ISSN: 1692-7257 - Volumen 2 – Número 48 - 2026

REVISION

RCTA
Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada
UNIPAMPLONA

Gestión tecnológica para el perfeccionamiento docente en la educación 4.0: una revisión de tecnologías emergentes y competencias digitales

Technological management for teacher improvement in education 4.0: a review of emerging technologies and digital skills

Fernando Rodríguez Fonseca[1]
Hugo Fernando Castro Silva[1]
Marling Carolina Cordero Díaz[2]

[1] **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Sogamoso, Ingeniería Industrial, Sogamoso, Boyacá, Colombia.**

[2] **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Sogamoso, Maestría en administración, Sogamoso, Boyacá, Colombia.**

Recibido: 27 marzo 2026. Revisado: 20 mayo 2026. Aceptado: 25 junio 2026. Publicado: 07 julio 2026.
Autor de correspondencia: Fernando Rodríguez Fonseca

Cómo citar: F. Rodríguez Fonseca, H. F. Castro Silva, and M. C. Cordero Díaz, "Gestión tecnológica para el perfeccionamiento docente en la educación 4.0: una revisión de tecnologías emergentes y competencias digitales", *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA)*, vol. 2, no. 48, jul. 2026, art. no. 4499, doi: 10.24054/rcta.v2i48.4499

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen:

Esta investigación se ubica en la intersección entre gestión y educación, analiza el papel de la gestión tecnológica en el perfeccionamiento docente dentro del marco de la Educación 4.0. Tiene como propósito de hacer una revisión de la literatura de la gestión tecnológica para el perfeccionamiento docente. Inicialmente da a conocer la integración de la gestión tecnológica, que se ha convertido en una base fundamental para la calidad educativa y la innovación pedagógica que se encuentra dentro de la Educación 4.0. Se denota el papel del profesor como un mentor, orientador y facilitador el cual debe estar preparado en herramientas de tecnologías digitales tales como: el blockchain, la analítica de datos la inteligencia artificial generativa, la realidad extendida (XR); entre otras que buscan una mejor planeación académica y personalización del aprendizaje. Por otro lado, para el perfeccionamiento docente se utilizan modelos como el diseño universal para el aprendizaje (DUA) y TPACK (conocimiento tecnológico pedagógico del contenido) enfocados en la intencionalidad pedagógica y búsqueda de la inclusión en el aula. La metodología que se empleó fue de una revisión bibliográfica en el periodo entre enero y mayo de 2026 por medio de consultas en Scopus, ScienceDirect y Web of Science. Se utilizaron combinaciones de términos afines con 'artificial intelligence', 'Education 4.0', 'teacher professional development', 'technology management', 'digital competence', y 'TPACK'. Se tuvieron en cuenta publicaciones entre 2020 y 2026, con documentos directamente relacionados con la gestión tecnológica aplicada al perfeccionamiento docente artículos y revisados por pares en español e inglés. Después de eliminar duplicados, revisar títulos, resúmenes y el texto de los artículos, se seleccionaron las investigaciones con mayor pertinencia de los temas de interés para posteriormente realizar el análisis cualitativo.

Palabras clave: educación 4.0, inteligencia artificial generativa, TPACK, competencia digital docente, gestión educacional, innovación pedagógica.

Abstract:

This research is situated at the intersection of management and education and analyzes the role of technology management in teacher professional development within the framework of Education 4.0. Its purpose is to conduct a literature review of technology management for teacher professional development. It begins by highlighting the integration of technology management, which has become a fundamental foundation for educational quality and pedagogical innovation within Education 4.0. It highlights the teacher's role as a mentor, guide, and facilitator who must be proficient in digital technology tools such as blockchain, data analytics, generative artificial intelligence, and extended reality (XR), among others, which aim to improve academic planning and the personalization of learning. Furthermore, for teacher professional development, models such as Universal Design for Learning (UDL) and TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) are used, focusing on pedagogical intent and the pursuit of inclusion in the classroom. The methodology employed was a literature review conducted between January and May 2026 through searches in Scopus, ScienceDirect, and Web of Science. Combinations of terms related to "artificial intelligence," "Education 4.0," "teacher professional development," "technology management," "digital competence," and "TPACK" were used. Publications from 2020 to 2026 were considered, specifically peer-reviewed articles in Spanish and English that were directly related to technology management applied to teacher professional development. After eliminating duplicates and reviewing the titles, abstracts, and text of the articles, the studies most relevant to the topics of interest were selected for subsequent qualitative analysis.

Keywords: education 4.0, generative artificial intelligence, TPACK, digital teaching competence, educational management, pedagogical innovation.

INTRODUCCIÓN

La Educación 4.0 inicia como una consecuencia directa de la cuarta revolución industrial caracterizada por la fusión de sistemas digitales, físicos, biológicos con la automatización[1]. En la actualidad la competencia digital se reconoce como un componente clave en los procesos de enseñanza y aprendizaje[2]. De esta forma el término de Educación 4.0 no solo involucra el uso de herramientas tecnológicas, sino que se requiere que los profesores se apropien de realizar procesos de planeación, enseñanza y evaluación en la educación[2],[3]. Aquí es en donde la tecnología juega un papel fundamental para que el docente se apoye porque debe responder a una comunidad más informada y que utiliza plataformas digitales para la construcción del conocimiento[3].

La gestión de la tecnología en la enseñanza se ha convertido en una base esencial en la calidad en la educación e innovación de la pedagogía [4]. La integración de la tecnología no se limita al uso de herramientas digitales, sino que implica articularla con las necesidades de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje [5]. Además, la gestión tecnológica va más allá de adquirir herramientas, tiene que articularse estratégicamente con los objetivos de aprendizaje para lograr la calidad educativa [6], [7]. Por tanto, la calidad se concreta mediante un continuo esfuerzo institucional para que cumpla tanto las funciones de docencia como de investigación en entornos digitalizados [8].

Dentro de las últimas tendencias de la gestión tecnológica, la ejecución de la enseñanza adaptativa toma como base la tecnología. Esta metodología usa la evaluación formativa como pilar para hacer seguimiento del avance del estudiante y realizar cambios en tiempo real[9]. Para que la gestión se aproveche más, se debe encaminar en dos estadios: el primero son las macro adaptaciones, que son actividades que se proyectan teniendo un conocimiento preliminar por parte del estudiantado; y en segundo lugar, las micro adaptaciones que proporcionan un soporte personalizado por medio de tecnologías de sistemas de tutoría inteligente[9].

Se ha comprobado que la efectividad de estos sistemas en diversas áreas se materializa cuando hay una buena adaptación en el proceso al impartir el conocimiento al estudiantado[9]. Pero la gestión de estas herramientas necesita que el profesor esté alfabetizado digitalmente y tenga la capacidad de relacionar herramientas tecnológicas con un contenido determinado[10].

La irrupción de la inteligencia artificial generativa ha reconfigurado la gestión tecnológica en los contextos educativos al ampliar las posibilidades de creación de contenido, personalización del aprendizaje y apoyo a la planeación docente. Con la introducción de la Inteligencia Artificial Generativa se ha logrado una nueva forma de evaluar de la gestión tecnológica en los claustros. La utilización del ChatGPT para la creación de contenido permite una mejor manera de experimentar el aprendizaje, que con proyectos de personalización generan autonomía en los estudiantes, alineando las aspiraciones profesionales con los retos actuales[11].

Con el enfoque de la gestión docente, la Inteligencia Artificial Generativa cambia el papel del docente de un emisor de conocimiento a un orientador y facilitador de la enseñanza-aprendizaje, además de ser un mentor ético[12]. Por consiguiente se debe manejar de manera técnica la Inteligencia Artificial (IA) observando el lado humano; es decir, no sesgarse con solo el uso de la IA, sino que recurra al pensamiento crítico con sus estudiantes[13]. La autonomía del estudiante garantizaría el éxito de su aprendizaje, y el rol del docente es orientar para la utilización adecuada de las tecnologías[12].

También la gestión tecnológica abarca la arquitectura de los sistemas que apoyan a la docencia. El uso de plataformas en la nube para la gestión de información educativa repercute en una administración más rápida y precisa con respecto al proceso manual[12]. Para perfeccionar los sistemas, se utilizan las técnicas de minería de datos y algoritmos de Q-learning, que ayudan a predecir comportamientos de aprendizaje y sistematizan la asignación de recursos en busca de la mejora los procesos institucionales[13]. Particularmente, la minería de datos facilita el hallazgo de patrones relacionados con el desempeño académico prediciendo riesgos y optimización de currículos.

En estos tiempos la transparencia y seguridad de los datos son muy importantes dentro de la gestión. Por ejemplo, el blockchain es una tecnología que almacena datos y tiene una arquitectura descentralizada que presta seguridad de privacidad en los usuarios y protege los registros académicos por medio de bloques de datos entrelazados[14]. También ofrece un potencial disruptivo por medio de la creación de registros inalterables y descentralizados, es el caso de los contratos inteligentes que permiten la autoejecución de acuerdos sin intermediarios agilizando los procesos de certificación académica y administrativa[15].

Como se ha mencionado antes la gestión de tecnologías tiene muchas fortalezas pero presenta algunas barreras sobre todo en economías emergentes, en donde hay una brecha digital y los recursos son escasos limitando la educación[16]. Por tanto, la manera de abordar esta tecnología en estos escenarios va estar en función del tipo de asignatura o área del saber y la experiencia del docente[16].

Finalmente, se vislumbra que la gestión de la tecnología en la enseñanza del docente debe tener un carácter de intencionalidad y reflexión. No solamente se trata de incorporar la innovación también es importante emplear funciones pedagógicas específicas tal como la Comunidad de Indagación o el modelo LoGeT (localización-generalización-transferencia) que aseguren que la

tecnología actúe como una estructura que busca el bienestar humano y el desarrollo de competencias formativas[17].

GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA EL PERFECCIONAMIENTO DOCENTE EN LAS TECNOLOGÍAS

El perfeccionamiento docente es la base que permite utilizar de forma efectiva las TIC. El docente es un creador de propuestas de currículo innovadoras y no un simple transmisor de información. Es por ésto que debe utilizar la analítica de datos para realizar búsquedas y el análisis profundo con su posterior interpretación tanto para los estudiantes como los docentes[18]. Para que un análisis de datos sea efectivo, es imperioso hacer un pre-procesamiento de datos con un foco de dominio particular y garantice la consistencia y calidad de la información de diversas fuentes heterogéneas[19].

El perfeccionamiento docente también es el pilar de la transformación tecnológica en donde el papel del docente tiene que evolucionar de pasar de ser un transmisor de información a un mediador del aprendizaje; además, de integrar tecnologías con criterio ético y pedagógico[6]. Lo que implica desarrollar competencias para adaptarse a las necesidades globales en un entorno escolar[7].

La fundamentación teórica que orienta el perfeccionamiento docente está desarrollada por el modelo TPACK (conocimiento tecnológico pedagógico del contenido) que se enfoca en la integración con resultados de la tecnología y que requiere una articulación entre las herramientas digitales, la pedagogía y el manejo del contenido [20]. Últimamente, las Investigaciones dan a entender que este modelo ha cambiado a variantes más detalladas como el AI-TPACK que capacita a los docentes para cambiar los modelos pedagógicos utilizando la Inteligencia Artificial para facilitar las tareas y metodologías a utilizar [21]. Cuando se busca el perfeccionamiento docente se debe centrar en métodos prácticos y de reflexión para evitar la formación teórica, a cambio se busca representar la realidad en las aulas que utilizan la tecnología [22].

También es importante la utilización de tecnología de inmersión como la Realidad Virtual (RV), es una herramienta que permite el adiestramiento del profesorado. La RV permite escenarios de la vida real y manejo de aulas inclusivas para niños que presentan autismo convirtiendo los entornos seguros y controlados[3]. Con ésto, se pretende acercar más la práctica en el aula y la teoría académica ayudando a la transferencia de conocimientos de una manera más efectiva[23].

Igualmente la integración de metodologías como el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) que se basa en la neurociencia, debe ser flexible en el ritmo y el estilo de aprendizaje al hacer uso de las herramientas digitales para mejorar el perfeccionamiento docente en busca de la equidad educativa y la inclusión[24]. También el DUA es esencial para garantizar que la tecnología sea asequible y no una barrera. En la actualidad algunas personas con diversidad funcional pueden aprovechar dispositivos adaptados y acceder a tecnologías de apoyo[24]. De la misma manera el fomento del pensamiento computacional en la infancia puede establecer una nueva alfabetización digital para poder manejar exitosamente la tecnología 4.0[25].

Se ha observado que hay muchos avances en el perfeccionamiento docente que se establece como piedra angular de la transformación. El rol del maestro evoluciona de ser un transmisor de información a un mediador del aprendizaje capaz de integrar tecnologías con criterio pedagógico y ético. Hay casos en donde los profesores utilizan el conocimiento tecnológico pero en menor medida la integración pedagógica y disciplinar, lo que repercute en una adopción superficial de la tecnología educativa[26]. Además se relacionan obstáculos como la brecha digital, la resistencia al cambio en docentes más antiguos y carencia de una infraestructura técnica[23]. Por ende para lograr el perfeccionamiento docente se requiere de una continua formación técnica, una cultura o hábitos de innovación en las instituciones y apoyo de las entidades educativas[27].

Se puede concluir que el proceso de aprendizaje apoyado en la aplicación de las tecnologías constituye un gran aporte al desarrollo de la educación y a su vez es necesario que el docente tenga nuevas competencias en su rol como orientador[28]. Las tecnologías emergentes junto con la inteligencia artificial nunca podrían reemplazar al profesor; de manera contraria, éste se convierte como un aliado estratégico porque logra mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje[28]. Por consiguiente, el perfeccionamiento docente en el uso de la tecnología se convierte en un proceso de aprendizaje a largo plazo y se aprecia que la tecnología constituye un medio para alcanzar un desarrollo equitativo e integral[29].

TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA LA EDUCACIÓN 4.0

Como se ha afirmado ante la integración tecnológica no se restringe al uso de herramientas, sino que permite realizar una reestructuración amplia de los modelos pedagógicos que se dirigen hacia la Educación 4.0[1].

A continuación, se presentan los principales enfoques de pensamiento derivados de las fuentes:

- Inteligencia artificial (IA) y personalización del Aprendizaje

La Inteligencia Artificial permite transcender a un paradigma que proporciona homogeneidad en la educación y que ha transformado las nuevas realidades de enseñanza. También facilita el diseño de nuevas experiencias de aprendizaje por su capacidad de analizar gran volumen de datos para generar diferentes intereses y ritmos de aprendizaje específicos en cada

individuo[30]. Lo anterior ayuda a poder detectar de manera temprana las diversas dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje y generar una realimentación rápida; además, de la realización de tutorías inteligentes[29]. Por otro lado, permite enriquecer el ecosistema pedagógico por generar contenido y material educativo como chatbots, textos y recursos audiovisuales[3].

Con las Tecnologías del Aprendizaje, el Conocimiento (TAC) y la Inteligencia Artificial se ha logrado la automatización de labores administrativas disminuyendo la carga de trabajo ostensiblemente en un 40%; además, involucra la personalización del proceso enseñanza-aprendizaje[23]. Es importante que en este modelo de educación de gran avance se tenga una responsabilidad y ética en la utilización de la IA, porque se presenta un riesgo de una deshumanización de la pedagogía[28]. Luego el perfeccionamiento docente con el uso de las tecnologías debe involucrar una alfabetización no solamente de datos sino también de la ética. Entonces los docentes deben ser colaboradores y facilitadores al utilizar la IA desplegando la creatividad y humanización en los entornos escolares[23].

- Realidad extendida (XR) y tecnologías inmersivas

Las tecnologías de Realidad Aumentada (RA, Realidad Mixta (RM) y Realidad Virtual (RV), favorecen la redefinición del proceso enseñanza-aprendizaje porque recurre a la ciencia y la técnica, facilitando el entendimiento, visualización de definiciones complejas y la percepción espacial tridimensional [30], también es utilizada en la práctica repetitiva y segura de campos como la arquitectura e ingeniería permitiendo simulaciones de actividades prácticas antes de su ejecución real, reduciendo la brecha entre la teoría y la práctica profesional [31]. Adicionalmente, tienen un impacto motivacional porque actúan como un estímulo para el estudiante mejorando significativamente su atención, motivación y actitudes hacia áreas como las ciencias y las matemáticas [32].

- Sinergia de metodologías activas y la tecnología

Funciona como alternativas y estrategias para el perfeccionamiento docente que logra integrar marcos metodológicos para el uso adecuado de las tecnologías. Dentro de éstos se encuentran: El Aprendizaje basado en proyectos (ABP) que se posiciona como una estrategia altamente efectiva para desarrollar la competencia digital pedagógica en futuros docentes permitiéndoles internalizar herramientas tecnológicas mediante tareas auténticas y colaborativas[33]. En la gestión educativa se emplea el STEM (science, technology, engineering and maths) que es el uso de tecnologías como gemelos digitales o creación de prototipos láser, con este tipo de proyectos STEM se fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas del mundo real[34].

- Competencias digitales para el perfeccionamiento docente

El docente se convierte en un facilitador y mediador del aprendizaje en entornos digitales e híbridos y no como transmisor de información[3]; aquí se aprecia que dicho docente debe tener una formación continua, acortando la brecha entre la competencia digital pedagógica y la familiaridad con aplicaciones cotidianas[32]. En el mismo sentido, genera otras maneras de evaluar con metodologías específicas y automatizadas con el fin de observar y analizar la disertación en las clases logrando una realimentación más confiable y precisa de su propio ejercicio[35].

- infraestructura y ética

Si bien hay muchas ventajas del uso de las diferentes tecnologías, también se presentan barreas y en cierto sentido son estructurales tales como: La Infraestructura, cuando existe acceso limitado a dispositivos, la conexión a internet no es estable y se presentan costos altos por el uso de tecnologías, por lo que se aumenta las brechas en la educación[31],[36]. Por otro lado, la humanización y ética en donde hay que tener una interacción humana en los procesos de enseñanza-aprendizaje y también determinar regulaciones éticas para que haya garantías en la privacidad de los datos[3].

TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Las tecnologías aplicadas digitales en la docencia, buscan la modernización de las instituciones educativas por medio de la transformación hacia lo digital y que al final se traduce en una la mejora continua del proceso educativo. El evento de la pandemia por el COVID-19 impulsó de una manera rápida y significativa el desarrollo de nuevas tecnologías como videolearning, entornos virtuales e inteligencia artificial [36] en donde los profesores tuvieron que aprender nuevas y mejores competencias digitales. Una de ellas es la Competencia Digital Docente (CDD) que involucra la capacidad de seleccionar e integrar la tecnología a diferentes aspectos pedagógicos y el conocimiento técnico de las herramientas en el diseño de los currículos[30]. A continuación se mencionan algunas herramientas de transformación digital:

Modelos de competencia digital e integración

- La Agencia Digital Docente es la capacidad del docente para reflexionar, actuar y transformar teniendo un buen juicio con el fin de empoderar a los docentes y estudiantes en el desarrollo del proceso de aprendizaje mediante el uso de la

tecnología[30]. También se encuentra el TPACK ya mencionado.

Tecnologías emergentes y su aplicación

- Big data y analítica de aprendizaje: Analiza el comportamiento del estudiante en tiempo real, permite la personalización, desarrollo de métodos de enseñanza y tener información de bajo rendimiento o posible deserción de los estudiantes[32]. Como ya se menciona también está el uso de la IA como asistente educativo.
- Analítica de aprendizaje (Learning Analytics): El uso de algoritmos como Random Forest permite analizar datos masivos para predecir el rendimiento estudiantil y el riesgo de deserción, facilitando sistemas de alerta temprana[3].
- Entornos inmersivos (VR/AR/3D): Los mundos virtuales y la realidad aumentada permiten transformar las prácticas pedagógicas, ofreciendo experiencias interactivas que pueden superar barreras espaciales y fomentar un aprendizaje profundo[33]. También se encuentra la realidad extendida (XR), que ya se expuso.
- Robótica educativa y programación: La robótica se utiliza como una práctica educativa en donde se diseña, construye y programa robots, ésto permite desarrollar el pensamiento computacional que sirve para cualquier disciplina, especialmente en áreas STEM[37].

Es importante lograr la integración de tecnologías emergentes porque genera un impacto de intervención de la robótica y programación visual por bloques; además, de conceptos fundamentales de machine learning (ML) en donde los docentes se deben formar y tiene también un uso para la educación inicial (grados de primaria)[38].

En educación, el Machine Learning es una herramienta imprescindible para la personalización del aprendizaje y la toma de decisiones estratégicas[1]. Con lo anterior se hace necesario integrar capacidades en IA, toma de decisiones usando algoritmos y el pensamiento computacional en los procesos de la educación[38]. La implementación de estas herramientas permite a los participantes adquirir conceptos computacionales básicos como secuencias, bucles y condicionales, además de comprender el flujo de trabajo del aprendizaje automático (preparación de datos, entrenamiento de modelos e interpretación)[37].

La tabla 1 muestra en una forma comparativa las tecnologías emergentes, modelos de integración tecnológica, competencias digitales o principales hallazgos reportados en la literatura.

Tabla 1: Comparación de tecnologías emergentes, modelos de integración y competencias digitales en Educación 4.0

Tecnología / Modelo	Aplicación en el perfeccionamiento docente	Competencias digitales requeridas	Principales hallazgos reportados en la literatura
Inteligencia Artificial Generativa (ChatGPT,)	Planificación de clases, diseño de materiales, retroalimentación automática y personalización del aprendizaje	Pensamiento crítico Alfabetización en IA, ética digital y evaluación de contenidos generados por IA	Aumenta la productividad docente y facilita la personalización del aprendizaje; necesita de supervisión para evitar sesgos y dependencia tecnológica.
Analítica de aprendizaje	Identificación pronta de riesgo de deserción, seguimiento del rendimiento del estudiante y apoyo a la toma de decisiones	Análisis estadístico, interpretación de datos y gestión de la información	Permite toma de decisiones pedagógicas, intervenciones oportunas, y mejora la gestión educativa por medio de evidencia.
Data Educativa	Gestión masiva de información institucional y académica	Alfabetización digital, análisis de información y gestión de datos	Ayuda a la predicción del desempeño académico y la mejora continua de procesos institucionales.
Realidad Extendida (XR: RV, RA y RM)	Formación práctica, desarrollo de competencias y simulación de escenarios.	Diseño de experiencias digitales y manejo de entornos de inmersión	Aumenta el entendimiento de la conceptualización, la motivación, y transferencia del aprendizaje
Blockchain	Gestión documental, certificación académica, y protección de registros educativos	Gestión de información, ciudadanía digital y seguridad digital	Aumenta la transparencia, trazabilidad y seguridad de la información mediante registros inalterables.
Machine Learning y Robótica educativa	Desarrollo del pensamiento computacional y de la programación	Programación básica, pensamiento computacional y resolución de problemas	Ayuda a adquirir competencias STEM y refuerza la comprensión de algoritmos e IA en edades tempranas.
TPACK	Integración equilibrada entre pedagogía, tecnología y contenido disciplinar,	Competencia pedagógica, disciplinar y tecnológica.	Es el modelo que se utiliza más para orientar la integración efectiva de tecnologías en la instrucción
AI-TPACK	Integración de herramientas de IA dentro del conocimiento disciplinar y pedagógico.	Diseño instruccional y evaluación crítica con el uso responsable de IA,	Desarrolla el modelo TPACK reuniendo competencias específicas para el uso educativo de la IA.
Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)	Diseño de experiencias inclusivas por medio de tecnologías digitales	Accesibilidad, adaptación curricular e inclusión digital.	Permite múltiples formas de representación, participación y evaluación, favoreciendo la equidad educativa.
Competencia Digital Docente (CDD)	Desarrollo profesional permanente de los docentes	Creación de contenido, alfabetización digital, colaboración, seguridad y resolución de problemas	La competencia digital compone el principal factor para generar una integración tecnológica sostenible y efectiva en la Educación 4.0.

Fuente: elaboración propia a partir de la literatura

DESAFÍOS Y BARRERAS IDENTIFICADAS

- Persisten brechas digitales, económicas y de competencias que dificultan la implementación equitativa de estas tecnologías[39].

- Existe una resistencia al cambio por parte de algunos educadores y una falta de infraestructura adecuada en ciertas regiones, lo que subraya la necesidad de una formación docente continua y especializada[39].
- Existe un riesgo de tecno ansiedad y sobrecarga informativa (infoxicación) si la tecnología no se adopta de forma progresiva y con una clara intención pedagógica[39].

CONCLUSIONES

El análisis que se realizó a la literatura permite evidenciar que la gestión de la tecnología en la educación 4.0 va más allá de tener una infraestructura física o digital, sino que tiene que haber una alineación estratégica con el modelo pedagógico de las instituciones para que permita impactar positivamente a la calidad en la educación. Su principal aporte es que con el uso de las tecnología emergentes puede fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de tal forma que la transformación educativa no dependa en lo absoluto de las nuevas herramientas tecnológicas sino que se priorice la visión institucional, y que ésta se pueda articular con los objetivos pedagógicos, para posteriormente incorporar el desarrollo de competencias digitales de los docentes, la innovación y así buscar la mejora continua de la calidad en la educación.

Por otro lado, la alineación puede propiciar la creación de contextos de aprendizaje más inclusivos, flexibles, y centrados en el estudiante; también puede promueve una cultura de innovación con base en la reflexión crítica, la toma de decisiones con base en evidencia y la adaptación a demandas de una sociedad cada vez más digitalizada. Por tanto, la gestión tecnológica debe ser entendida como un proceso estratégico de transformación de la organización que necesita de un liderazgo institucional, formación continua de los docentes y de políticas que se orienten a garantizar una integración ética, reflexiva, sostenible y efectiva de la tecnología en la educación.

La Inteligencia Artificial Generativa, la Realidad Extendida y el Blockchain son dinamizadores que pueden simular prácticas formativas, personalizar el aprendizaje, y fortalecer la transparencia administrativa. Pero, su efectividad radica en el perfeccionamiento docente continuo bajo marcos epistemológicos como TPACK y DUA, los cuales permiten transformar el papel del educador de ser un emisor pasivo a un guía ético y mediador en los entornos escolares. No obstante, la evidencia encontrada permite inferir que la incidencia de estas tecnologías no depende exclusivamente de la disponibilidad de infraestructura digital o sofisticación, sino de la capacidad de las instituciones educativas para integrarlas con el proyecto pedagógico que sea coherente y esté orientado al aprendizaje significativo. En este aspecto, el riesgo de asumir la innovación tecnológica como un fin podría generar procesos de digitalización simplistas sin lograr transformaciones sustanciales en la enseñanza.

El perfeccionamiento docente continuo es el factor principal que determina el valor de la educación de las tecnologías emergentes. La formación docente debe evolucionar del uso como instrumento de las herramientas digitales hacia favorecer el desarrollo de competencias que permitan adaptar, seleccionar, y evaluar críticamente los recursos tecnológicos con base en los objetivos curriculares, las características de los estudiantes y del contexto. Asimismo, la incorporación de estas tecnologías puede redefinir ampliamente el rol del educador, de tal manera que debe aumentar la capacidad de ejercer juicio pedagógico, interpretar información, promover el pensamiento crítico y acompañar el desarrollo integral de los estudiantes. Entonces el profesor e deja de ser un transmisor de información para transformarse en un mediador del conocimiento, un diseñador de experiencias de aprendizaje, y un referente ético frente al uso responsable de los algoritmos, datos y la inteligencia artificial. Dicha transformación requiere el fortalecimiento de competencias de evaluación crítica de la información, alfabetización digital, mitigación de sesgos algorítmicos. protección de la privacidad y la promoción de valores relacionados con una ciudadanía digital responsable.

Finalmente, la investigación permite evidenciar que la incorporación efectiva de la Realidad Extendida, Inteligencia Artificial Generativa y el Blockchain necesita de una visión sistémica de la transformación educativa, para que converjan políticas de formación permanente, el liderazgo institucional, inversión en infraestructura y una cultura organizacional encaminada a la innovación pedagógica. Con esta articulación será posible garantizar que el desarrollo tecnológico ayude al mejoramiento de la equidad, calidad educativa, y la formación de ciudadanos capaces de desarrollarse de manera ética, crítica, y competente en los entornos digitales de la Educación 4.0.

Como tendencias futuras y líneas de investigación, se identifica la necesidad de estudiar la incidencia longitudinal de variantes metodológicas híbridas en la disminución de la deserción académica a través de analítica predictiva. También, los desafíos más relevantes para las economías en desarrollo no se restringen a disminuir la brecha digital, sino que se requiere instruir y legislar en la gobernanza de la alfabetización ética datos y la en IA para equilibrar los riesgos de deshumanización pedagógica, y así garantizar que la evolución tecnológica ubique siempre al bienestar humano en el centro del proceso educativo.

REFERENCIAS

[1] P. E. Ballesteros-Peñaranda, S. A. Gómez-González, y V. J. Mendoza-Franco, «Implementación de las Industrias 4.0 como Componente Digital Para La Transformación Digital de la Economía de Norte De Santander», Visión Internacional, vol. 3, n.º 1, pp. 19–30, 2020.

[2] N. Nguyen y T. Nguyen, "Developing Digital Competence for EFL Teachers through Project-Based Learning," *Theory and Practice in Language Studies*, vol. 15, no. 9, pp.. 2937-2947, sept. 2025.

[3] M. E. Arreola Marín, M. Chávez Marcial, E. G. Cossio Franco, y J. S. Salazar Patiño, "Learning in the Digital Age: The Educational Revolution with Artificial Intelligence and LKT," *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, vol. 17, no. 1, pp.. 101-116, ene.-abr. 2026.

[4] E. Ukwandu et al., "The future of teaching and learning in the context of emerging artificial intelligence technologies," *Futures*, vol. 171, 103616, 2025.

[5] A. Kadluba, F. Reinhold, and A. Obersteiner, "How do teachers use digital technology in classrooms? Characterizing mathematics teachers' teaching practices," *Computers and Education Open*, vol. 9, 100310, 2025.

[6] Y. González Castro, O. Manzano Durán, y C. A. Vera Romero, «Tendencias de la formación docente en competencias investigativas desde la analítica de datos», RCTA, vol. 2, n.º 44, pp. 74–82, jul. 2024.

[7] A. J. Bravo Valero, Z. C. Nieto Sánchez, J. A. Cristancho, y L. T. Useche Cogollo, «Perspectivas de investigación en torno a los ambientes de aprendizaje en el siglo XXI: una visión desde una región transfronteriza», Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA), vol. 2, n.º 42, pp. 150–157, 2023.

[8] A. Timarán Buchely y R. Timarán Pereira, «Minería de datos educativa para descubrir patrones asociados al desempeño académico en competencias genéricas», Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, vol. 2, n.º 38, pp. 87–95, 2021.

[9] L. Sibley et al., "Adaptive teaching with technology enhances lasting learning," *Learning and Instruction*, vol. 99, 102141, 2025. L. Chen, "Analysis of facial recognition attendance technology based on artificial intelligence algorithms in political course e-learning teaching," Entertainment Computing, vol. 52, 100821, 2025.

[10] T. I. Ruark and C. Biazzin, "Teaching project management with generative AI: A pedagogical model for responsible and sustainable practice," *The International Journal of Management Education*, vol. 23, 101232, 2025.

[11] M. A. M. Trindade, G. S. Edirisinghe, and L. Luo, "Teaching mathematical concepts in management with generative artificial intelligence: The power of human oversight in AI-driven learning," *The International Journal of Management Education*, vol. 23, 101104, 2025.

[12] Q. Li, K. Liu, and X. Chen, "Construction of an Intelligent Teaching Information Management Cloud Platform Based on Mobile Information Technology," *Procedia Computer Science*, vol. 247, pp.. 1161–1169, 2024.

[13] Q. Xie, "Application of Q-learning algorithm based on heterogeneous sensor networks in higher education teaching management," *Measurement: Sensors*, vol. 33, 101188, 2024.

[14] W. Peng et al., "Framework Design of Blockchain Intelligent Technology for Chinese Language Teaching Management System," *Procedia Computer Science*, vol. 243, pp.. 306–312, 2024.

[15] Y. H. Suarez Lobo, «Posibles usos de los contratos inteligentes en una blockchain para el comercio de bienes y servicios», Visión Internacional, vol. 4, n.º 1, pp. 27–40, 2021.

[16] G. L. Tortorella et al., "Operations Management teaching practices and information technologies adoption in emerging economies during COVID-19 outbreak," *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 171, 120996, 2021.

[17] L. Sibley et al., "Adaptive teaching with technology enhances lasting learning," *Learning and Instruction*, vol. 99, Art. no. 102141, 2025, doi: 10.1016/j.learninstruc.2025.102141.

[18] C. A. Pacheco-Sánchez, J. G. Arévalo-Ascanio, y G. T. Navarro-Claro, «Incidencia del uso de las TIC en los resultados académicos», Mundo Fesc, vol. 10, n.º 20, pp. 143–155, 2020

[19] E. J. Hernández-Leal, J. Costa-Rocha, y N. D. Duque-Méndez, «Pre-procesamiento de datos educativos desde un enfoque de dominio específico», Respuestas, vol. 27, n.º 1, pp. 22–37, 2022.

[20] W. Perales and M. B. Ulla, "Technology in EFL contextual teaching and learning: Teachers' practices and perspectives in a Thai university," *Heliyon*, vol. 11, e44169, 2025.

[21] F. Çelik et al., "Evaluating ChatGPT's TPACK performance: a more-know," *Telematics and Informatics Reports*, vol. 21, pp.. 1-15, 2026.

[22] B. Gökbulut, "Enhancing Pre-Service Teachers' AI-TPACK Through Sustainable Development Goals: A Mixed-Methods Study on AI-Supported Web 2.0 Tools," *Sustainability*, vol. 18, no. 6, pp.. 1-23, mar. 2026.

[23] F. J. Recio-Muñoz y S. M. Santoveña-Casal, "La competencia digital del profesorado en formación: análisis de perfiles, variables influyentes y necesidades formativas," *Formación Universitaria*, vol. 19, no. 1, pp.. 193-204, feb. 2026.

[24] E. Solano-Becerra, G. N. Chacón, y E. D. Mendoza-Mora, «IncluTic: Retos y Barreras Socioeconómicas de la Inclusión Digital en Personas con Discapacidad Intelectual y Múltiple en el Instituto La Esperanza, Modalidad Internado», Revista Perspectivas, vol. 9, n.º 2, pp. 103–117, 2024.

[25] B. Cuesta-Quintero y W. A. Duarte-Neira, «Habilidades de pensamiento computacional en niños y niñas de las escuelas primarias utilizando tecnologías 4.0: un análisis bibliométrico», Rev. Ingenio, vol. 20, n.º 1, pp. 40–45, 2023

[26] F. Tschönhens, I. Backfisch, T. Fütterer, and A. Lachner, "TPACK in action: Contextual effects of pre-service and in-service teachers' knowledge structures for technology integration," **Computers and Education Open**, vol. 7, p. 100219, 2024, doi: 10.1016/j.caeo.2024.100219.

[27] R. Romero-Tena, R. Martínez-Navarro, y A. León-Garrido, "Training of Future Teachers in the Binomial Universal Design for Learning and Technologies for Inclusive Education," *Sustainability*, vol. 17, no. 14, pp.. 1-13, jul. 2025.

[28] J. Ji et al., "Development and validation of a framework and scale for primary and secondary school teachers' data-artificial intelligent competence," Frontiers in Psychology, pp.. 1-22, ene. 2026.

[29] Y. Yuvita, R. Hartono, S. W. Fitriati y M. Saleh, "Bridging Pedagogy and Technology: Project-Based Learning for Digital Competence in EFL Microteaching," *Theory and Practice in Language Studies*, vol. 15, no. 9, pp. 2937-2947, sept. 2025, doi: 10.17507/tpls.1509.15

[30] F. Silva-Díaz, J. Carrillo-Rosúa, y J. A. Fernández-Plaza, "Uso de tecnologías inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social," *Educar*, vol. 57, no. 1, pp.. 119-138, 2021.

[31] J. Wang, Q. Ma, y X. Wei, "The Application of Extended Reality Technology in Architectural Design Education: A Review," *Buildings*, vol. 13, no. 11, 2931, 2023.

[32] Y. Yuvita, R. Hartono, S. W. Fitriati, y M. Saleh, "Bridging Pedagogy and Technology: Project-Based Learning for Digital Competence in EFL Microteaching," *Theory and Practice in Language Studies*, vol. 15, no. 9, pp.. 2937-2947, 2025.

[33] R. Romero-Tena, R. Martínez-Navarro, y A. León-Garrido, "Training of Future Teachers in the Binomial Universal Design for Learning and Technologies for Inclusive Education," *Sustainability*, vol. 17, no. 14, 6504, 2025.

[34] Y. Kurdi y D. Woods, "The use of digital twins and AR for indoor environmental quality: classroom as a dynamic laboratory for hands-on and applied STEM-based teaching modules," en Proc. 2025 ASEE Annual Conference & Exposition, Montreal, QC, Canadá, jun. 22-25, 2025, ID de artículo #4721

[35] S. Kelly, R. Bringe, E. Aucejo, y J. Fruehwirth, "Using Global Observation Protocols to Inform Research on Teaching Effectiveness and School Improvement: Strengths and Emerging Limitations," *Education Policy Analysis Archives*, vol. 28, no. 62, 2020.

[36] A. Faustino, S. R. Herrera-Cuesta, D. Davis-Blanco, y E. Wongo-Gungula, "Hacia una transformación de la sociedad angoleña: Las TIC y el COVID-19 en la educación superior," *Revista Electrónica Educare*, vol. 26, n.º 3, pp.. 1-22, sep.-dic. 2022, doi: 10.15359/ree.26-3.25.

[37] L. A. Pérez-Domínguez, «Las principales tecnologías de la era de la industria 5.0», Rev. Ingenio, vol. 21, n.º 1, pp. 60–70, 2024, doi: 10.22463/2011642X.4352

[38] S. Redondo-Duarte, D. Pattier, A. Neubauer, y J.-M. Sáez López, "Machine learning and educational robotics, an implementation in initial university teacher training and for practicing teachers in primary education," *Front. Educ.*, vol. 11, p. 1778718, feb. 2026, doi: 10.3389/feduc.2026.1778718

[39] Illescas, W. H., Nugra, M. A., Santana, R. E., y Sancho, C. S. (2025). Transformación digital aplicada a la educación: Un mapeo sistémico. Revista De Ciencias Sociales, XXXI(Especial 12), 301-318

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo y recursos del grupo de investigación en Tecnología y Desarrollo en Ingeniería GYTID de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

FINANCIACIÓN

Ninguna

CONFLICTOS DE INTERÉS

No existen

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Redacción - borrador original: Fernando Rodríguez Fonseca, Hugo Fernando Castro Silva, Marling Carolina Cordero Díaz.

Redacción - revisión y edición: Fernando Rodríguez Fonseca, Hugo Fernando Castro Silva, Marling Carolina Cordero Díaz.