (Wang, 2017; Gutu, 2022; Cevikbas & Kaiser, 2023).

Adicionalmente, se reportan barreras vinculadas a la evaluación mediada por tecnología y al diseño bajo supuestos irreales de conectividad. Sin criterios e instrumentos claros, la evaluación digital tiende a ser frágil y a generar resistencias o baja participación, especialmente en modalidades en línea (Romero et al., 2019; Chasubuta & Ndibalema, 2024). Del mismo modo, cuando las actividades dependen de alta sincronía o acceso continuo, se incrementa el riesgo de exclusión y se debilita la continuidad del aprendizaje (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020). Finalmente, la accesibilidad aparece como condición pedagógica de calidad: si los recursos no contemplan multimodalidad y compatibilidad con tecnologías de apoyo, se restringe la participación y la integración tecnológica pierde legitimidad inclusiva (Moriña, 2021; Kaimara, 2023), lo cual es especialmente relevante en propuestas STEM, pensamiento computacional y uso de tecnologías emergentes (Yeni et al., 2024; Kim Hu & Hoà, 2024).

Barreras institucionales y de gestión

En el plano institucional, los estudios revisados coinciden en que la integración tecnológica se frena cuando no existe una arquitectura operativa que convierta la intención en práctica sostenida. Aun con recursos y discursos favorables, si las políticas permanecen en un nivel declarativo y no se traducen en

responsabilidades, procesos, acompañamiento, indicadores y ajustes curriculares, la implementación queda a criterio individual y se vuelve heterogénea entre docentes y áreas (Qolamani, 2023; Shadle et al., 2017; Lubinga et al., 2023). Este problema se intensifica cuando la transformación digital se adopta como "cambio de plataforma" en lugar de un cambio organizacional, pues la ausencia de condiciones facilitadoras y liderazgo pedagógico deriva en uso mínimo, baja apropiación y dificultades para sostener innovaciones en el tiempo (Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Fataar & Norodien-Fataar, 2021).

Asimismo, la gobernanza tecnológica influye directamente en la viabilidad pedagógica: restricciones de ancho de banda, inestabilidad de plataformas o soporte insuficiente erosionan la confianza y empujan a la "doble preparación" (digital + analógica), reduciendo el tiempo real para innovar y afectando la continuidad del aprendizaje, especialmente en escenarios de transición forzada a modalidades remotas (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020; Mulenga & Marbán, 2020). Finalmente, la dimensión ética aparece como condición institucional crítica: sin lineamientos sobre privacidad, uso responsable de datos y propiedad intelectual, aumentan riesgos en el manejo de información estudiantil y se limita el desarrollo de prácticas basadas en analítica del aprendizaje; por ello, se requiere gobernanza y capacidades institucionales para integrar datos con criterios pedagógicos y salvaguardas, especialmente en ecosistemas digitales y entornos abiertos (Qolamani, 2023; Jones, 2019; Onah et al., 2019; Mavrikis et al., 2019).

Para mostrar de manera ordenada cómo estas barreras se agrupan y qué implican, la Tabla 2 resume la matriz de barreras consolidada a partir de la síntesis temática.

Tabla 2.

Matriz de barreras

Categoría	Sub-barrera (síntesis)	Evidencia reportada en el manuscrito	Implicación para integración
Infraestructura / acceso	Conectividad irregular, obsolescencia, mantenimiento insuficiente	Limitaciones rurales y fallas recurrentes; necesidad de alternativas offline	Reduce repertorio metodológico; favorece retorno a prácticas tradicionales
Infraestructura / acceso	Brecha doméstica (no basta el campus)	En pandemia, acceso doméstico insuficiente; continuidad remota vs impreso	Requiere diseños flexibles (asincronía, baja conectividad)
Pedagógica	Uso transmisivo de LMS / ausencia de rediseño didáctico	El modelo depende de la mediación docente	Exige guías de diseño + formación orientada a modelos
Institucional	Políticas generales/ambiguas → improvisación	Desigualdad interna y heterogeneidad	Políticas operativas vinculadas al currículo + indicadores
Institucional	Restricciones de red / fallos → desconfianza	"Doble preparación" analógica y abandono parcial	Gobernanza TI alineada a metas pedagógicas
Ético-institucional	Privacidad/datos sin lineamientos	Riesgos por manejo inadecuado; acuerdos intercentros	Condición de confianza y sostenibilidad

Inclusión	Materiales no accesibles / ajustes tardíos	Subtitulado, lectores de pantalla, adaptaciones insuficientes	Accesibilidad como estándar desde el diseño

Barreras actitudinales

En el componente actitudinal, la literatura revisada muestra que la integración tecnológica se ve condicionada por la aceptación, la autoeficacia y la percepción de carga asociada al uso de herramientas digitales. En formación docente y en educación superior, se reporta que la disposición a usar tecnología disminuye cuando se perciben obstáculos técnicos, falta de apoyo o baja claridad sobre beneficios pedagógicos, lo que favorece un uso mínimo o meramente instrumental (Zulkifli & Danis, 2023; Lubinga et al., 2023). Esta dimensión se relaciona también con la cultura organizacional: cuando el cambio se vive como imposición o como incremento de tareas sin reconocimiento, emergen resistencias y se consolida la preferencia por prácticas tradicionales percibidas como más controlables (Shadle et al., 2017; Julita & Zulyusri, 2023).

Además, experiencias previas negativas —como fallas recurrentes de conectividad, plataformas inestables o procesos poco claros— pueden convertir barreras técnicas en barreras psicológicas acumulativas, reduciendo la experimentación metodológica y aumentando la "carga percibida" por la necesidad de preparar alternativas (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020). En paralelo, la literatura sobre capacitación docente enfatiza que el fortalecimiento de competencias digitales y el acceso a estrategias innovadoras inciden en actitudes más favorables, mientras que la falta de formación sistemática limita confianza y apropiación (Bakhmat et al., 2022; Stratan-Artyshkova et al., 2022). En síntesis, la actitud funciona como un mediador decisivo entre disponibilidad y uso pedagógico real: sin condiciones facilitadoras y sin beneficios visibles, la tecnología se mantiene en niveles básicos y no transforma la enseñanza (Zulkifli & Danis, 2023; Shadle et al., 2017).

Estrategias y condiciones de efectividad

La evidencia revisada sugiere que las estrategias con mayor probabilidad de impacto comparten una condición transversal: alineación entre diseño pedagógico, desarrollo profesional y soporte institucional. En este sentido, el diseño del aprendizaje aparece como una palanca clave para transformar el uso tecnológico en mediación didáctica, al orientar la construcción de actividades, evidencias y retroalimentación con coherencia curricular (Lewin et al., 2018; Sindi et al., 2023). Los marcos de competencia docente, como TPACK, refuerzan que la efectividad no depende de dominar herramientas aisladas, sino de integrar conocimiento pedagógico, disciplinar y tecnológico para sostener metodologías activas (Goradia, 2018; Hidayat et al., 2023). En prácticas concretas, estrategias como aula invertida muestran resultados promisorios cuando se acompañan de planificación, evaluación formativa y fortalecimiento de capacidades docentes, evitando reducciones a cambios de formato (Wang, 2017; Gutu, 2022; Cevikbas & Kaiser, 2023).

De forma complementaria, la revisión destaca que la innovación gana efectividad cuando incorpora recursos con valor pedagógico probado, como juegos y simulaciones, siempre que estén alineados a

objetivos y se implementen con intencionalidad didáctica (Hosseini et al., 2019; Vlachopoulos & Makri, 2017). También se señala el crecimiento de propuestas interdisciplinarias como pensamiento computacional en K–12 y el diseño de temas STEM con tecnologías emergentes (IA/IoT), que amplían pertinencia y aplicabilidad, pero requieren planificación y condiciones de implementación realistas (Yeni et al., 2024; Kim Hu & Hoà, 2024). En inclusión, se enfatiza que la accesibilidad y la multimodalidad deben considerarse desde el diseño para sostener participación equitativa y evitar exclusiones por barreras funcionales o técnicas (Moriña, 2021; Kaimara, 2023).

Finalmente, la literatura revisada apunta a la consolidación de ecosistemas de mejora continua mediante analítica del aprendizaje y visualización de datos, siempre que existan competencias para interpretar métricas y salvaguardas éticas sobre privacidad y uso responsable de información (Jones, 2019; Mavrikis et al., s. f.; Onah et al., s. f.). En conjunto, estas estrategias tienden a ser más efectivas cuando se insertan en marcos institucionales que sostienen el cambio (condiciones facilitadoras, liderazgo, soporte y evaluación), en lugar de depender de esfuerzos aislados o iniciativas de corto plazo (Fataar & Norodien-Fataar, 2021; Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Qolamani, 2023).

Para hacer explícito este "paquete" de condiciones (estrategia → condición de éxito → riesgo → indicador), la Tabla 3 sintetiza las estrategias/condiciones derivadas de la revisión.

Tabla 3.

Matriz de estrategias y condiciones de efectividad (resultados integrados)

Estrategia	Condición de éxito	Riesgo si falta	Indicador práctico sugerido
Formación situada y continua	Alineación con objetivos institucionales + práctica aplicada	Retorno al uso básico	% docentes que diseñan secuencias completas en LMS
Comunidades de práctica híbridas	Taller + foro + repositorio vivo; reconocimiento institucional	Voluntarismo y abandono	Nº recursos/rúbricas validadas compartidas
Alternativas offline sincronizables	Diagnóstico conectividad; repositorios/servidores locales	Exclusión por dependencia de sincronía	% actividades con opción asincrónica/baja conectividad
Políticas operativas vinculadas al currículo	Etapas + indicadores; inversión y soporte garantizados	Improvisación y desigualdad interna	Existencia de protocolo + evidencia de cumplimiento
Accesibilidad "por defecto"	Subtitulado, lectores, multimodalidad; roles definidos	Participación limitada	% materiales con criterios mínimos de accesibilidad
Analítica con sentido pedagógico	Competencia interpretativa + uso en retroalimentación	Datos sin impacto	Evidencia de decisiones instruccionales basadas en métricas
Enfoques híbridos (CoI)	Mediación activa + evitar repositorio pasivo	Consumo pasivo	Participación en foros/tareas colaborativas documentada

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión narrativa permiten sostener que la integración de la informática

aplicada y las TIC en educación debe interpretarse como un proceso sistémico y no como un acto de incorporación de herramientas. Los hallazgos muestran que la disponibilidad tecnológica facilita condiciones de operación, pero no asegura por sí misma transformación pedagógica; dicha transformación ocurre cuando el uso tecnológico se alinea con diseño del aprendizaje, evaluación coherente, capacidades docentes y una arquitectura institucional que sostenga el cambio (Sindi et al., 2023; Lewin et al., 2018). Esta lectura es consistente con enfoques que entienden la digitalización educativa como una ecología de elementos interdependientes —infraestructura, cultura institucional, prácticas docentes, participación estudiantil— donde las fallas en un componente pueden neutralizar el avance en otros (Fataar & Norodien-Fataar, 2021; Qolamani, 2023).

En relación con el acceso, la evidencia revisada sugiere que la brecha urbano–rural no solo implica desigualdad de recursos, sino desigualdad de posibilidades pedagógicas reales. La transición acelerada a modalidades remotas evidenció que la continuidad del aprendizaje dependía del acceso doméstico, de la estabilidad técnica y de la capacidad de rediseñar actividades bajo condiciones reales de conectividad (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020; Mulenga & Marbán, 2020). Estos patrones se conectan con la experiencia de adopción tecnológica en diversos contextos de educación superior y STEM, donde los factores de disponibilidad y la experiencia del usuario inciden en el tipo de participación y en la profundidad del aprendizaje alcanzable (Oladele et al., 2023). En consecuencia, las decisiones pedagógicas más robustas son aquellas que anticipan restricciones de acceso y sostienen rutas flexibles (asincrónicas y de bajo consumo), evitando diseños dependientes de alta sincronía, lo que se vuelve particularmente relevante cuando la integración busca equidad y permanencia.

En el plano pedagógico, los resultados confirman que las plataformas no transforman por sí mismas; su impacto está mediado por el diseño del aprendizaje. El énfasis en *learning design* como condición para desarrollar pedagogía digital ayuda a explicar por qué la adopción de un LMS o de recursos digitales produce efectos heterogéneos: cuando no se reestructuran objetivos, actividades, evidencias y retroalimentación, la tecnología tiende a reproducir la enseñanza transmisiva en formato digital (Lewin et al., 2018; Sindi et al., 2023). Esta interpretación se fortalece al vincularla con marcos de competencia docente como TPACK, que plantean que el uso educativo significativo ocurre cuando el profesorado integra conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico, y no cuando domina herramientas de manera aislada (Goradia, 2018; Hidayat et al., 2023). En este sentido, estrategias como aula invertida, juegos y simulaciones, o integración de pensamiento computacional y STEM con tecnologías emergentes muestran potencial para activar aprendizajes más profundos, pero dependen de planificación, acompañamiento y evaluación formativa; de lo contrario, quedan reducidas a cambios de formato o experiencias puntuales (Wang, 2017; Gutu, 2022; Cevikbas & Kaiser, 2023; Hosseini et al., 2019; Vlachopoulos & Makri, 2017; Yeni et al., 2024; Kim Hu & Hoà, 2024).

Desde la perspectiva institucional, los hallazgos sugieren que uno de los mayores frenos es la distancia entre la intención estratégica y la operacionalización. La transformación digital suele fracasar cuando las políticas se mantienen declarativas y no se traducen en procesos, responsabilidades, soporte técnico, indicadores de seguimiento y reconocimiento del tiempo docente para diseño e innovación, lo que produce heterogeneidad y dependencia del voluntarismo (Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Lubinga et al., 2023; Shadle et al., 2017; Qolamani, 2023). Además, las decisiones de gobernanza tecnológica (estabilidad de plataformas, ancho de banda, soporte) tienen efectos pedagógicos directos: la inestabilidad impulsa la "doble preparación" y desincentiva la exploración metodológica, reforzando un uso mínimo y conservador (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020). En el mismo nivel institucional, se vuelve determinante

integrar un marco ético: la expansión del aprendizaje digital implica tratamiento de datos, propiedad intelectual y seguridad; sin lineamientos claros aumenta el riesgo en el manejo de información estudiantil y se limita el desarrollo responsable de ecosistemas digitales, especialmente cuando se integran funciones de seguimiento y analítica del aprendizaje (Qolamani, 2023; Jones, 2019; Sakamoto & Miyashita, 1995).

Los resultados también permiten interpretar las barreras actitudinales como un mecanismo de mediación entre infraestructura y uso real. La aceptación de la tecnología, la autoeficacia y la carga percibida se ven afectadas por experiencias técnicas previas y por condiciones institucionales; cuando el profesorado percibe poco apoyo, baja claridad o aumento de carga no reconocida, tiende a limitar la adopción o a mantener usos instrumentales (Zulkifli & Danis, 2023; Lubinga et al., 2023; Shadle et al., 2017). A su vez, la formación docente orientada a innovación con TI aparece como condición para fortalecer confianza y reducir incertidumbre, favoreciendo un clima más proclive a experimentar metodologías activas e integrar recursos digitales con sentido pedagógico (Bakhmat et al., 2022; Stratan-Artyshkova et al., 2022; Julita & Zulyusri, 2023). Este punto conecta con la necesidad de procesos de acompañamiento sostenidos, y no capacitaciones aisladas, como forma de convertir la adopción tecnológica en práctica estable.

En cuanto a inclusión, la evidencia revisada indica que la efectividad de la integración debe evaluarse también por su capacidad de garantizar participación equitativa. Cuando los recursos digitales no se diseñan con accesibilidad y multimodalidad desde el inicio, se generan exclusiones que contradicen el propósito de mejora educativa; por ello, la inclusión no debe quedar como ajuste tardío, sino como criterio de calidad pedagógica e institucional (Moriña, 2021; Kaimara, 2023). Esta exigencia se intensifica al incorporar pensamiento computacional, STEM o tecnologías emergentes, porque las diferencias en habilidades y acceso pueden ampliarse si no se diseñan rutas flexibles y apoyos progresivos (Yeni et al., 2024; Kim Hu & Hoà, 2024). En este sentido, la inclusión funciona como prueba de robustez del ecosistema digital: si una institución logra sostener accesibilidad, soporte y flexibilidad, es más probable que sostenga también innovación.

Las implicaciones prácticas se derivan en tres niveles. A nivel docente, la prioridad es fortalecer el diseño del aprendizaje y la evaluación formativa: alinear objetivos, tareas y evidencias, planificar rutas asincrónicas cuando sea necesario y seleccionar recursos (*flipped*, simulaciones, juegos, recursos móviles) solo cuando aporten claramente al logro de competencias (Lewin et al., 2018; Wang, 2017; Hosseini et al., 2019; Romero et al., 2019). A nivel institucional, la prioridad es operacionalizar políticas (roles, indicadores, soporte, sostenibilidad) y asegurar gobernanza tecnológica estable, incluyendo criterios éticos sobre datos y propiedad intelectual para sostener confianza y escalabilidad (Kalyvaki & Bacimanova, 2022; Qolamani, 2023; Jones, 2019). A nivel de sistema/política educativa, la prioridad es abordar brechas de acceso con estrategias realistas y sostenibles, articulando infraestructura, formación y evaluación de impacto, especialmente para contextos vulnerables (Greenhow et al., 2020; Mallillin et al., 2020; Oladele et al., 2023).

La contribución principal de esta revisión radica en integrar evidencia heterogénea bajo una lectura coherente que permite comprender por qué la tecnología no transforma automáticamente la educación y cuáles son las condiciones mínimas para que lo haga. Al conectar acceso, diseño pedagógico, gobernanza institucional, actitudes e inclusión, se ofrece una ruta interpretativa útil para orientar decisiones y priorizar intervenciones con mayor probabilidad de sostenibilidad (Fataar & Norodien-Fataar, 2021; Lewin et al., 2018; Qolamani, 2023). No obstante, el estudio presenta limitaciones propias de una revisión narrativa: la heterogeneidad de diseños y contextos impide inferencias causales, y la evidencia se interpreta como

patrones conceptuales más que como estimaciones cuantificables de efecto; además, algunos trabajos referenciados presentan información bibliográfica limitada (por ejemplo, documentos sin fecha o sin detalles editoriales completos), lo que restringe su trazabilidad formal en comparación con artículos indexados con metadatos completos.

Como agenda futura, se recomienda avanzar hacia estudios longitudinales y comparativos que evalúen sostenibilidad de estrategias (aula invertida, juegos/simulaciones, integración de pensamiento computacional y STEM con tecnologías emergentes), incorporando medidas de equidad e inclusión como criterios de efectividad. También se requiere fortalecer investigación aplicada sobre analítica del aprendizaje y visualización de datos para apoyo docente, integrando salvaguardas éticas y modelos pedagógicos explícitos que permitan traducir métricas en decisiones instruccionales verificables (Jones, 2019; Mavrikis et al., 2017.; Onah et al., 2017). En síntesis, la discusión converge en que la integración efectiva depende menos de la herramienta y más de la construcción institucional y pedagógica que la sostiene, con inclusión y ética como condiciones transversales para su legitimidad y permanencia.

CONCLUSIONES

La integración efectiva de la informática aplicada y las TIC en la práctica pedagógica se configura como un fenómeno sistémico: la disponibilidad de infraestructura facilita el uso, pero no garantiza transformación educativa si no se articula con rediseño didáctico, evaluación coherente y acompañamiento docente. La evidencia revisada muestra que las brechas urbano–rurales no solo expresan desigualdad de acceso, sino desigualdad de posibilidades pedagógicas reales; en entornos con conectividad inestable y recursos limitados se restringen metodologías dependientes de sincronía y plataformas complejas, mientras que incluso en contextos con mayor dotación la integración puede permanecer superficial si la tecnología se reduce a funciones logísticas.

Desde el plano pedagógico, el reto central consiste en convertir la tecnología en mediación didáctica y evaluativa, alineando objetivos, actividades, evidencias de aprendizaje y retroalimentación. La literatura sintetizada sugiere que una misma plataforma puede sostener enfoques transmisivos o experiencias constructivistas según la mediación docente; por ello, la formación centrada solo en habilidades técnicas amplía la brecha entre "saber usar" y "saber enseñar con", limitando la innovación y la continuidad. A su vez, los factores actitudinales (utilidad percibida, autoeficacia, ansiedad tecnológica) modulan la adopción real: cuando el entorno es inestable o el soporte insuficiente, la falla técnica se convierte en barrera psicológica acumulativa, elevando la carga laboral y reduciendo la disposición a implementar estrategias de mayor complejidad.

En términos institucionales, la sostenibilidad depende de políticas operativas, soporte técnico oportuno, continuidad de inversión y gobernanza que incorpore dimensiones éticas como privacidad y uso responsable de datos, ya que estas condiciones sostienen la confianza y permiten escalar prácticas. De manera transversal, la integración solo puede considerarse plenamente efectiva si es inclusiva: la accesibilidad debe planificarse desde el diseño (multimodalidad, compatibilidad con tecnologías de apoyo y rutas de participación diversas) para evitar que la digitalización reproduzca exclusiones. En conjunto, la evidencia conduce a una conclusión clara: avanzar de la lógica de implementación a la lógica de sistema — diagnóstico contextual, planificación pedagógica, soporte y políticas claras, inclusión y evaluación continua— es la vía para que la informática aplicada se consolide como recurso estructural que fortalezca calidad y equidad educativa.

REFERENCIAS

Aduvire, O. (2019). Innovaciones técnicas en el tratamiento de aguas ácidas de mina con recuperación de subproductos con valor económico. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería, 4*(2519–5352). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2519-53522019000100006&script=sci_arttext

Al-Sindi, T., Putra, H. D., & Ghozi, S. (2023). Integrating technology into classroom training: New approaches in educational pedagogy. *Journal of Training, Education, Science and Technology, 1*(1), 1–6. https://doi.org/10.51629/jtest.v1i1.168

Bakhmat, N., Popadych, O., Derkach, L., Shvardak, M., Lukashchuk, M., & Romanenko, V. (2022). Using Information Technologies to Train Today Teachers in the Educational Environment. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala, 14*(2), 479-499. https://doi.org/10.18662/rrem/14.2/591.

Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023). Can flipped classroom pedagogy offer promising perspectives for mathematics education on pandemic-related issues? A systematic literature review. *ZDM – Mathematics Education, 55*(3), 177–191. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01388-w

Chang, M., Sampson, D. G., Huang, R., Hooshyar, D., Chen, N.-S., Kinshuk, & Pedaste, M. (2020, julio). *Proceedings of the IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2020)*.

Chasubuta, A., & Ndibalema, P. (2024). Barriers hindering effective engagement in online assessment for teacher education in Tanzania: Perspectives from two teachers' colleges. *Journal of Issues and Practice in Education, 16*(Special Issue), 31. https://www.ajol.info/index.php/jipe/article/view/275223

Fataar, A., & Norodien-Fataar, N. (2021). Towards an e-learning ecologies approach to pedagogy in a post-COVID world. *Journal of Education, 84*. https://doi.org/10.17159/2520-9868/i84a08

Goradia, T. (2018). Role of educational technologies utilizing the TPACK framework and 21st century pedagogies: Academics' perspectives. *IAFOR Journal of Education, 6*(3), 43. https://eric.ed.gov/?id=EJ1198663

Greenhow, C., Lewin, C., & Staudt Willet, K. B. (2020). The educational response to COVID-19 across two countries: A critical examination of initial digital pedagogy adoption. *Technology, Pedagogy and Education*. https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1866654

Gutu, M. (2022). Flipped classroom: An effective approach for developing and assessing informatics competencies. *Journal of Social Sciences, 5*(4), 45–51. https://doi.org/10.52326/jss.utm.2022.5(4).05

Hidayat, W. N., Nurlaila, Purnomo, E., & Aziz, N. (2023). Technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in Islamic religious education in the digital era. *AL HIKMAH: Journal of Education, 4*(1), 93–106. http://yphn.ac.id/ejournal/index.php/Alhikmah/index

Hosseini, H., Hartt, M., & Mostafapur, M. (2019). Learning is child's play: Game-based learning in computer science education. *ACM Transactions on Computing Education, 19*(3), 22. https://doi.org/10.1145/3282844

Humanante-Ramos, P., García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. (2017). Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *20*(2), 73-92. https://www.redalyc.org/journal/3314/331453132004/html/

Jones, H. (2019, noviembre). *Barriers, enablers, and motivations for staff adoption of learning analytics: Insights for professional learning opportunities from an Australian university*

Julita, W., & Zulyusri. (2023). Analysis of the importance of enhancing the qualifications of biology teachers as professional educators in the 21st century digital era. *Journal of Digital Learning and Education, 03*(2), 117–128. https://doi.org/10.52562/jdle.v3i2.744

Kaimara, P. (2023). Digital transformation stands alongside inclusive education: Lessons learned from a project called "Waking Up in the Morning". *Technology, Knowledge and Learning*. https://doi.org/10.1007/s10758-023-09667-5

Kalyvaki, M., & Bacimanova, N. (2022, septiembre). *Overcoming barriers to digital transformation of higher education*. https://doi.org/10.53486/cike2022.20

Kim Hu, P. T., & n Th Thanh Ho à, N. (2024). Design some STEM topics integrating AI & IoT technology in teaching informatics and technology grade 10. *Saudi Journal of Engineering and Technology, 9*(3), 135–141. https://doi.org/10.36348/sjet.2024.v09i03.003

Lewin, C., Cranmer, S., & McNicol, S. (2018). Developing digital pedagogy through learning design: An activity theory perspective. *British Journal of Educational Technology, 49*(6), 1131–1144. https://doi.org/10.1111/bjet.12705

Lubinga, S., Maramura, T. C., & Masiya, T. (2023). Adoption of fourth industrial revolution: Challenges in South African higher education institutions. *Journal of Culture and Values in Education, 6*(2), 1–17. https://doi.org/10.46303/jcve.2023.5

Mallillin, L. L. D., Mendoza, L. C., Mallillin, J. B., Felix, R. C., & Lipayon, I. C. (2020). Implementation and readiness of online learning pedagogy: A transition to COVID 19 pandemic. *European Journal of Open Education and E-learning Studies, 5*(2), 71. https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3321

Mavrikis, M., Geraniou, E., Gutierrez Santos, S., & Poulovassilis, A. (2019). Intelligent analysis and data visualisation for teacher assistance tools: The case of exploratory learning. *British Journal of Educational Technology*, *50*(6), 2920-2942. https://doi.org/10.1111/bjet.12876

Mavrikis, M., Geraniou, E., Gutierrez Santos, S., & Poulovassilis, A. (s. f.). *Intelligent analysis and data visualisation for teacher assistance tools: The case of exploratory learning* [Documento no especificado en el manuscrito].

Moriña, A. (2021). *Giving a voice to the best faculty members: Benefits of digital resources for the inclusion of all students in arts and humanities* [Fuente no especificada en el manuscrito].

Mulenga, E. M., & Marbán, J. M. (2020). Is COVID-19 the gateway for digital learning in mathematics education? *Contemporary Educational Technology, 12*(2), ep269. https://doi.org/10.30935/cedtech/7949

Oladele, J. I., Ayanwale, M. A., & Ndlovu, M. (2023). Technology adoption for STEM education in higher education: Students' experience from selected Sub-Saharan African countries. *Pertanika Journal of Science & Technology, 31*(1), 237–256. https://doi.org/10.47836/pjst.31.1.15

Onah, D. F. O., Pang, E. L., Sinclair, J. E., & Uhomoibhi, J. (2018). Learning analytics for motivating self-regulated learning and fostering the improvement of digital MOOC resources. In *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning* (pp. 14-21). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11434-3_3

Qolamani, K. I. B. (2023). The digital revolution in higher education: Transforming teaching and learning. *Qalamuna, 15*(2), 837–848. https://doi.org/10.37680/qalamuna.v15i2.3905

Rabbi, M. F., Islam, M. S., & Hossain, M. J. (2024). Enhancing English language learning in tertiary education through blended approaches: A Bangladesh perspective. *Indonesian Journal of Education Research, 5*(1), 1–9. https://doi.org/10.37251/ijoer.v5i1.745

Romero, R., Riquelme, I., & Halal, C. (2019). Barriers in teacher perception about the use of technology for evaluation in higher education. *Digital Education Review, (35)*, 170. http://greav.ub.edu/der/

Sakamoto, T., & Miyashita, K. (1995, enero). *Social and political influences on the integration of informatics into Japanese education*

Shadle, S. E., Marker, A., & Earl, B. (2017). Faculty drivers and barriers: Laying the groundwork for undergraduate STEM education reform in academic departments. *International Journal of STEM Education, 4*(8), 8. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0062-7

Stamouli, M.-A., Balis, C., & Apostolakis, I. (2012). Integration of informatics and health informatics into health educational programs of higher education in Greece. *EJBI, 8*(1), 8–15. https://doi.org/10.24105/ejbi.2012.08.1.3

Stratan-Artyshkova, T., Kozak, K., Syrotina, O., Lisnevska, N., Sichkar, S., Pertsov, O., & Kuchai, O. (2022). Formation of new approaches to the use of information technology and search for innovative methods of training specialists within the pan-European educational space. *International Journal of Computer Science & Network Security, 22*(8), 97-104. https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.8.13

Sugiyanto, Muryani, C., & Ni'matussyahara, D. (2024). Strengthening student empathy in GeoCapabilities: Digital learning innovations and pedagogical strategies for disaster mitigation. *Contemporary Educational Technology, 16*(3), ep521. https://doi.org/10.30935/cedtech/14913

Turčáni, M., & Kuna, P. (2013). Analysis of subject discrete mathematics parts and proposal of e-course model following Petrinets for informatics education. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science, 6*(1), 1–13. https://doi.org/10.7160/eriesj.2013.060101

Vlachopoulos, D., & Makri, A. (2017). The effect of games and simulations on higher education: A systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 14*(22), 22. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1

Wang, T. (2017). Overcoming barriers to "flip": Building teachers' capacity for the adoption of flipped classroom in Hong Kong secondary schools. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12*(6), 6. https://doi.org/10.1186/s41039-017-0047-7

Yeni, S., Grgurina, N., Saeli, M., Hermans, F., Tolboom, J., & Barendsen, E. (2024). Interdisciplinary integration of computational thinking in K-12 education: A systematic review. *Informatics in Education, 23*(1), 223–278. https://doi.org/10.15388/infedu.2024.08223

Yordanova, L. K., Brankova, D. I., & Kiryakova, G. G. (2019, mayo). *Integration of alternative education models in university e-learning*. https://doi.org/10.3897/ap.1.e0754

Zulkifli, A. F., & Danis, A. (2023). Unfolding the barriers to teaching and learning with technology among undergraduate pre-service teachers. *Journal of Sustainability Science and Management, 18*(6), 58–69. https://doi.org/10.46754/jssm.2023.06.005

CONFLICTO DE INTERÉS

No posee conflictos de intereses.

FINANCIAMIENTO

El artículo no tiene financiamiento

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD AUTORAL

Delia Consuegra-Herrera: Conceptualización: Metodología: Supervisión: Gestión del proyecto: Redacción – borrador original: Redacción, revisión y edición.

Dior Castillero Graell: Investigación: Curación de datos: Validación: Visualización: Redacción, revisión y edición.

María Mitre Vásquez: Análisis formal: Metodología: Validación: Visualización: Redacción, revisión y edición.

Antonio José Sucre Medina: Recursos: Investigación: Gestión del proyecto: Supervisión: Redacción, revisión y edición.

Esteban Bustamante: Curación de datos: Análisis formal: Visualización: Validación: Redacción – borrador original.