



EDUCACIÓN Y MUSEOS EN LA ERA DIGITAL

Revisión sistemática de las tendencias tecnológicas emergentes en las experiencias de aprendizaje

ANGEL DERONCELE-ACOSTA¹

aderoncele@usil.edu.pe

ANDRESA SARTOR-HARADA²

andresa.sartor@unir.net

YANET MARTÍN-MAZORRA²

yanet.martinmazorra@unir.net

JULIANA AZEVEDO-GOMES²

juliana.azevedo@unir.net

¹ Escuela de Posgrado, Universidad San Ignacio de Loyola, Perú

² Universidad Internacional de la Rioja, España

PALABRAS CLAVE	RESUMEN
Aprendizaje Educación museística Innovación educativa Inteligencia artificial Museo inteligente Realidad aumentada Realidad virtual	<i>El objetivo del estudio es analizar, sintetizar y categorizar evidencia científica reciente sobre tecnologías emergentes en la educación museística. Se realizó una revisión sistemática PRISMA, utilizando Scopus y Web of Science, incluyendo 42 estudios evaluados mediante CASP y GRADE. Los resultados evidencian el predominio de los museos virtuales y museos digitales 2D y 3D como tecnologías más consolidadas, especialmente en cuanto a la accesibilidad. La realidad aumentada y la realidad virtual destacan en experiencias inmersivas y aprendizaje experiencial, mientras que la inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático y robótica social configuran una línea emergente vinculada a la personalización. Desde el punto de vista pedagógico, las tecnologías contribuyen a cuatro dimensiones clave: accesibilidad, inmersión, personalización y engagement. La educación museística evoluciona hacia un ecosistema ecopedagógico, en el cual convergen dimensiones tecnológicas, pedagógicas e institucionales, confluyendo IA, humanismo digital, robótica, computación afectiva, y computación cuántica, hacia una educación museística inteligente, afectiva y cuántica.</i>

Received: 29/ 01 / 2026

Accepted: 20/ 04 / 2026

1. Introducción

El papel educativo de los museos ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, transitando de modelos centrados en la exhibición a enfoques orientados al aprendizaje experiencial del visitante y al impacto social. En este contexto, los museos del siglo XXI enfrentan el desafío de rediseñar sus pedagogías, integrar tecnologías digitales y responder a las demandas de accesibilidad, inclusión y relevancia educativa (Clover, 2015; Hooper-Greenhill, 2007). Esta evolución ha consolidado a los museos como espacios de aprendizaje no formal con potencial para el desarrollo cognitivo, emocional y social en diversos contextos (Todino & Campitiello, 2025).

El museo ha sido concebido como un espacio con alto potencial para la transformación identitaria y pedagógica, en el que las experiencias educativas trascienden la mera transmisión de contenidos (Adams, 2007). En este marco, se enfatiza la necesidad de promover prácticas educativas sostenibles, apoyadas en estructuras organizativas que favorezcan el empoderamiento docente, la innovación pedagógica y la integración efectiva de tecnologías digitales, así como el bienestar de los actores educativos (Galuban & Green, 2026; Kristinsdóttir, 2017; Tran et al., 2019).

Desde una perspectiva pedagógica, el diseño de experiencias de aprendizaje significativas en museos requiere una articulación sólida entre teoría y práctica, sustentada en marcos educativos sólidos (Mayer, 2005). Asimismo, los museos son reconocidos como infraestructuras clave para la educación pública, con capacidad para abordar problemáticas globales y generar aprendizajes relevantes en contextos contemporáneos (Bakker et al., 2020). En esta línea, la educación museística se configura como un proceso de aprendizaje no formal, inclusivo y centrado en la experiencia del visitante, con impacto en las dimensiones cognitivas, emocionales y sociales (Todino & Campitiello, 2025).

En paralelo, el avance de las tecnologías digitales ha acelerado una profunda reconfiguración de la educación museística, especialmente tras la pandemia de COVID-19, que impulsó la expansión hacia entornos virtuales e híbridos (Dumont et al., 2025). Actualmente, tecnologías como la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR), la realidad extendida (XR), la inteligencia artificial (IA) y la robótica social están transformando las experiencias de aprendizaje en museos, favoreciendo la inmersión, la interactividad y la personalización (Cheng et al., 2025; Musicco & Berardinetti, 2025; Tan et al., 2026).

Desde una perspectiva pedagógica, estas tecnologías permiten articular enfoques como el aprendizaje experiencial y el aprendizaje situado, facilitando la conexión entre contenidos abstractos y contextos de aprendizaje auténticos. En particular, la realidad extendida (XR) ha demostrado su capacidad para promover experiencias educativas completas que integran experimentación, reflexión y conceptualización, en línea con modelos como el ciclo de aprendizaje de Kolb (Torre, 2026). Asimismo, estudios recientes destacan el potencial de los entornos inmersivos para generar nuevas metodologías de análisis y evaluación de la interacción entre usuarios, contenidos y objetos museísticos (Huebner, 2026).

A nivel de innovación tecnológica, emergen nuevas líneas, como los museos virtuales basados en inteligencia artificial, que integran sistemas de generación de contenido y entornos interactivos avanzados, con impactos significativos en el rendimiento académico y en la profundización del aprendizaje (Tan et al., 2026). De igual forma, tecnologías como los robots de telepresencia y la robótica social amplían las posibilidades de acceso, inclusión y desarrollo de competencias transversales, como la comunicación y el pensamiento crítico (Laurits & Virkus, 2026; Musicco & Berardinetti, 2025). No obstante, su implementación también plantea desafíos relacionados con la formación docente, los recursos tecnológicos y las brechas de acceso (Berardinetti et al., 2025).

A pesar de este crecimiento acelerado, la literatura presenta una fragmentación significativa, caracterizada por la dispersión de los estudios en torno a tecnologías específicas, enfoques metodológicos heterogéneos y una integración limitada de sus aportes pedagógicos. Aunque existen revisiones centradas en tecnologías particulares —como la XR o la realidad aumentada—, aún es insuficiente la evidencia sistematizada que articule de manera integral las tecnologías emergentes con sus contribuciones educativas en el ámbito museístico (Torre, 2026). En consecuencia, se identifica un vacío en la literatura respecto de la necesidad de sintetizar y categorizar de manera integrada las tecnologías emergentes aplicadas a la educación museística, así como sus aportes pedagógicos y perspectivas futuras.

1.1. Revisión de la literatura

La educación museística contemporánea se desarrolla en un escenario de transformación institucional, social y tecnológica, en el que el museo deja de ser concebido únicamente como espacio de exhibición para afirmarse como entorno de aprendizaje, participación e inclusión. En este tránsito, la digitalización va más allá de ser solo una innovación instrumental para reconfigurarse como una de las formas en que los museos median el conocimiento, articulan experiencias educativas y amplían sus vínculos con públicos diversos.

“En la historia de la educación en los museos... se pueden identificar tres posibles «filosofías» o misiones de los museos: el museo educativo, el museo estético y el museo social” (Zeller, 1989, citado en Hein, 2007, p.342). En esta misma línea, el propio Hein (2007), al referirse a la educación en los museos modernos, sostiene que:

Las definiciones actuales de museos —ya sea que describan una institución que contiene objetos preciosos, material de valor principalmente histórico o científico, entornos naturales designados como museos o exposiciones especialmente construidas para ilustrar ideas— suelen incluir alguna declaración sobre el acceso público y la educación. (Hein, 2007, p.342)

A partir de estos planteamientos, puede sostenerse que la educación no constituye una función accesoria del museo, sino una dimensión intrínseca que atraviesa y articula sus distintas misiones históricas. En este sentido, la educación museística se configura como una de las expresiones más auténticas de la razón de ser de los museos, en tanto vincula la conservación del patrimonio con la construcción de significados y el acceso democrático al conocimiento, y se consolida como eje integrador en la evolución del museo contemporáneo.

En el contexto actual, esta dinámica se amplía con la incorporación de tecnologías digitales (Christ et al., 2021; Clark-Fookes, 2023), lo que constituye una dimensión transversal que reconfigura las formas de acceso, interacción y aprendizaje en el museo. Así, la mediación tecnológica potencia y redefine las funciones educativas, estéticas y sociales, dando lugar a nuevas ecologías de aprendizaje caracterizadas por la accesibilidad, la inmersión, la personalización y el *engagement*, en coherencia con la evolución hacia un museo contemporáneo concebido como un ecosistema ecopedagógico con mediación tecnológica.

Desde esta perspectiva, la educación museística contemporánea se entiende como un proceso dinámico, interactivo y situado, en el que el aprendizaje emerge de la convergencia entre sujetos, tecnologías y entornos. La evidencia reciente muestra que las experiencias educativas en museos se potencian cuando integran múltiples formas de interactividad —entre visitantes, con tecnologías y con el entorno—, siendo el *scaffolding* un elemento clave para favorecer aprendizajes significativos (Andre et al., 2017). Asimismo, el desarrollo de museos virtuales y entornos inmersivos amplía las posibilidades educativas más allá del espacio físico, permitiendo experiencias de exploración, profundización y aprendizaje autónomo antes, durante y después de la visita (Huebner, 2026; Kersten et al., 2017).

En paralelo, la incorporación de inteligencia artificial y agentes conversacionales introduce nuevas formas de mediación educativa, aunque también plantea desafíos éticos y curatoriales en la relación entre humanos y sistemas algorítmicos (Brown, 2026). En conjunto, estos avances refuerzan la idea de que la educación museística en la era digital no solo se expande, sino que se redefine como un campo complejo de diseño pedagógico, interacción tecnológica y construcción de experiencias de aprendizaje.

Este enfoque puede situarse en el marco del humanismo digital, entendido como una perspectiva que busca integrar el desarrollo tecnológico con los valores, necesidades y experiencias humanas, orientando la innovación hacia el bienestar y la construcción de significado (Coeckelbergh, 2024; Prem, 2024). En esta línea, el denominado *technohumanismo* refuerza la idea de una coevolución entre lo humano y lo tecnológico, en la que la tecnología no sustituye al sujeto, sino que amplía sus capacidades de interacción, aprendizaje y construcción cultural.

En este marco, la propuesta se alinea conceptualmente con los postulados de la Educación 5.0, entendida como un paradigma que sitúa al ser humano en el centro del proceso educativo e integra tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, para potenciar experiencias de aprendizaje personalizadas, interactivas y significativas (Khang et al., 2023). No obstante, mientras la Educación 5.0 se configura como un marco macro de transformación educativa, el presente modelo ecopedagógico con mediación tecnológica representa una concreción contextualizada en el ámbito museístico, donde la interacción entre sujetos, tecnologías y patrimonio cultural da lugar a nuevas ecologías de aprendizaje.

En este sentido, la mediación tecnológica en los museos no solo responde a una lógica de innovación digital, sino que también se inscribe en una visión humanista y relacional del aprendizaje, en la que la tecnología actúa como facilitadora de procesos de construcción de significado, reconfigurando las dinámicas de accesibilidad, inmersión, personalización y engagement.

1.2. Accesibilidad: ampliación del acceso educativo y democratización del patrimonio

Uno de los aportes más consistentes de la transformación digital en los museos se relaciona con la accesibilidad. En términos pedagógicos, este eje remite a la capacidad de ampliar el acceso al patrimonio, reducir barreras geográficas, temporales, físicas o culturales y favorecer la participación de públicos tradicionalmente menos representados. Desde esta perspectiva, la educación museística se vincula con horizontes de inclusión social, sostenibilidad educativa y democratización cultural. Hansson & Öhman (2022) proponen una pedagogía pública orientada al desarrollo sostenible, mientras que Clover (2015) subraya que los museos pueden cuestionar las narrativas dominantes y convertirse en espacios de alfabetización crítica y de transformación social. En la misma línea, Llamazares de Prado & Arias-Gago (2023) destacan el valor de las TIC para promover la participación intercultural y el acceso equitativo, especialmente para las personas con discapacidad.

Este eje se fortaleció notablemente con la expansión de museos virtuales, colecciones digitalizadas y plataformas educativas en línea. Diversos estudios muestran que estos recursos permiten extender la función educativa del museo más allá de la visita presencial, posicionándolo como una segunda aula o un entorno complementario de aprendizaje (Geselowitz & Breitfelder, 2002; Ismaeel & Al-Abdullatif, 2016; Ulusoy, 2010). A ello se suma una perspectiva ecosistémica según la cual los museos, en articulación con sus comunidades, pueden contribuir a reducir brechas educativas y digitales agudizadas en contextos de crisis, como ocurrió durante la pandemia (Zollinger & DiCindio, 2021). En consecuencia, la accesibilidad no debe entenderse solo como disponibilidad tecnológica, sino también como una condición pedagógica e institucional que amplía las oportunidades de aprendizaje y de participación cultural.

Esta perspectiva también requiere estructuras organizativas de apoyo y de sostenibilidad educativa, de modo que la inclusión no dependa únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de capacidades institucionales y pedagógicas más amplias (Kristinsdóttir, 2017). A esta mirada se suma la dimensión psicoeducativa del bienestar emocional, que amplía la comprensión del museo como un espacio seguro, terapéutico y formativo (Wei et al., 2023).

1.3. Inmersión: experiencias situadas y expansión del aprendizaje experiencial

El segundo eje conceptual es la inmersión, entendida como la capacidad de ciertas tecnologías para generar experiencias multisensoriales, contextuales y emocionalmente significativas. Este eje se ha consolidado especialmente a partir del desarrollo de la realidad aumentada, la realidad virtual, los mundos virtuales y el modelado tridimensional. Desde una perspectiva educativa, la inmersión se vincula con enfoques de aprendizaje experiencial y situado, al permitir que el visitante interactúe con objetos, relatos y contextos patrimoniales de manera más activa y contextualizada.

La realidad aumentada aparece como una de las tecnologías con mayor potencial para enriquecer el contacto con el patrimonio físico mediante capas informativas, visuales y narrativas. Investigaciones recientes muestran que su integración en secuencias didácticas puede fortalecer la comprensión del patrimonio, la motivación y la apreciación cultural, especialmente entre la población infantil y estudiantil (Lee et al., 2021; Yanar et al., 2026). Por su parte, la realidad virtual y los entornos simulados amplían el museo hacia experiencias navegables y envolventes, capaces de incrementar la motivación, la presencia virtual y la sensibilización hacia el patrimonio, aunque con resultados más heterogéneos en cuanto al aprendizaje cognitivo profundo (Arayaphan et al., 2022; De Carolis et al., 2023; Ismaeel & Al-Abdullatif, 2016).

Este eje también exige cautela analítica. Una experiencia altamente inmersiva no garantiza por sí sola un aprendizaje significativo. Mayer (2005) advierte que el valor educativo de los recursos multimedia depende de su articulación con principios pedagógicos sólidos. Por ello, la inmersión debe entenderse no como un fin en sí mismo, sino como una condición que potencia el aprendizaje cuando se integra con objetivos, narrativas y mediaciones educativas bien definidas.

En ámbitos especializados, incluso se han validado plataformas tridimensionales con valor formativo, lo que sugiere un potencial de transferencia de estas tecnologías a diversos contextos

museísticos educativos (Sharma et al., 2026). Asimismo, la literatura subraya que la disposición favorable hacia las tecnologías emergentes y la digitalización educativa constituye una condición relevante para una adopción pedagógica efectiva de estas tecnologías en museos (Menegaki, 2022).

1.4. Personalización: adaptación de la mediación educativa al visitante

El tercer eje corresponde a la personalización del aprendizaje, entendida como la capacidad de adaptar contenidos, recorridos, mediaciones o interacciones según las características, necesidades o respuestas del visitante. Este eje cobra especial relevancia con el desarrollo de la inteligencia artificial, la robótica social, los sistemas de recomendación, los asistentes virtuales y la interacción humano-computadora.

La literatura más reciente muestra que la IA y la robótica abren posibilidades para una mediación educativa más sensible y adaptativa. Algunos estudios reportan que los asistentes virtuales en museos inmersivos pueden mejorar el acceso a la información y hacer más fluida la interacción del usuario con el entorno digital (De Carolis et al., 2023). Otros trabajos exploran robots humanoides con reconocimiento emocional, capaces de ajustar sus respuestas en función del estado afectivo del visitante, lo que introduce una dimensión novedosa de la personalización pedagógica (Yang & Wang, 2023). También los desarrollos basados en IA generativa y en machine learning muestran potencial para adaptar contenidos y ofrecer experiencias más ajustadas a las trayectorias individuales de aprendizaje.

Sin embargo, esta línea sigue siendo emergente y plantea desafíos importantes. La personalización no puede reducirse a un ajuste algorítmico, ya que depende también de la mediación docente, del diseño curatorial y de criterios éticos vinculados al uso de datos, a la transparencia y a la relación humano-tecnología. En este sentido, Berardinetti et al. (2025) y Dumont et al. (2025) subrayan que la incorporación efectiva de tecnologías avanzadas requiere formación profesional, apoyo institucional y claridad pedagógica. Por tanto, la personalización constituye uno de los horizontes más prometedores de la educación museística digital, pero también uno de los menos consolidados empíricamente.

No obstante, la transformación digital debe sostener una reflexión crítica sobre las narrativas institucionales que median estas experiencias, evitando asumir la innovación como un proceso neutro o lineal (Adams, 2007).

1.5. Engagement: motivación, participación y vínculo significativo con el museo

El cuarto eje es el engagement, entendido como el grado de implicación cognitiva, emocional y participativa que las experiencias museísticas suscitan en los visitantes. Este componente aparece de forma transversal en la literatura y suele reforzarse mediante experiencias interactivas, lúdicas, inmersivas y cocreativas. En este plano, las redes sociales, la gamificación, los videojuegos educativos, las experiencias interactivas y los formatos colaborativos han ampliado notablemente la capacidad del museo para conectar con públicos jóvenes y favorecer una participación más activa.

Los estudios sobre educomunicación museística muestran que plataformas como TikTok pueden acercar el arte y el patrimonio a nuevas audiencias mediante formatos breves, expositivos y colaborativos, aunque también generan tensiones en la relación entre educadores, curaduría y públicos (Huebner, 2022, 2023). De modo complementario, Rivero et al. (2023) sostienen que la cocreación en entornos museísticos fortalece los vínculos entre museos, escuelas y comunidades, transformando al museo en un espacio participativo de construcción cultural compartida. En la misma línea, Ferrer-Yulfo (2022) resalta su potencial para enseñar y preservar expresiones culturales desde enfoques activos y contextualizados.

Asimismo, el diseño de experiencias lúdicas y de videojuegos educativos ha demostrado su capacidad para incrementar la motivación, el disfrute y la participación del visitante (Seale, 2023; Zhang & Hu, 2022). Incluso tecnologías como la impresión 3D pueden reforzar este eje al acercar colecciones, favorecer la manipulación educativa y conectar la conservación patrimonial con la innovación didáctica (Short, 2015). En suma, el engagement no debe entenderse únicamente como un interés momentáneo, sino como un vínculo educativo significativo que fortalece la motivación, la participación y la apropiación cultural.

1.6. Hacia un marco integrador de la educación museística

En correspondencia se revela que los desarrollos tecnológicos en la educación museística se articulan en torno a cuatro dimensiones clave que estructuran la experiencia de aprendizaje: accesibilidad, inmersión, personalización y engagement. La accesibilidad se vincula con la democratización del

conocimiento y la ampliación del acceso al patrimonio mediante entornos digitales (Clover, 2015; Llamazares de Prado & Arias-Gago, 2023), mientras que la inmersión se sustenta en tecnologías como la realidad aumentada y la realidad virtual, que favorecen experiencias multisensoriales y aprendizajes situados (Lee et al., 2021; Mayer, 2005). Por su parte, la personalización emerge con el uso de inteligencia artificial y robótica social, permitiendo adaptar la mediación educativa a las características del visitante (De Carolis et al., 2023; Yang & Wang, 2023), y el engagement se consolida como una dimensión transversal que potencia la implicación cognitiva, emocional y participativa mediante experiencias interactivas y cocreativas (Rivero et al., 2023; Seale, 2023).

Esta articulación se inscribe en una transformación más amplia del museo como espacio educativo, que ha transitado de modelos centrados en la exhibición hacia entornos de aprendizaje no formal, experiencial y socialmente relevante (Hooper-Greenhill, 2007; Todino & Campitiello, 2025). En este proceso, la mediación tecnológica reconfigura las dinámicas de construcción de significado, integrando enfoques como el aprendizaje experiencial y situado (Huebner, 2026; Torre, 2026). Asimismo, la incorporación de tecnologías avanzadas se vincula con la necesidad de estructuras institucionales y pedagógicas que garanticen su implementación efectiva y sostenible (Berardinetti et al., 2025; Kristinsdóttir, 2017), evidenciando que la innovación tecnológica en museos es inseparable de sus condiciones organizativas y de su intencionalidad educativa.

En este contexto, la educación museística evoluciona hacia un ecosistema ecopedagógico de mediación tecnológica, enmarcado en el humanismo digital, donde la tecnología se concibe como facilitadora de procesos de aprendizaje significativos y centrados en el sujeto (Coeckelbergh, 2024; Prem, 2024). Este enfoque, alineado con los postulados de la Educación 5.0 (Khang et al., 2023), integra de manera dinámica las dimensiones tecnológicas, pedagógicas e institucionales, reconociendo al museo como un espacio de interacción entre sujetos, tecnologías y patrimonio cultural. No obstante, a pesar de estos avances, la evidencia científica continúa fragmentada y dispersa en torno a tecnologías específicas y contextos aislados, sin una articulación integradora que permita comprender de manera sistemática cómo estas dimensiones convergen en la configuración de experiencias educativas en museos.

Pregunta de investigación

¿Cómo se configuran las tendencias tecnológicas emergentes en la educación museística y cuáles son sus principales aportes pedagógicos, brechas y proyecciones futuras en las experiencias de aprendizaje en museos?

Objetivo

En respuesta a este vacío, el objetivo de la presente revisión sistemática es analizar, sintetizar y categorizar la evidencia científica reciente sobre el uso de tecnologías emergentes en la educación museística, con el fin de identificar las principales tendencias tecnológicas, los enfoques pedagógicos asociados y las áreas de desarrollo emergente en las experiencias de aprendizaje en museos.

De manera específica, la revisión busca:

- (a) clasificar las tecnologías emergentes predominantes
- (b) examinar sus aportes pedagógicos
- (c) identificar brechas, desafíos y oportunidades de investigación futura

2. Método

Se utilizó la metodología PRISMA (Page et al., 2021), lo cual permitió una mejor trazabilidad del estudio a partir de aspectos como: criterios de elegibilidad, fuentes de información, estrategia de búsqueda, proceso de selección de los estudios, proceso de extracción de los datos, lista de los datos, evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales, métodos de síntesis, evaluación del sesgo en la publicación, evaluación de la certeza de la evidencia.

2.1. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron: (a) publicaciones científicas revisadas por pares; (b) publicadas en Scopus y Web of Science; (c) que abordaran explícitamente la relación entre museos y educación; (d) que incorporaran tecnologías digitales o emergentes aplicadas a experiencias de aprendizaje; (e) estudios empíricos, teóricos o de revisión con foco educativo.

Se excluyeron: (a) actas sin revisión por pares, editoriales y notas técnicas; (b) estudios centrados exclusivamente en gestión museística o en conservación sin dimensión educativa; (c) trabajos

duplicados entre bases de datos; (d) artículos sin acceso al texto completo; (e) publicaciones que no abordaran tecnologías digitales de manera explícita.

2.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en Scopus y en Web of Science, considerando publicaciones hasta el 28 de enero de 2026. Como punto de partida, se aplicó una ecuación genérica: TITLE-ABS-KEY ("museum" AND "education"), obteniéndose 8.830 documentos; se procedió a descargar esta base de datos en formatos RIS y BIBTEXT para el análisis bibliométrico en el software RStudio y para realizar el análisis complementario.

Posteriormente, se realizó un análisis semántico preliminar de títulos, resúmenes y palabras clave, identificándose términos con alta densidad conceptual. A partir de estos términos, se construyó una ecuación de búsqueda refinada que arrojó 1.567 documentos, que se incorporaron al flujograma PRISMA.

Los descriptores utilizados en la estrategia de búsqueda incluyeron los términos *museum* y *education*, combinados con un conjunto de palabras clave asociadas a tecnologías digitales y experiencias de aprendizaje, tales como: *virtual reality*, *virtual museum*, *augmented reality*, *education computing*, *human-computer interaction*, *digital technologies*, *computer-aided instruction*, *digital museums*, *artificial intelligence*, *learning experiences*, *digital storage*, *3D modeling*, *user interfaces*, *user experience*, *digital design*, *interactive design*.

2.3. Proceso de selección de los estudios

La búsqueda inicial en título, resumen y palabras clave (TITLE-ABS-KEY) permitió recuperar 8.830 registros, lo que permitió configurar un mapeo panorámico del campo. Posteriormente, con el fin de aumentar la especificidad y focalizar los estudios más directamente vinculados al objeto de investigación, se refinó la estrategia restringiéndola al campo título (TITLE), lo que dio lugar a un corpus depurado de 1.567 registros. Este tránsito refleja el paso de una búsqueda amplia, de carácter exploratorio, a otra más precisa, orientada a identificar evidencia directamente relevante sobre tecnologías emergentes y el aprendizaje en museos.

A partir de esta base refinada (n = 1.567), se inició el proceso de selección siguiendo las fases del protocolo PRISMA. Antes del cribado, se eliminaron registros por criterios automáticos y de depuración inicial (n = 567), incluidos duplicados (n = 412), registros marcados como no elegibles mediante herramientas automatizadas (n = 125) y por otros motivos (n = 30). Estas últimas correspondieron a: documentos sin autor identificado (n = 9), metadatos incompletos (por ejemplo, resúmenes sin texto completo, notas editoriales o índices bibliográficos) (n = 15), publicaciones en idiomas no accesibles para el análisis (sin traducción disponible) (n = 6).

Posteriormente, se procedió a la fase de cribado, en la que se evaluaron títulos y resúmenes de 1.000 registros, excluyéndose 880 por no ajustarse al objetivo del estudio, principalmente por la ausencia de relación directa con la educación museística o por no integrar tecnologías digitales en las experiencias de aprendizaje.

En la siguiente fase, se intentó recuperar 120 documentos para su lectura completa; de ellos, 18 no pudieron recuperarse, quedando 102 para la evaluación de elegibilidad.

Durante la fase de elegibilidad, se realizó la lectura íntegra de estos textos, aplicando estrictamente los criterios de inclusión y exclusión. En total, se excluyeron 60 estudios por las siguientes razones: falta de relación con la educación museística (n = 24), ausencia de tecnología explícita (n = 18), carencia de aporte pedagógico (n = 10) y baja calidad metodológica (n = 8).

Finalmente, el proceso culminó con la inclusión de 42 estudios, que constituyen el corpus definitivo para el análisis. El detalle completo del flujo de selección se presenta en la Figura 1 (diagrama PRISMA).

2.4. Proceso de extracción de los datos

La extracción de datos se realizó de manera sistemática mediante una matriz de registro diseñada ad hoc. Para cada estudio se recopiló información sobre: autoría, año de publicación, contexto educativo, tipo de museo, tecnología emergente empleada, enfoque metodológico y principales aportes educativos.

Lista de los datos

Los datos extraídos incluyeron:

(a) tipo de tecnología emergente;

- (b) nivel educativo y contexto museístico;
- (c) enfoque pedagógico;
- (d) aportes en términos de accesibilidad, inmersión, personalización y engagement;
- (e) Brechas, desafíos y oportunidades de investigación futura.

2.5. Evaluación del riesgo de sesgo

Cada estudio fue evaluado mediante juicios de “sí”, “no” o “parcial”, a partir de los cuales se estableció un nivel global de riesgo de sesgo: bajo, medio o alto (Purssell, 2020; Singh, 2013). La evaluación del riesgo de sesgo se realizó mediante la herramienta CASP (Critical Appraisal Skills Programme), adaptada al contexto de revisiones sistemáticas con diversidad metodológica. Para cada estudio se aplicó una matriz de evaluación estructurada en seis dimensiones: claridad de los objetivos, adecuación del diseño metodológico, coherencia del muestreo, validez de la recolección de datos, rigor del análisis y solidez de las conclusiones. Cada criterio fue valorado mediante juicios de “sí” (cumplimiento explícito), “parcial” (cumplimiento limitado o ambiguo) o “no” (ausencia de evidencia), asignando puntuaciones de 2, 1 y 0, respectivamente.

A partir del puntaje total, los estudios se clasificaron en tres niveles de riesgo de sesgo: bajo ($\geq 75\%$ del puntaje máximo), medio (50–74%) y alto ($< 50\%$). Por ejemplo, estudios con diseños claramente definidos, triangulación de datos y coherencia entre resultados y conclusiones fueron clasificados como de bajo riesgo, mientras que aquellos con muestras no especificadas o con análisis poco detallados fueron considerados de riesgo medio o alto.

2.6. Métodos de síntesis

Se empleó una síntesis narrativa de carácter temático, complementada con un análisis categorial, con el objetivo de integrar y organizar la evidencia proveniente de estudios metodológicamente heterogéneos. En una primera fase, los estudios fueron codificados de manera inductiva-deductiva a partir de sus características principales (tipo de tecnología, contexto educativo, enfoque metodológico y resultados reportados). Posteriormente, se agruparon en categorías analíticas que permitieron estructurar la evidencia en torno a tres ejes: tecnologías emergentes predominantes, aportes pedagógicos y brechas/desafíos de investigación.

2.7. Evaluación de la certeza de la evidencia

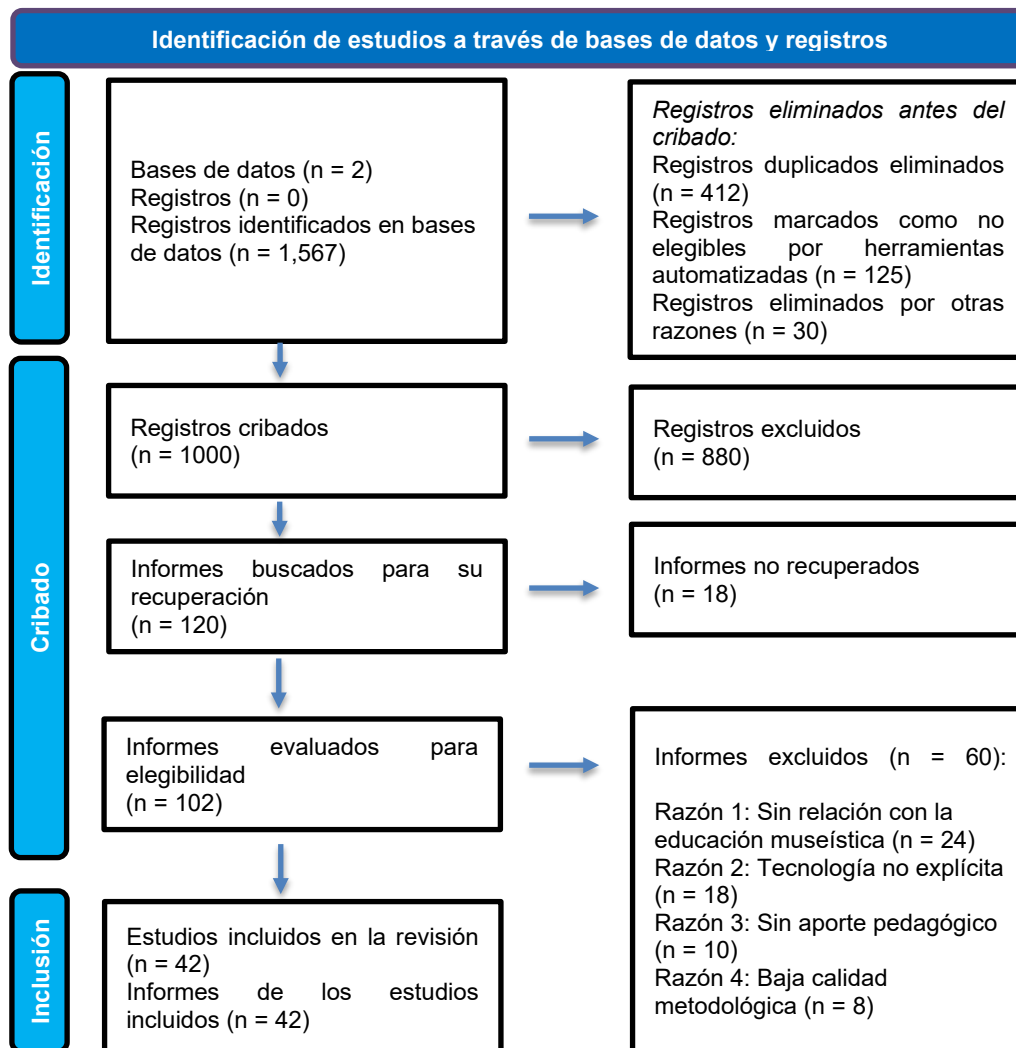
La certeza de la evidencia se evaluó mediante el enfoque GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation), adaptado a la naturaleza predominantemente cualitativa y mixta de los estudios incluidos (Balsheem et al., 2011). Se consideraron cuatro criterios principales: limitaciones metodológicas (riesgo de sesgo), consistencia de los resultados entre estudios, precisión de los hallazgos y aplicabilidad al contexto de la educación museística. A partir de estos criterios, la evidencia fue clasificada en cuatro niveles: alta, moderada, baja y muy baja. La evaluación se realizó de forma iterativa, integrando los resultados del análisis CASP y la convergencia temática de los estudios.

En términos operativos, la evidencia fue considerada de alta certeza cuando múltiples estudios de bajo riesgo de sesgo mostraron resultados consistentes en torno a un mismo fenómeno (por ejemplo, el impacto de la realidad aumentada en la motivación y el aprendizaje). La certeza se debilitó cuando se identificaron inconsistencias, muestras reducidas o diseños exploratorios, como ocurre con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la robótica social, cuya evidencia aún es incipiente.

3. Resultados

A continuación, se procede con el ítem 16a de la sección de resultados de la metodología PRISMA (Page et al., 2021), utilizando un diagrama de flujo para describir los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión (Figura 1).

Figura 1. Flujograma PRISMA



Fuente: Page et al. (2021).

3.1. Tecnologías emergentes

En este apartado se presenta una síntesis de las tecnologías identificadas en los estudios seleccionados (ver tabla 1). Para determinar la calidad de los estudios incluidos, se realizó una evaluación integrada que combinó los resultados del análisis de riesgo de sesgo (CASP) y la valoración de la certeza de la evidencia (GRADE). En primer lugar, cada estudio fue evaluado mediante CASP según criterios de rigor metodológico, incluyendo la claridad del diseño, la validez de la recolección de datos, la coherencia analítica y la solidez de las conclusiones, y se obtuvo una clasificación de riesgo bajo, medio o alto. Posteriormente, estos resultados se contrastaron con la evaluación GRADE, que consideró la consistencia de los hallazgos entre los estudios, el tamaño y tipo de muestra, la precisión de los resultados y su aplicabilidad al contexto de la educación museística.

A partir de esta triangulación, se establecieron cinco niveles de calidad del estudio: alta, cuando coincidían bajo riesgo de sesgo (CASP) y alta o moderada certeza de la evidencia (GRADE); media-alta, cuando existía adecuado rigor metodológico con limitaciones parciales (por ejemplo, tamaño muestral reducido o alcance exploratorio); media, cuando se evidenciaban diseños metodológicos aceptables con restricciones en validez o generalización; media-baja, cuando predominaban estudios exploratorios con limitaciones metodológicas relevantes; y baja, cuando se identificaba un alto riesgo de sesgo o evidencia insuficiente. Cabe señalar que, si bien la escala contempla el nivel bajo, ningún estudio incluido fue clasificado en esta categoría, ya que los trabajos con debilidades metodológicas críticas fueron excluidos durante la fase de elegibilidad. Este criterio permitió asegurar un estándar mínimo de calidad en la evidencia analizada, lo que fortaleció la validez de la síntesis.

Table 1. Estudios seleccionados y tecnologías emergentes

No.	Autores y año	Tecnología identificada	Metodología	Calidad del estudio
1	(Yanar et al., 2026)	Realidad aumentada (RA)	Programa educativo en tres fases (previsita, visita y postvisita), con recolección de datos mediante formularios de evaluación pre y post y de evaluación de la aplicación, y análisis cualitativo de los resultados.	Alta
2	(Lin & Hu, 2025)	Inteligencia artificial generativa (GenAI)	Diseño e implementación de una plataforma de aprendizaje creativo basada en cinco etapas iterativas, con evaluación preliminar de sus efectos en resultados de aprendizaje y autoeficacia creativa	Media
3	(Cheng et al., 2025)	Realidad aumentada (RA)	Enfoque cuantitativo mediante encuesta y análisis de un modelo estructural con PLS-SEM (Partial Least Squares Structural Equation Modeling).	Alta
4	(Erol et al., 2025)	(Virtual Museum Education, VME).	Enfoque cualitativo mediante investigación-acción, con recolección de datos mediante entrevistas pre y post, observación, dibujos y análisis de contenido.	Media
5	(Kahveci, 2025)	Museos virtuales.	Enfoque cualitativo con diseño fenomenológico, orientado a explorar percepciones y experiencias.	Media
6	(Dumont et al., 2025)	Digitalización educativa/Museo Digital	Enfoque cualitativo mediante entrevistas semiestructuradas en línea.	Media-Alta
7	(Güler & Cengiz, 2025)	Museos virtuales	Enfoque mixto con diseño experimental (grupo experimental y grupo de control), utilizando escalas cuantitativas y entrevistas cualitativas semiestructuradas.	Alta
8	(Gómez et al., 2025)	Realidad virtual (RV) inmersiva	Diseño e implementación de entornos virtuales inmersivos mediante un proceso en tres fases (desarrollo, implementación y evaluación), con análisis de los resultados preliminares.	Media-Baja
9	(Musicco & Berardinetti, 2025)	Robótica social	Análisis de la literatura y de estudios de caso (enfoque teórico-analítico).	Media-Baja
10	(Berardinetti et al., 2025)	Realidad virtual (RV) + tecnología NFC	Estudio exploratorio transversal; encuesta sobre actitudes y creencias	Media
11	(Yulifar et al., 2024)	Realidad aumentada (RA)	Desarrollo de contenido digital basado en AR mediante un enfoque heurístico, con dos fases: preproducción (recopilación de información y diseño narrativo) y producción (creación de objetos virtuales e interacción en tiempo real).	Media
12	(Sun, 2024)	AR + Inteligencia Artificial	Estudio descriptivo con análisis de casos empíricos; enfoque cualitativo-interpretativo	Media
13	(Zhang & Gao, 2024)	IA + Interacción Humano-Computadora (HCI)	Estudio cuantitativo multicriterio; Proceso Analítico Jerárquico (AHP)	Alta

14	(Hernández Guzmán et al., 2024)	Realidad aumentada (RA) + Makerspaces Museums	Diseño de una aplicación basada en la retroalimentación de estudiantes y en el análisis mediante técnicas de legal design, con desarrollo de prototipo.	Media-Alta
15	(Yang & Wang, 2023)	Robótica humanoide + IA emocional	Desarrollo y validación experimental de un modelo de análisis de sentimientos basado en datos multimodales (voz y emoción), utilizando redes bayesianas multientidad (MEBN) y un filtro de Kalman.	Alta
16	(García et al., 2023)	Museos virtuales (2D y 3D)	Enfoque de investigación-creación con un método teórico-práctico basado en técnicas artísticas y herramientas digitales para el diseño museográfico.	Media
17	(De Carolis et al., 2023)	Realidad virtual (RV) + asistentes virtuales IA	Desarrollo de una experiencia VR con agentes virtuales y evaluación preliminar de la aceptación y de la eficacia en el aprendizaje.	Media
18	(Puspasari et al., 2023)	Aprendizaje automático (Machine Learning)	Desarrollo de un modelo de índice de desempeño educativo y análisis de sensibilidad mediante escenarios (K1-K4).	Media-Alta
19	(Zhang & Hu, 2022)	Museos digitales con tecnología de <i>eye-tracking</i>	Enfoque experimental mediante análisis visual con <i>eye-tracking</i> para evaluar la experiencia de aprendizaje en entornos de museo digital.	Alta
20	(Arayaphan et al., 2022)	Realidad virtual (VR) inmersiva (entorno 3D de museo virtual).	Enfoque cuasiexperimental con grupo de control (aprendizaje tradicional) y grupo experimental (VR), utilizando pretest/posttest, IMI y entrevistas; análisis mediante el t de Student para muestras relacionadas.	Alta
21	(Piatkowska & Darecka, 2026)	Tecnologías digitales de reconstrucción 3D (escaneo láser terrestre, fotogrametría digital y modelado 3D).	Enfoque metodológico integrado que combina documentación archivística, escaneo láser, fotogrametría, medición manual y modelado 3D para la reconstrucción histórica y el análisis cronológico.	Alta
22	(Elbay, 2022)	Museos virtuales	Enfoque cualitativo mediante un estudio de caso único y holístico, con entrevistas semiestructuradas y análisis temático.	Media-Alta
23	(Maipas et al., 2021)	Realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV)	Análisis teórico de las tendencias e innovaciones en la educación para la salud ambiental.	Media
24	(Fedotova et al., 2021)	Museos virtuales	Análisis de contenido y de clústeres aplicados a los objetos digitales del museo.	Media
25	(Butcher et al., 2021)	Colecciones digitalizadas (digitized collections) y medios visuales digitales.	Análisis conceptual apoyado en estudios de caso y en la evaluación de experiencias educativas.	Media-Baja
26	(Fang, 2021)	Tecnologías de medios digitales (incluidas la proyección holográfica 3D y la interacción humano-computador).	Enfoque cuantitativo mediante encuesta para analizar el uso de las tecnologías digitales en la educación museística.	Media-Alta

27	(Carlini, 2021)	Tecnologías digitales (instalaciones de video digital y prototipado mediante impresión 3D).	Estudios de caso sobre el diseño arquitectónico y el prototipado de kits educativos en contextos museísticos.	Media-Baja
28	(Malyshev & Titova, 2020)	Tecnologías digitales (videoconferencias, teleconferencias y recursos educativos en línea).	Estudio descriptivo basado en la implementación y el análisis de experiencias educativas y de programas digitales en museos.	Media-Baja
29	(Puspasari et al., 2020)	Realidad aumentada (RA)	Desarrollo de una aplicación AR y evaluación de la usabilidad mediante la encuesta SUS y la medición del aprendizaje (pre y post, conocimiento).	Media-Alta
30	(Bolognesi & Aiello, 2020)	Realidad virtual (VR) y TIC aplicadas mediante un <i>serious game</i> .	Diseño y desarrollo de un <i>serious game</i> con enfoque técnico-ingenieril y psicológico, aplicado a un entorno museístico.	Media-Alta
31	(Dalari, 2019)	Realidad virtual (RV)	Implementación de una aplicación de VR en educación artística, con evaluación de las actitudes y percepciones de los estudiantes.	Media
32	(Poce et al., 2019)	Realidad aumentada (RA)	Estudio de caso con taller práctico y evaluación mediante cuestionario (preguntas abiertas y cerradas).	Media-Alta
33	(Guazzaroni & Pillai, 2019)	Inteligencia artificial (IA), realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR) y dispositivos <i>wearables</i> .	Revisión teórica de enfoques y aplicaciones de tecnologías emergentes en la educación y en los museos.	Media
34	(Ying et al., 2019)	Museos digitales educativos	Diseño y desarrollo de un museo digital, con evaluación de la experiencia de usuario mediante una encuesta.	Media-Alta
35	(Ismaeel & Al-Abdullatif, 2016)	Museo virtual interactivo	Enfoque cuantitativo mediante intervención educativa y aplicación de un cuestionario, con análisis estadístico en SPSS.	Media-Alta
36	(Fevgas et al., 2014)	Museos virtuales basados en las TIC (incluidos los RFID, las plataformas web y las aplicaciones móviles).	Diseño y desarrollo de una plataforma tecnológica (iMuse) con la integración de componentes interactivos y la evaluación de su aplicación en la educación museística.	Media-Alta
37	(Li, 2013)	Museos virtuales basados en tecnologías de Internet (TI).	Análisis teórico y contextual del uso de los museos virtuales en la educación científica.	Media
38	(Jun & Bin, 2011)	Museos virtuales basados en realidad virtual (VR) y plataformas digitales.	Análisis teórico y conceptual de la transformación de la educación artística en museos virtuales.	Media-Baja
39	(Papadamou et al., 2010)	Mundo virtual de <i>Second Life</i> (museo virtual).	Desarrollo de un entorno virtual educativo con evaluación mediante cuestionarios en línea y reuniones virtuales.	Media
40	(Ulusoy, 2010)	Museos virtuales	Diseño experimental con pretest y posttest; análisis cuantitativo mediante la t de Student, complementado con preguntas abiertas (enfoque mixto).	Media-Alta

41	(Vasilev et al., 2005)	Museo virtual universitario	Descripción del diseño y desarrollo de un museo virtual, con análisis de su estructura y proyección futura.	Media
42	(Geselowitz & Breitfelder, 2002)	Museo virtual (plataforma web del IEEE).	Análisis conceptual y desarrollo de un recurso educativo digital para la integración de las humanidades, la ciencia y la tecnología.	Media

Fuente: elaboración propia, 2026.

Más allá de la descripción de tecnologías, metodologías y muestras, el análisis integrado CASP-GRADE permite identificar un patrón metodológico claramente diferenciado en la distribución de la calidad de los estudios. En particular, los trabajos clasificados como de alta calidad —incluyendo estudios basados en realidad aumentada (Cheng et al., 2025; Puspasari et al., 2020; Yanar et al., 2026), realidad virtual (Arayaphan et al., 2022), museos virtuales con diseño experimental (Güler & Cengiz, 2025), así como enfoques de inteligencia artificial, analítica avanzada y tecnologías instrumentales (Fang, 2021; Piatkowska & Darecka, 2026; Yang & Wang, 2023; Zhang & Gao, 2024; Zhang & Hu, 2022)—comparten un elemento común: la adopción de diseños cuantitativos, cuasi-experimentales o mixtos con estrategias explícitas de validación empírica.

Estos estudios incorporan técnicas como modelos estructurales (PLS-SEM), pruebas estadísticas (t de Student), diseños con grupo de control, análisis multicriterio (AHP) o mediciones instrumentales (eye-tracking), lo que permite una evaluación objetiva y replicable de los resultados de aprendizaje. En este sentido, la alta calidad no se asocia únicamente al tipo de tecnología, sino también a la capacidad del diseño metodológico para generar evidencia verificable.

En contraste, los estudios ubicados en los niveles medio, medio-alto y medio-bajo se caracterizan predominantemente por enfoques cualitativos, descriptivos, exploratorios o conceptuales, que incluyen entrevistas, estudios de caso, investigación-acción, análisis de contenido, revisiones teóricas y desarrollos tecnológicos sin una validación empírica robusta. Este conjunto abarca, en su mayoría, investigaciones sobre museos virtuales, robótica social y propuestas emergentes de innovación digital, donde prima el análisis interpretativo o el desarrollo de prototipos por encima de la medición sistemática del impacto educativo.

De este modo, el patrón identificado evidencia una división metodológica estructural: mientras los enfoques cuantitativos y mixtos concentran la evidencia de mayor calidad, los estudios cualitativos y conceptuales predominan en los niveles intermedios de calidad. Esta asimetría sugiere que el campo de la educación museística digital, aunque altamente innovador en términos tecnológicos, aún presenta una brecha en la consolidación de diseños metodológicos rigurosos, especialmente en aquellas líneas emergentes donde la exploración precede a la validación.

Los resultados de la revisión sistemática muestran una predominancia de los museos virtuales y las plataformas digitales como las tecnologías emergentes más consolidadas en la educación museística, en particular en relación con la accesibilidad y la continuidad pedagógica. En un segundo nivel se sitúan la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), asociadas a enfoques de aprendizaje experiencial e inmersivo. De forma aún incipiente, pero en expansión, emergen tecnologías basadas en inteligencia artificial, machine learning y robótica social, vinculadas a procesos de personalización y de mediación educativa adaptativa. Asimismo, se identifican tecnologías mixtas y de soporte, como la Interacción Humano-Computadora (Human-Computer Interaction, HCI), la Identificación por Radiofrecuencia (Radio-Frequency Identification, RFID), la impresión 3D, los *serious games* y los mundos virtuales, que desempeñan un rol transversal en la arquitectura educativa digital de los museos.

A continuación, se presenta una síntesis de los estudios organizados por tecnología emergente, que permite visualizar de manera integrada la distribución y la recurrencia de las principales líneas tecnológicas identificadas (ver tabla 2).

Tabla 2. Síntesis de los estudios por tecnología emergente en la educación museística

Tecnología emergente	Estudios agrupados
Museos virtuales / Museos digitales	4, 5, 7, 16, 19, 22, 24, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42
Realidad aumentada (RA)	1, 3, 11, 14, 23, 29, 32, 33
Realidad virtual (RV)	8, 17, 20, 30, 31, 33, 39
Inteligencia artificial (IA) / Machine Learning / GenAI	2, 12, 13, 15, 17, 18
Robótica social / humanoide	9, 15
Digitalización educativa / colecciones digitalizadas / multimedia	6, 25, 26, 28, 41
Tecnologías mixtas y otras (HCI, RFID, impresión 3D, serious games, Second Life)	10, 21, 27, 30, 33, 36, 39

Fuente: elaboración propia, 2026.

3.2. Aportes pedagógicos para la educación en museos

En relación con los aportes pedagógicos, los estudios analizados muestran que las tecnologías emergentes contribuyen de manera diferenciada a las dimensiones de accesibilidad, inmersión, personalización y engagement. La accesibilidad se ve fortalecida principalmente a través de los museos virtuales y la digitalización de colecciones, que permiten superar barreras geográficas, temporales y contextuales y amplían el acceso educativo a públicos escolares, universitarios y comunitarios. La inmersión se asocia de manera consistente con el uso de RA y RV, que facilitan experiencias multisensoriales, el aprendizaje situado y una mayor implicación cognitiva y emocional del visitante. La personalización del aprendizaje se vincula con tecnologías basadas en la inteligencia artificial y en la robótica educativa, que permiten adaptar contenidos, recorridos y mediaciones en función de las características y respuestas del usuario. Finalmente, el engagement se manifiesta como un resultado transversal, especialmente reforzado por experiencias inmersivas, interactivas y lúdicas, lo que evidencia incrementos en la motivación, el interés y la participación.

En conjunto, los resultados sugieren que el impacto pedagógico no depende únicamente de la tecnología empleada, sino también de su integración coherente con enfoques educativos centrados en la experiencia del aprendiz. El mayor volumen de evidencia pedagógica se concentra en el engagement e inmersión, mientras que la personalización aparece como una línea emergente, fuertemente asociada a la IA y la robótica, pero aún con un menor número de estudios empíricos (tabla 3).

Tabla 3. Aportes pedagógicos para la educación en museos

Dimensión pedagógica	Estudios	Justificación sintética
Accesibilidad	4, 7, 19, 20, 22, 34, 35, 40, 42	Museos virtuales y digitales como alternativa frente a barreras geográficas, temporales o sanitarias; educación a distancia y segunda aula.
Inmersión	1, 3, 8, 14, 17, 20, 30, 31	Uso de RA y RV para generar experiencias multisensoriales, presencia virtual y aprendizaje experiencial
Personalización	2, 13, 15, 17, 18	IA, GenAI y robótica emocional para adaptar contenidos, rutas y mediación educativa según el usuario
Engagement	1, 3, 7, 8, 14, 20, 30, 35	Incremento de motivación intrínseca, disfrute, participación y actitudes positivas hacia el aprendizaje

Fuente: elaboración propia, 2026.

El análisis muestra brechas que limitan el uso de tecnologías emergentes en museos, como la falta de alineación pedagógica, las desigualdades en la adopción y las carencias en infraestructura y formación. También emergen preocupaciones éticas sobre la gestión de datos y la interacción humano-tecnológica. Pese a ello, se identifican oportunidades de investigación futura centradas en ecosistemas pedagógicos integradores (ver tabla 4).

Tabla 4. Brechas, desafíos y oportunidades de investigación futura

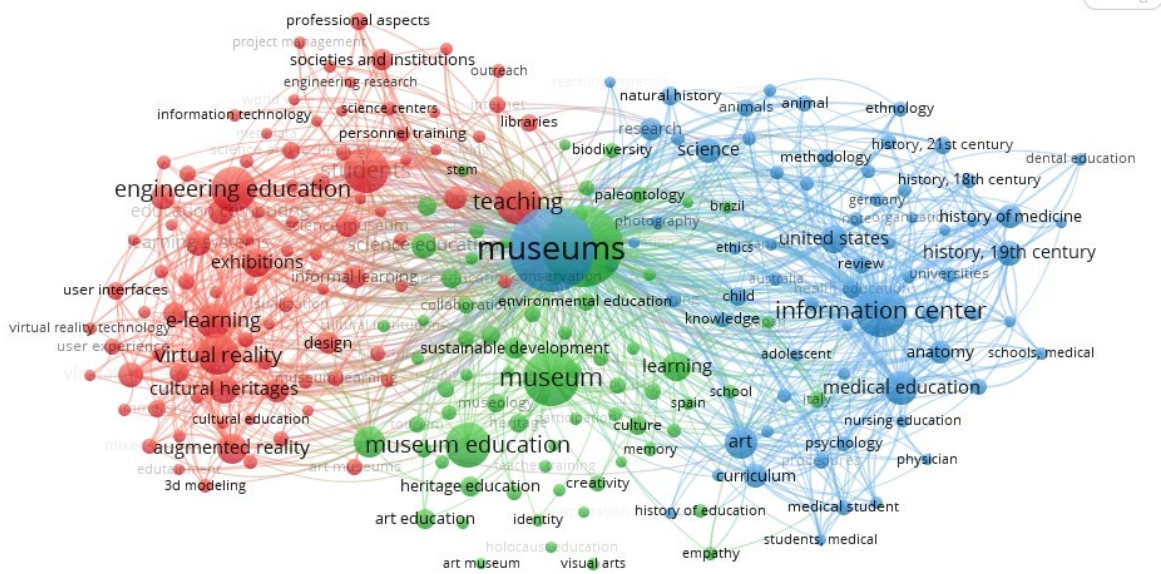
Tipo de aporte	Estudios	Brechas y desafíos
Brechas de diseño pedagógico	8, 17, 22, 31	Uso tecnológico sin suficiente alineación pedagógica; experiencias inmersivas sin evaluación profunda del aprendizaje
Limitaciones de infraestructura y recursos	10, 27, 28, 30	Costos, equipamiento, sostenibilidad tecnológica y dependencia institucional
Formación docente y mediadores	5, 6, 10, 25, 27	Déficits en competencias digitales, resistencia al cambio y necesidad de desarrollo profesional continuo
Desafíos éticos y organizativos	6, 13, 15, 18	Privacidad de datos, interacción humano-máquina, aceptación cultural y toma de decisiones basada en IA
Oportunidades de investigación futura	2, 12, 15, 17, 18, 21, 39	IA adaptativa, robótica social, analítica del aprendizaje, tecnologías mixtas y enfoques inclusivos y sostenibles

Fuente: elaboración propia, 2026.

3.3. Síntesis bibliométrica sobre la educación museística

De manera complementaria, se aporta un paquete bibliométrico que contribuye a fortalecer los hallazgos de la revisión sistemática. Así, el análisis de la red de coocurrencia de términos se basó en 9.082 documentos descargados de Scopus (*TITLE-ABS-KEY: “museum” AND “education”, actualizado al 14 de abril de 2026*); esta red muestra una estructura claramente diferenciada en tres grandes agrupaciones temáticas.

Figura 2. Red de coocurrencia



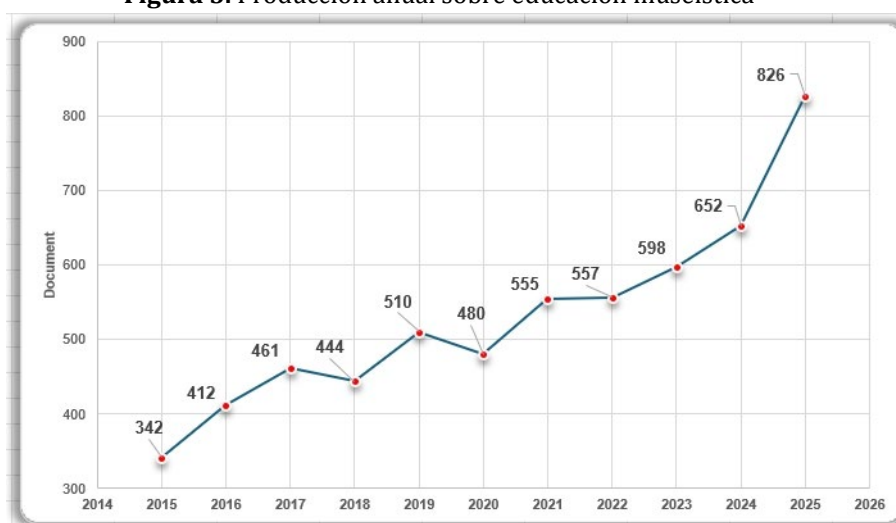
Fuente: Scopus. Realizado con VOSVIEWER

La red roja concentra términos asociados a tecnologías educativas y al diseño de experiencias, como virtual reality, augmented reality, e-learning, interfaces de usuario, exposiciones y educación en ingeniería, lo que evidencia una alta densidad de relaciones vinculadas a la dimensión tecnológica del campo. La red verde agrupa conceptos de carácter pedagógico y educativo, incluyendo *museum education, learning, creativity, identity, environmental education* y *sustainable development*, lo que refleja la centralidad de los enfoques formativos, culturales y educativos en la literatura. La red azul articula términos relacionados con contextos institucionales y disciplinares, tales como *information center, medical education, history, science, curriculum* y *universities*, lo que evidencia la presencia de aplicaciones educativas del museo en ámbitos especializados. En conjunto, la red evidencia la coexistencia y copresencia de dimensiones tecnológicas, pedagógicas e institucionales en la investigación sobre educación museística, sin predominio de una sola línea temática.

3.3.1. Producción anual sobre educación museística

El análisis de la producción científica sobre educación en museos evidencia una evolución histórica claramente diferenciada en etapas. El primer estudio identificado se remonta al año 1888, con *The Bradshaw Lecture on Museums in Their Relation to Medical Education and the Progress of Knowledge*, de Hutchinson (1888). Durante más de un siglo, la producción científica se mantuvo en niveles muy bajos y con un crecimiento irregular. No es hasta el año 2003 cuando se alcanza por primera vez el umbral de 100 publicaciones anuales, lo que indica el inicio de una fase de expansión más consistente del campo. Posteriormente, el año 2015 constituye un punto de inflexión significativo al superarse los 300 artículos, lo que refleja una consolidación progresiva del interés académico por los museos, especialmente en sus dimensiones educativas, tecnológicas y socioculturales. A partir de este hito, la producción científica muestra una tendencia de crecimiento sostenido año tras año, lo que evidencia un proceso de maduración del campo. Esta dinámica culmina en un máximo histórico en 2025, cuando se superan los 800 artículos anuales, lo que sugiere no solo una expansión cuantitativa, sino también una diversificación temática y metodológica en las investigaciones (Figura 3).

Figura 3. Producción anual sobre educación museística

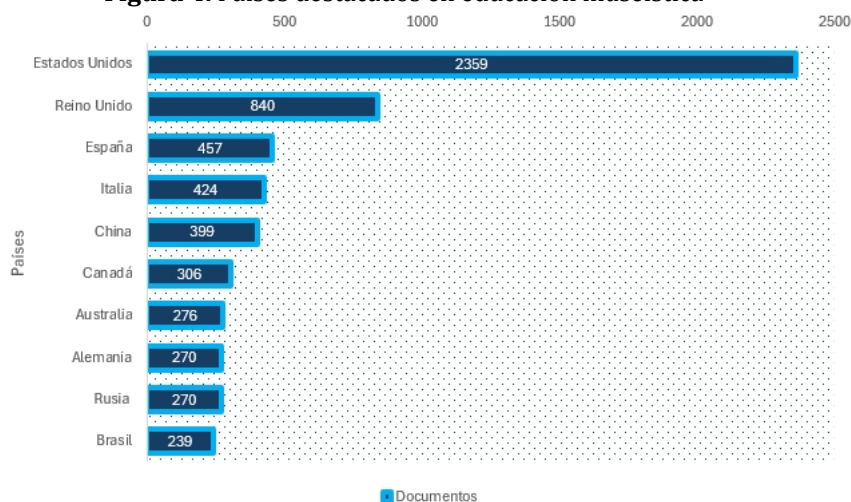


Fuente: Scopus. Fecha: 14-04-2026

3.3.2. Países destacados

La producción científica en educación museística muestra una clara concentración geográfica, liderada por Estados Unidos ($n = 2359$), seguido a distancia por Reino Unido ($n = 840$). En un segundo nivel se sitúan España ($n = 457$), Italia ($n = 424$) y China ($n = 399$), lo que evidencia una distribución predominantemente euro-norteamericana, con una creciente participación de otros contextos internacionales, como Canadá, Australia, Alemania, Rusia y Brasil.

Figura 4. Países destacados en educación museística

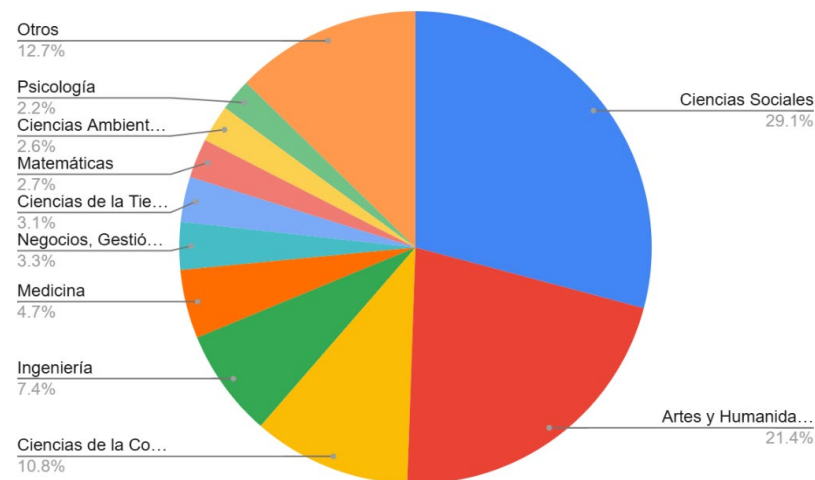


Fuente Scopus. Fecha: 14-04-2026

3.3.3. Áreas temáticas relevantes en educación museística

Destacan entre las 10 primeras áreas temáticas: (1) Ciencias Sociales, (2) Artes y Humanidades, (3) Ciencias de la Computación, (4) Ingeniería, (5) Medicina, (6) Negocios, Gestión y Contabilidad, (7) Ciencias de la Tierra y Planetarias, (8) Matemáticas, (9) Ciencias Ambientales y (10) Psicología, luego con menos representatividad se ubica un grupo de otras áreas como Ciencias Agrícolas y Biológicas, Física y Astronomía, Economía, Econometría y Finanzas, Ciencia de Materiales, Energía, Ciencias de la Decisión, Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Química, Farmacología, Neurociencia.

Figura 5. Áreas temáticas relevantes en educación museística



Fuentes: Scopus. Fecha: 14-04-2026

3.3.4. Fuentes más relevantes

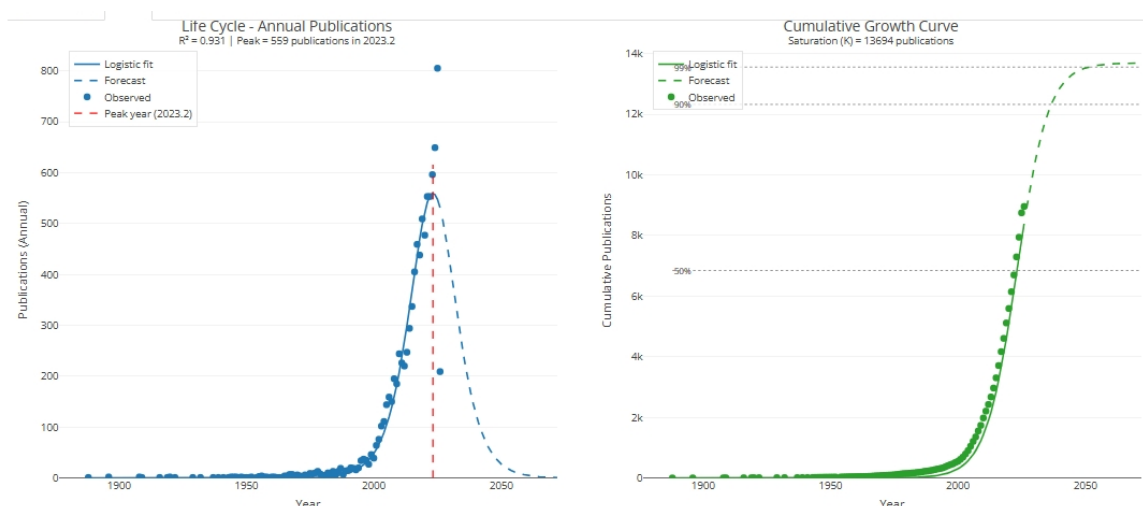
En términos de impacto científico, la revista *Museum Management and Curatorship* ocupa el primer lugar, seguida por el *Journal of Museum Education* y el *International Journal of Science Education*, consolidándose como las de mayor autoridad científica (tabla 5).

Tabla 5. Impacto local de las fuentes según el índice H

Fuente	H_INDEX	G_INDEX	M_INDEX	TC	NP	PY_START
Museum Management and Curatorship	19	31	0,422	1205	80	1982
Journal of Museum Education	17	23	1,308	1336	284	2014
International Journal of Science Education	16	22	0,516	1066	22	1996
Journal of Research in Science Teaching	16	20	0,372	1428	20	1984
Sustainability (Switzerland)	16	23	1,778	600	43	2018
Lecture Notes in Computer Science	13	27	0,565	928	136	2004
International Journal of Art and Design Education	12	19	0,4	450	45	1997
International Journal of Science Education	12	19	0,857	375	23	2013
Science Education	12	19	0,255	984	19	1980
Computers And Education	11	13	0,344	1159	13	1995

Fuente: Scopus. Exportado de Bibliometrix

Por último, el ciclo de vida de la producción científica evidencia una dinámica de maduración del campo de la educación museística, lo que indica que se está entrando en una fase de máxima expansión y se anticipa una posible estabilización. Por otro lado, la curva de crecimiento acumulado, de carácter sigmoide, confirma esta evolución al pasar de una fase inicial lenta a un crecimiento acelerado, que posteriormente se aproxima a un punto de saturación estimado en ~13,694 publicaciones. Se abre así un escenario propicio para la profundización teórica, la especialización temática y el desarrollo de nuevas líneas emergentes.

Figura 6. Ciclo de vida de la producción científica sobre educación museística

Fuente: Scopus. Exportado de Bibliometrix

4. Discusión

4.1. De la fragmentación tecnológica a un modelo eco-pedagógico de la educación museística digital

La principal contribución de esta revisión no radica únicamente en identificar qué tecnologías predominan en la educación museística, sino en mostrar que el campo ya no puede comprenderse adecuadamente a partir de catálogos tecnológicos aislados. A diferencia de revisiones previas centradas en tecnologías particulares —por ejemplo, en XR o realidad aumentada— o en aplicaciones específicas de la innovación digital en museos (Guazzaroni & Pillai, 2019; Musicco & Berardinetti, 2025; Torre, 2026), este estudio evidencia que la educación museística digital se organiza mejor como un ecosistema ecopedagógico en el que convergen tres dimensiones interdependientes: tecnológica, pedagógica e institucional. En este ecosistema, la tecnología opera como mediación cuyo valor depende de su articulación con narrativas curatoriales, secuencias didácticas, la formación de mediadores y las condiciones de acceso y de sostenibilidad organizativa (Berardinetti et al., 2025; Dumont et al., 2025; Hooper-Greenhill, 2007; Kristinsdóttir, 2017; Mayer, 2005).

Desde esta perspectiva, la revisión aporta al campo un desplazamiento conceptual relevante y permite plantear cómo se reconfigura el aprendizaje museístico, en qué condiciones produce valor educativo y qué tensiones introduce en la experiencia formativa. Este giro es importante porque la literatura reciente ha tendido a crecer de forma acelerada pero fragmentada, con énfasis en estudios exploratorios, desarrollos de prototipos o evaluaciones de corto plazo, sin una síntesis integradora entre la evidencia pedagógica, la madurez tecnológica y las condiciones institucionales de implementación (De Carolis et al., 2023; Gómez et al., 2025; Lin & Hu, 2025). Así, la revisión reconfigura analíticamente este campo al mostrar que la accesibilidad, la inmersión, la personalización y el engagement son dimensiones atravesadas por tensiones epistemológicas, pedagógicas y éticas.

En esta línea, los resultados sugieren que la educación museística digital contemporánea se encuentra en una fase de transición: los museos virtuales y la digitalización educativa constituyen la infraestructura más consolidada; la realidad aumentada y la realidad virtual representan la capa experiencial de mayor expansión; y la inteligencia artificial, el machine learning y la robótica social configuran una frontera emergente de personalización y mediación adaptativa aún en proceso de validación pedagógica (Arayaphan et al., 2022; Cheng et al., 2025; Güler & Cengiz, 2025; Lin & Hu, 2025; Yang & Wang, 2023). En consecuencia, el campo no avanza como una sucesión de dispositivos, sino como una arquitectura de aprendizaje en capas, donde cada tecnología aporta posibilidades distintas y, al mismo tiempo, plantea nuevas exigencias de diseño educativo.

4.2. Dimensiones pedagógicas como tensiones estructurales de la educación museística

Uno de los aportes más relevantes de esta revisión es mostrar que la accesibilidad, la inmersión, la personalización y el engagement son dimensiones tensionadas cuya contribución pedagógica depende de cómo se diseñen, implementen y evalúen.

En primer lugar, la accesibilidad se presenta como una de las contribuciones más sólidas de la digitalización museística. Los museos virtuales, las colecciones digitalizadas y las plataformas educativas en línea han ampliado el acceso al patrimonio más allá de la visita presencial, posicionando al museo como “segunda aula”, recurso complementario de la educación formal y espacio de continuidad pedagógica en contextos de crisis (Erol et al., 2025; Geselowitz & Breittfelder, 2002; Güler & Cengiz, 2025; Ismaeel & Al-Abdullatif, 2016; Ulusoy, 2010; Ying et al., 2019).

Esta línea converge con planteamientos que conciben al museo como pedagogía pública, como espacio de inclusión y como agente de democratización cultural (Clover, 2015; Hansson & Öhman, 2022; Llamazares de Prado & Arias-Gago, 2023). Además, la potencialidad transformadora de las colecciones digitalizadas para propiciar experiencias de aprendizaje auténticas y ampliar las oportunidades educativas equitativas refuerza esta lectura (Butcher et al., 2021). Sin embargo, la revisión muestra que la accesibilidad digital no equivale automáticamente a la inclusión educativa.

La persistencia de brechas en conectividad, alfabetización tecnológica, calidad del diseño visual e interacción social limita el potencial democratizador de estas herramientas, especialmente en contextos con menor infraestructura o preparación institucional (Dumont et al., 2025; Elbay, 2022; Zollinger & DiCindio, 2021). En otras palabras, la accesibilidad amplía el alcance, pero no garantiza por sí sola la equidad de participación ni la profundidad formativa.

En segundo lugar, la inmersión concentra una parte importante de la innovación reciente, especialmente a través de la realidad aumentada, la realidad virtual, la XR y el modelado tridimensional. Los estudios revisados muestran que estas tecnologías fortalecen la presencia, la motivación, la imaginación y la implicación emocional del visitante, además de facilitar experiencias situadas y multisensoriales de aprendizaje (Arayaphan et al., 2022; Cheng et al., 2025; Dalari, 2019; Gómez et al., 2025; Lee et al., 2021; Poce et al., 2019; Yanar et al., 2026; Yulifar et al., 2024).

No obstante, la revisión también confirma una tensión central del campo: más inmersión no implica necesariamente más aprendizaje. Este hallazgo coincide con la advertencia de Mayer (2005) sobre el carácter no automático del aprendizaje multimedia y con estudios recientes que distinguen entre la intensidad de la experiencia y la profundidad cognitiva (Ceccacci et al., 2026). El riesgo del “efecto wow” radica justamente en que la espectacularidad tecnológica genere una alta recordación emocional, pero una comprensión conceptual superficial si no existe una secuencia didáctica clara que articule la exploración, la reflexión y la consolidación del conocimiento (Hernández Guzmán et al., 2024; Torre, 2026; Yanar et al., 2026). De este modo, la inmersión se confirma como una condición potente, pero pedagógicamente ambivalente.

En tercer lugar, la personalización emerge como la dimensión más innovadora y, al mismo tiempo, una de las menos consolidadas empíricamente. La inteligencia artificial, el machine learning, la interacción humano-computadora, los asistentes virtuales y la robótica social abren la posibilidad de adaptar contenidos, recorridos y mediaciones a las características, emociones o trayectorias del visitante (De Carolis et al., 2023; Lin & Hu, 2025; Puspasari et al., 2023; Yang & Wang, 2023; Zhang & Gao, 2024). Este avance desplaza el modelo museístico de una mediación homogénea a otra más sensible y responsiva.

Sin embargo, la revisión muestra que esta promesa convive con un problema crítico: la personalización puede derivar en opacidad algorítmica si no se explicitan los criterios de adaptación, los usos de los datos y las decisiones curatoriales y pedagógicas que la sustentan. Aquí la discusión ya no es solo técnica, sino ética y epistemológica: ¿quién decide qué contenido recibe el visitante?, ¿con qué fines?, ¿qué margen conserva la mediación humana?, ¿cómo se evita que la adaptación algorítmica simplifique la experiencia cultural o reproduzca sesgos? Estas preocupaciones aparecen de forma implícita en estudios sobre formación docente, aceptación institucional y digitalización educativa (Berardinetti et al., 2025; Dumont et al., 2025) y son reforzadas por análisis recientes sobre la ética de la IA en museos (Brown, 2026; Nguyen, 2026). Por tanto, la personalización representa un horizonte prometedor, pero requiere marcos pedagógicos y éticos más explícitos.

En cuarto lugar, el engagement se presenta como el resultado más transversal de las tecnologías emergentes. Las experiencias inmersivas, interactivas, lúdicas y cocreativas incrementan la motivación,

el disfrute y la participación del visitante (Cheng et al., 2025; Güler & Cengiz, 2025; Seale, 2023; Zhang & Hu, 2022). Asimismo, las redes sociales, la gamificación, los videojuegos educativos y la co-creación amplían la capacidad del museo para vincularse con públicos jóvenes y comunidades diversas (Ferrer-Yulfo, 2022; Huebner, 2022, 2023; Rivero et al., 2023). A ello se suman sistemas interactivos multitáctiles y entornos tangibles orientados a públicos infantiles, que muestran mejoras claras en el engagement y en el aprendizaje activo (Wang & Xie, 2026).

No obstante, la revisión permite matizar esta tendencia: el engagement no debe confundirse con el aprendizaje profundo. Una experiencia altamente participativa puede producir implicación momentánea sin necesariamente derivar en comprensión histórica, pensamiento crítico o apropiación cultural sostenida. Este hallazgo exige desplazar la discusión sobre “atraer visitantes” al problema más complejo: convertir la participación en una elaboración conceptual y en una experiencia formativa duradera. En este sentido, el reto no es generar más interacción, sino diseñar interacciones con densidad pedagógica.

4.3. *¿Tecnología o madurez metodológica?*

Otro hallazgo relevante de esta revisión es que la fortaleza de la evidencia no depende exclusivamente del tipo de tecnología, sino del diseño metodológico con el que se la estudia. El análisis integrado CASP-GRADE mostró un patrón claro: los estudios clasificados con mayor calidad tienden a concentrarse en enfoques cuantitativos, cuasi-experimentales o mixtos, con validaciones empíricas explícitas, grupos de comparación, modelos estructurales, mediciones instrumentales o pruebas estadísticas robustas (Arayaphan et al., 2022; Cheng et al., 2025; Güler & Cengiz, 2025; Piatkowska & Darecka, 2026; Yang & Wang, 2023; Zhang & Gao, 2024; Zhang & Hu, 2022). En cambio, buena parte de los estudios ubicados en niveles medio, medio-alto o medio-bajo responden a diseños cualitativos, exploratorios, descriptivos, teóricos o conceptuales, así como a desarrollos tecnológicos con evaluación limitada o de corto plazo (Carlini, 2021; García et al., 2023; Kahveci, 2025; Musicco & Berardinetti, 2025; Sun, 2024).

Este patrón no invalida los estudios exploratorios, pero sí sugiere que el campo aún presenta una asimetría entre la innovación tecnológica y la validación educativa. Es decir, la investigación museística digital produce con rapidez nuevas herramientas, prototipos y experiencias, pero con menor consistencia en la evaluación de los impactos duraderos en el aprendizaje, la comprensión conceptual, la transferencia o la inclusión efectiva. Esta brecha es especialmente visible en tecnologías emergentes como la IA, la robótica social o los sistemas adaptativos, donde la novedad del dispositivo suele adelantarse a la construcción de marcos evaluativos sólidos (Lin & Hu, 2025; Musicco & Berardinetti, 2025; Yang & Wang, 2023). Asimismo, esta distancia entre el desarrollo tecnológico y la fundamentación pedagógica ya había sido sugerida en trabajos sobre procesos y tecnologías digitales en contextos museísticos, así como en estudios sobre arte digital e interacción humano-computadora, donde se advierte el riesgo de usos instrumentales o superficiales de la tecnología cuando no existen marcos didácticos consistentes (Carlini, 2021; Fang, 2021). Por ello, una contribución original de esta revisión es mostrar que la madurez del campo no debe medirse solo por la sofisticación tecnológica alcanzada, sino también por la capacidad de articular el diseño pedagógico, la mediación institucional y la evaluación rigurosa.

Además, esta lectura permite reinterpretar el crecimiento bibliométrico reciente. El aumento sostenido de publicaciones, especialmente desde 2015 y con una expansión máxima en 2025, no debe leerse únicamente como consolidación cuantitativa, sino como ingreso del campo en una fase en la que ya no basta con producir más estudios, sino que resulta necesario elaborar mejores marcos conceptuales, comparaciones intercontextuales y evaluaciones longitudinales. En este punto, la revisión reconfigura el debate: el problema central no es si la tecnología tiene potencial educativo —la evidencia muestra que sí—, sino qué condiciones permiten que ese potencial se traduzca en aprendizaje significativo, inclusión y sostenibilidad institucional.

4.4. *Del museo digital como dispositivo al museo como ecosistema de mediación*

La revisión permite proponer que el campo está dejando atrás la comprensión del museo digital como una mera extensión tecnológica del museo físico. En su lugar, emerge una concepción del museo como un ecosistema de mediación, donde confluyen objetos patrimoniales, interfaces, mediadores, algoritmos, narrativas, comunidades y políticas institucionales. Esta reconfiguración es consistente con las transformaciones del museo del siglo XXI como espacio de participación, identidad, bienestar y

aprendizaje público (Adams, 2007; Hooper-Greenhill, 2007; Todino & Campitiello, 2025; Wei et al., 2023). También dialoga con estudios que sitúan la educación museística en horizontes de sostenibilidad, transculturalidad, cuidado y cocreación (Galuban & Green, 2026; Hansson & Öhman, 2022; Löseke, 2022; Rivero et al., 2023).

Desde esta perspectiva, la principal novedad que esta revisión aporta a la literatura no es afirmar que RA, RV, IA o museos virtuales son importantes —algo ya sugerido por estudios previos—, sino demostrar que el valor de estas tecnologías depende de su inserción en una ecología de mediaciones. Esto implica que la educación museística digital no puede seguir estudiándose desde compartimentos aislados: ni desde la ingeniería sin pedagogía, ni desde la pedagogía sin infraestructura, ni desde la innovación institucional sin criterios éticos. Lo que la revisión evidencia es que el futuro del campo pasa por integrar estas dimensiones simultáneamente.

En este sentido, el trabajo propone implícitamente un modelo eco-pedagógico de educación museística digital con cuatro tesis: primero, que las tecnologías emergentes deben analizarse por su función pedagógica y no solo por su novedad técnica; segundo, que accesibilidad, inmersión, personalización y engagement son dimensiones relacionales, no beneficios automáticos; tercero, que la calidad de la evidencia depende más de la madurez metodológica que de la sofisticación tecnológica; y cuarto, que la consolidación del campo exige una articulación explícita entre tecnología, pedagogía, ética e institucionalidad.

4.5. Implicaciones para la agenda futura

A partir de estos hallazgos, la agenda futura debería orientarse menos a la mera expansión de dispositivos y más a la construcción de modelos pedagógicos evaluables e inclusivos. Esto supone, en primer lugar, fortalecer los estudios longitudinales y los diseños mixtos que permitan distinguir entre los efectos inmediatos y los impactos formativos duraderos. En segundo lugar, exige desarrollar métricas que no se limiten a la motivación o a la satisfacción, sino que incorporen comprensión conceptual, pensamiento crítico, apropiación cultural y transferencia del aprendizaje. En tercer lugar, se requieren marcos éticos específicos para la IA, la analítica del aprendizaje y la personalización algorítmica en museos, considerando la privacidad, la transparencia, el sesgo y el equilibrio entre la mediación humana y la automatizada (Brown, 2026; Nguyen, 2026). También se requiere pensar la innovación museística desde la sostenibilidad institucional, la formación profesional continua y la equidad de acceso, evitando que la transformación digital amplifique las desigualdades preexistentes (Berardinetti et al., 2025; Dumont et al., 2025; Kristinsdóttir, 2017; Tran et al., 2019).

A ello se suma la conveniencia de profundizar en líneas emergentes vinculadas a la sostenibilidad, la educación transcultural y el aprendizaje situado en contextos híbridos, así como en el potencial de los entornos virtuales para la educación para el desarrollo sostenible y la mediación intercultural (Löseke, 2022; Maipas et al., 2021; Papadamou et al., 2010). Del mismo modo, las aplicaciones XR basadas en la digitalización 3D de colecciones científicas abren una vía promisorio para el desarrollo de experiencias configurables, transferibles y pedagógicamente más refinadas en distintos tipos de museos (Richter et al., 2026).

Aunque aún es un campo emergente, el futuro de la educación museística se proyecta hacia la convergencia de la IA, computación afectiva, la robótica educativa y la computación cuántica como ejes de transformación. En este escenario, la integración de la IA a la educación museística ya está demostrando mejoras significativas en la participación, la satisfacción y la experiencia educativa (Song & Sarmiento, 2026). También, se connotan potencialidades de la computación afectiva y la IA en el reconocimiento de emociones, revelando la emergencia de museos que “leen” emociones (*Affective Museology*), donde el aprendizaje se comprende como una experiencia profundamente emocional (Fominska et al., 2024; Varutti, 2023; Rojas Vistorte et al., 2024). Paralelamente, la robótica social amplía la mediación educativa, mientras que la computación cuántica se perfila como una frontera incipiente con potencial para redefinir la gestión y analítica del patrimonio cultural digital (Trček, 2025), configurando así una futura educación museística inteligente, afectiva y cuántica.

5. Conclusiones

Esta revisión sistemática muestra que la educación museística en la era digital debe entenderse como la consolidación de un ecosistema ecopedagógico híbrido en el que convergen las dimensiones tecnológicas, pedagógicas e institucionales. Su principal aporte teórico radica en evidenciar que el valor

educativo de las tecnologías reside en su capacidad para reconfigurar —bajo condiciones específicas— la accesibilidad, la inmersión, la personalización y el engagement en las experiencias de aprendizaje. En este marco, los museos virtuales y la digitalización constituyen la base más consolidada, la realidad aumentada y virtual representan la expansión experiencial, y la inteligencia artificial y la robótica configuran una frontera aún en proceso de validación pedagógica.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos sugieren que las políticas museísticas deben orientarse hacia estrategias selectivas, pedagógicamente fundamentadas y sostenibles. Esto implica priorizar la accesibilidad digital como base estructural, incorporar tecnologías inmersivas solo cuando exista coherencia didáctica y avanzar con cautela en el uso de la inteligencia artificial, garantizando marcos éticos, formación especializada y gobernanza institucional. En consecuencia, la innovación tecnológica no puede disociarse de la capacidad pedagógica: el impacto educativo depende más de la articulación institucional —mediación, diseño curatorial, formación y evaluación— que de la sofisticación tecnológica. La transformación digital exige, por tanto, pasar de una lógica de adquisición tecnológica a una lógica de capacidad pedagógica institucional.

En términos de investigación, se identifican cuatro prioridades: (1) avanzar hacia diseños longitudinales y mixtos que evalúen aprendizajes profundos; (2) desarrollar métricas que distingan entre la inmersión y el aprendizaje significativo; (3) fortalecer marcos éticos sobre IA, personalización y uso de datos; y (4) consolidar líneas emergentes como la sostenibilidad, la educación transcultural, el humanismo digital, el bienestar y la cocreación.

Estas conclusiones deben interpretarse considerando algunas limitaciones: la restricción a Scopus y Web of Science, el posible sesgo idiomático y la sobrerrepresentación de áreas tecnológicas. Asimismo, la inclusión de literatura diversa (artículos, capítulos y congresos) introduce heterogeneidad, aunque fue controlada mediante la evaluación CASP-GRADE y la exclusión de estudios con debilidades críticas.

El campo de la educación museística transita de los modelos expositivos a los ecosistemas de mediación educativa complejos. El desafío no es incorporar más tecnología, sino decidir qué tecnologías, para qué fines y en qué condiciones pedagógicas y éticas. La agenda futura debe orientarse hacia una innovación digital crítica, inclusiva y evaluable, capaz de convertir la digitalización en una mediación educativa rigurosa y socialmente sostenible, explorando las potencialidades de IA, humanismo digital, robótica, computación afectiva, y computación cuántica, nos espera hacia una educación museística inteligente, afectiva y cuántica

Referencias

- Adams, J. D. (2007). The historical context of science and education at the American Museum of Natural History. *Cultural Studies of Science Education*, 2(2), 393-440. <https://doi.org/10.1007/s11422-007-9059-8>
- Andre, L., Durksen, T., & Volman, M.L. (2017). Museums as avenues of learning for children: a decade of research. *Learning Environments Research*, 20(1), 47-76. Doi: 10.1007/s10984-016-9222-9
- Arayaphan, W., Sirasakmol, O., Nadee, W., & Puritat, K. (2022). Enhancing Intrinsic Motivation of Librarian Students using Virtual Reality for Education in the Context of Culture Heritage Museums. *TEM Journal*, 11(2), 620-630. <https://doi.org/10.18421/TEM112-16>
- Bakker, F. T., Antonelli, A., Clarke, J. A., Cook, J. A., Edwards, S. V., Ericson, P. G. P., Faurby, S., Ferrand, N., Gelang, M., Gillespie, R. G., Irestedt, M., Lundin, K., Larsson, E., Matos-Maraví, P., Müller, J., von Proschwitz, T., Roderick, G. K., Schliep, A., Wahlberg, N., ... Källersjö, M. (2020). The global museum: Natural history collections and the future of evolutionary science and public education. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.8225>
- Balshem, H., Helfand, M., Schünemann, H. J., Oxman, A. D., Kunz, R., Brozek, J., Vist, G. E., Falck-Ytter, Y., Meerpohl, J., Norris, S., & Guyatt, G. H. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 401-406. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.015>
- Berardinetti, V., Peconio, G., Rossi, M., & Toto, G. A. (2025). Museum Education Meets Digital Technologies: Impacts on Teaching and Teacher Training. En P. Ardimento, G. Zaza, R. Di Fuccio, P. Limone, G. Fulantelli, D. Schicchi, D. Taibi, R. Pecori, P. Raviolo, & M. Rondonotti (Eds.), *Commun. Comput. Info. Sci.: 2467 CCIS* (pp. 321-339). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-94002-6_24
- Bolognesi, C., & Aiello, D. (2020). LEARNING through SERIOUS GAMES: A DIGITAL DESIGN MUSEUM for EDUCATION. En S. Kumar, P. L. N. Raju, S. P. Aggarwal, S. R. Reyes, M. Ustuner, F. Tsai, & V. Liesenberg (Eds.), *Int. Arch. Photogramm., Remote Sens. Spat. Inf. Sci. - ISPRS Arch.* (Vol. 43, Número B5, pp. 83-90). International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B5-2020-83-2020>
- Brown, K. (2026). Artificial Exchange: Chatbots and the Ethics of Museum Experience Design. En *Springer Series on Cultural Computing: Part F652* (pp. 247-262). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-89521-0_13
- Butcher, K. R., Power, M. J., Larson, M., Orr, M. P., Velásquez-Franco, S., Hudson, M. A., & Bailey, V. J. (2021). Museum Leadership for Engaging, Equitable Education: The Transformative Potential of Digitized Collections for Authentic Learning Experiences. *Curator*, 64(2), 383-402. <https://doi.org/10.1111/cura.12423>
- Carlini, A. (2021). Museum Education Between Digital Technologies and Unplugged Processes. Two Case Studies. En *Lect. Notes Networks Syst.* (Vol. 240, pp. 155-163). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_21
- Ceccacci, S., Agostinelli, T., Giaconi, C., & Mengoni, M. (2026). Exploring the Impact of Virtual Reality Immersion on Visitor Experience and Learning in Museums. *Lect. Notes Comput. Sci.*, 15741 LNCS, 3-17. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97775-6_1
- Cheng, A., Zhang, W., Feng, A., Wu, Y., & Li, W. (2025). Exploring psychological dimensions of augmented reality in education: A study on learning motivation and achievement in museums. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1514117>
- Christ, A., Penthin, M., Kröner, S. (2021). Big Data and Digital Aesthetic, Arts, and Cultural Education: Hot Spots of Current Quantitative Research. *Social Science Computer Review*, 39(5), pp. 821-843. DOI: 10.1177/0894439319888455
- Clark-Fookes, T. (2023). Aesthetic Approaches to Digital Pedagogy in Arts Education. *International Journal of Education and the Arts*, 24(8), 1-17. DOI: 10.26209/ijea24n8
- Clover, D. E. (2015). Adult education for social and environmental change in contemporary public art galleries and museums in Canada, Scotland and England. *International Journal of Lifelong Education*, 34(3), 300-315. <https://doi.org/10.1080/02601370.2014.993731>
- Dalari, A. (2019). The subject of arts education through the use of new technologies. The case of the virtual museum. *Australian Educational Computing*, 34(1).

- De Carolis, B., MacChiarulo, N., & Bochicchio, M. A. (2023). AI-Assisted Virtual Reality for Cultural Heritage Education: The Experience of the MARTA Museum. En A. Cardoso & M. T. Restivo (Eds.), *Exp. Int. Conf., exp.at—Proc.* (pp. 152–156). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/exp.at2358782.2023.10545657>
- Dumont, C., de Backer, F., Dewinter, H., & Vandermeersche, G. (2025). Museum educators' views on digital museum education: Opportunities and challenges. *Cultural Trends*, 34(3), 398–413. <https://doi.org/10.1080/09548963.2024.2378324>
- Elbay, S. (2022). Distance education experiences of middle school 7th grade students in the turkey during COVID-19 pandemic: Virtual museum example. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(1), 237–256.
- Erol, M., Erol, A., & Özdemir, F. (2025). Social Studies-Specific Field Skills Acquired by Primary School Students in the Process of Virtual Museum Education. *Journal of Museum Education*. <https://doi.org/10.1080/10598650.2025.2454102>
- Fang, L. (2021). The Application of Digital Media Art in Art Museum Public Education Based on Human-Computer Interaction Technology. *Proc. - Int. Conf. Inf. Sci. Educ., ICISE-IE*, 1424–1427. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE53922.2021.00317>
- Fedotova, O., Zhurakovskij, V., Ermakov, P., Cherkashin, I., & Cherkashina, E. (2021). Virtual museum in the system of informal education (based on sports materials). En D. Rudoy, A. Olshevskaya, & N. Ugrehelidze (Eds.), *E3S Web Conf.* (Vol. 273). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312072>
- Ferrer-Yulfo, A. (2022). Transforming Museum Education Through Intangible Cultural Heritage. *Journal of Museum Education*, 47(3), 319–330. <https://doi.org/10.1080/10598650.2022.2080966>
- Fevgas, A., Fraggogiannis, N., Tsompanopoulou, P., & Bozanis, P. (2014). The iMuse virtual museum: Towards a cultural education platform. *IISA - Int. Conf. Inf., Intell., Syst. Appl.*, 171–175. <https://doi.org/10.1109/IISA.2014.6878817>
- Fominska, I., Di Tore, S., Nappi, M., Iovane, G., Sibilio, M., & Gelo, A. (2024). Approaches to Identifying Emotions and Affections During the Museum Learning Experience in the Context of the Future Internet. *Future Internet*, 16(11), 417. <https://doi.org/10.3390/fi16110417>
- Galuban, B. A., & Green, J. S. (2026). Dwelling With: Centering Care and Contemplative Practice in Museum Education. *Journal of Museum Education*. <https://doi.org/10.1080/10598650.2025.2604337>
- García, J. A. A., Reyes, M. A. S., & Villamizar, A. M. B. (2023). Virtual Museum and art education Pedagogical Route for the dissemination of school art. *Human Review. International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades*, 16(5). <https://doi.org/10.37467/revhuman.v12.4678>
- Geselowitz, M., & Breitfelder, K. (2002). The IEEE virtual museum: Using Web-based education and a humanistic approach to promote engineering at the K-12 level. *ASEE Annu. Conf. Proc.*, 6873–6880.
- Gómez, M. R. B., Fernández-Samacá, L. F., & Díaz, A. L. A. (2025). Immersive Technologies for Engineering Education: A Virtual Reality Experience at the UPTC Geology Museum. En D. Mesquita, V. Villas-Boas, & R. M. Lima (Eds.), *Int. Symposium Project Approaches Eng. Educ.* (Vol. 15, pp. 129–137). University of Minho. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15850160>
- Guazzaroni, G., & Pillai, A. S. (2019). Virtual and augmented reality in education, art, and museums. En *Virtual and Augment. Real. In Educ., Art, and Mus.* (p. 385). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1796-3>
- Güler, B., & Cengiz, E. (2025). Science education in virtual museums: Effects on attitudes and motivation towards science courses. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2557607>
- Hansson, P., & Öhman, J. (2022). Museum education and sustainable development: A public pedagogy. *European Educational Research Journal*, 21(3), 469–483. <https://doi.org/10.1177/14749041211056443>
- Hein, G.E. (2007). Museum Education. *A Companion to Museum Studies*, 340–352. DOI: 10.1002/9780470996836.ch20

- Hernández Guzmán, D. H., Muñoz, P. C., & Duarte, N. R. (2024). Augmented Reality for Civic Education within Makerspace Museums. En E. Shakshuki (Ed.), *Procedia Comput. Sci.* (Vol. 231, pp. 184–189). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.191>
- Hooper-Greenhill, E. (2007). Museums and education: Purpose, pedagogy, performance. En *Museums and Educ.: Purp., Pedagog., Perform.* (p. 231). Routledge Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203937525>
- Huebner, E. J. (2022). TikTok and museum education: A visual content analysis. *International Journal of Education Through Art*, 18(2), 209–225. https://doi.org/10.1386/eta_00095_1
- Huebner, E. J. (2023). Museum Education Through Social Media. *Studies in Art Education*, 64(4), 445–466. <https://doi.org/10.1080/00393541.2023.2255083>
- Huebner, E. J. (2026). A critical analysis of immersive environments: A methodology for museum education. *International Journal of Art and Design Education*, 45(1), 60–76. <https://doi.org/10.1111/jade.12613>
- Hutchinson, J. (1888). The Bradshaw lecture on museums in their relation to medical education and the progress of knowledge. *British Medical Journal*, 2(1458), 1257–1265. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.1458.1257>
- Ismaeel, D. A., & Al-Abdullatif, A. M. (2016). The impact of an interactive virtual museum on students' attitudes toward cultural heritage education in the region of Al Hassa, Saudi Arabia. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(4), 32–39. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i04.5300>
- Jun, J. Z., & Bin, W. Z. (2011). Ideas transforming in the public arts education of virtual museum. *ICCSE - Int. Conf. Comput. Sci. Educ., Final Program Proc.*, 649–653. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2011.6028722>
- Kahveci, N. G. (2025). Exploring virtual museums: Pre-service teachers' experiences of virtual museums in gifted and talented education. *Curator*, 68(1), 201–218. <https://doi.org/10.1111/cura.12647>
- Khang, A., Muthmainnah, M., Seraj, P.M.I., Al Yakin, A., Obaid, A.J. (2023). *AI-aided teaching model in education 5.0*. Handbook of Research on AI Based Technologies and Applications in the Era of the Metaverse, 83–104. DOI: 10.4018/978-1-6684-8851-5.ch004
- Kersten, T.P., Tschirschwitz, F., Deggim, S. (2017). Development of a virtual museum including a 4D presentation of building history in virtual reality. *International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences ISPRS Archives*, 42(2W3), 361–367. Doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-361-2017
- Kristinsdóttir, A. (2017). Toward sustainable museum education practices: Confronting challenges and uncertainties. *Museum Management and Curatorship*, 32(5), 424–439. <https://doi.org/10.1080/09647775.2016.1250104>
- Laurits, M., & Virkus, S. (2026). Enhancing museum education and widening inclusion through emerging technologies. *Communications in Computer and Information Science*, 2864, 470–488. https://doi.org/10.1007/978-3-032-17272-3_38
- Lee, J., Lee, H.-K., Jeong, D., Lee, J., Kim, T., & Lee, J. (2021). Developing Museum Education Content: AR Blended Learning. *International Journal of Art and Design Education*, 40(3), 473–491. . <https://doi.org/10.1111/jade.12352>
- Li, Z. (2013). Reinforcing science education using virtual museums in China. *Proc. PICMET: Technol. Manage. IT-Driven Serv.*, 1254–1257.
- Lin, W., & Hu, X. (2025). GenAI-Supported Creative Learning in Digital Museum Education: A Case Study of Maritime Art Painting Creation. *Conf Hum Fact Comput Syst Proc.* <https://doi.org/10.1145/3706599.3719910>
- Llamazares de Prado, J. E., & Arias-Gago, A. R. (2023). Education and ICT in Inclusive Museums Environments. *International Journal of Disability, Development and Education*, 70(2), 186–200. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2020.1856350>
- Löseke, A. (2022). From Transcultural Entanglements to Integrated Learning Experiences? Transcultural Museum Education at Berlin's Museum of Islamic Art. *Journal of Elementary Education*, 15, 115–131. <https://doi.org/10.18690/REI.15.SPEC.ISS.115-131.2022>
- Maipas, S., Konstantinidou, A., Lazaris, A. C., & Kavantzias, N. (2021). Environmental Health Education: From Museum Specimens and Math Word Problems to Virtual and Augmented Reality. *Environmental Health Insights*, 15. <https://doi.org/10.1177/11786302211066355>

- Malyshev, Y. N., & Titova, A. V. (2020). Modern approaches to sectorial education in geology and mining via museum activities and digital technologies. *Gornyi Zhurnal*, 2020(12), 95–100. <https://doi.org/10.17580/gzh.2020.12.22>
- Magni, D., Del Gaudio, G., Papa, A., Della Corte, V. (2024). Digital humanism and artificial intelligence: the role of emotions beyond the human-machine interaction in Society 5.0. *Journal of Management History*, 30(2), 195–218. DOI: 10.1108/JMH-12-2022-0084
- Mayer, M. M. (2005). Bridging the Theory-Practice Divide in Contemporary Art Museum Education. *Art Education*, 58(2), 13–17. <https://doi.org/10.1080/00043125.2005.11651530>
- Menegaki, A. N. (2022). New Technologies in Hotels and Museums: Supply-side Perceptions with Education Implications for Managers and Curators. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(4), 2935–2956. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00849-z>
- Musicco, A. T., & Berardinetti, V. (2025). Empowering Education Through Interactive Social Robots in Museums to Enhance Soft Skills and Meaningful Learning Experiences: A Literature Review. En G. A. Toto (Ed.), *Commun. Comput. Info. Sci.: 2521 CCIS* (pp. 51–62). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-032-03021-4_4
- Nguyen, T. C. (2026). The collaboration of artificial intelligence (AI) and museums: Possible or impossible? *Journal of Community Archaeology and Heritage*. <https://doi.org/10.1080/20518196.2025.2592005>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Papadamou, T., Gavrilakis, C., Tsolakidis, C., & Liarakou, G. (2010). Education for sustainable development through the use of the second life: The case of a virtual museum for sharks. *Commun. Comput. Info. Sci.*, 73 CCIS, 316–323. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13166-0_45
- Piatkowska, K., & Darecka, K. (2026). Restoring the past digitally: A 3D visualization study of the Great Mill in Gdansk. *Design Studies*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2025.101376>
- Poce, A., Amenduni, F., de Medio, C., Valente, M., & Re, M. R. (2019). Adopting augmented reality to engage higher education students in a Museum University collection: The experience at Roma Tre University. *Information (Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/info10120373>
- Purssell, E. (2020). Can the Critical Appraisal Skills Programme check-lists be used alongside Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation to improve transparency and decision-making? *Journal of Advanced Nursing*, 76(4), 1082–1089. <https://doi.org/10.1111/jan.14303>
- Puspasari, S., Ermatita, E., & Zulkardi, Z. (2023). Sensitivity Analysis of the New Model of Museum Education Performance Index with Machine Learning-Based Digital Technology Usage Parameters. *Int. Conf. Informatics, Multimed., Cyber Inf. Syst., ICIMCIS*, 561–565. <https://doi.org/10.1109/ICIMCIS60089.2023.10349041>
- Puspasari, S., Suhandi, N., & Iman, J. N. (2020). Augmented Reality Development for Supporting Cultural Education Role in SMB II Museum during Covid-19 Pandemic. *Int. Conf. Informatics Comput., ICIC*. <https://doi.org/10.1109/ICIC50835.2020.9288619>
- Richter, F., Vater, J., Eger-Passos, D., Böttcher, H., Wotte, T., & Jung, B. (2026). 3D Digitization and Immersive XR Applications for Paleontology Education. *Lect. Notes Comput. Sci.*, 15738 LNCS, 236–255. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97769-5_19
- Rivero, P., Monclús, G., & Rubio-Navarro, A. (2023). Edu-Communication from Museums to Formal Education: Cases around Intangible Cultural Heritage and the Co-Creative Paradigm. *Heritage*, 6(11), 7067–7082. <https://doi.org/10.3390/heritage6110368>
- Rojas Vistorte, A. O., Deroncele-Acosta, A., Martín Ayala, J. L., Barrasa, A., López-Granero, C., & Martí-González, M. (2024). Integrating Artificial Intelligence to Assess Emotions in Learning Environments: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1387089>
- Seale, N. (2023). Education, Entertainment, and Engagement in Museums in the Digital Age. En J. Wallace, J. R. Whitson, B. Bonsignore, J. Frommel, & E. Harpstead (Eds.), *CHI PLAY - Companion*

- Proc. Ann. Symp. Comput.-Human Interact. Play* (pp. 326–329). Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/3573382.3616034>
- Sharma, B., Alhazmi, A., Nasir, N., & Bridget, B. (2026). Innovative Learning in Anatomy Education: Assessing the Impact of Low-Cost 3D Deep Learning Anatomical Models in Museum-Based Instruction. *Journal of Surgical Education*, 83(1). <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2025.103748>
- Short, D. B. (2015). Use of 3D printing by museums: Educational exhibits, artifact education, and artifact restoration. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2(4), 209–215. <https://doi.org/10.1089/3dp.2015.0030>
- Singh, J. (2013). Critical appraisal skills programme. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics*, 4(1), 76–77. <https://doi.org/10.4103/0976-500X.107697>
- Song, G. & Sarmiento, E. (2026). AI Integration in Museums and Educational Experience Enhancement: A Systematic Review with Pingdingshan Museum as a Case Study. *International Journal of Education and Humanities*, 6(1), 225–232. [https://doi.org/10.58557/\(ijeh\).v6i1.422](https://doi.org/10.58557/(ijeh).v6i1.422)
- Sun, S. (2024). Research on the Application of Digital Technology in Museum-Based Aesthetic Education of Children. En A. Marcus, E. Rosenzweig, & M. M. Soares (Eds.), *Lect. Notes Comput. Sci.: 14715 LNCS* (pp. 328–339). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61359-3_23
- Tan, S., Liu, Y., & Wang, L. (2026). Integration of AI content generation-enabled virtual museums into university history education. *Applied System Innovation*, 9(3), 64. <https://doi.org/10.3390/asi9030064>
- Todino, M. D., & Campitiello, L. (2025). Museum Education. *Encyclopedia*, 5(1). <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010003>
- Torre, E. M. (2026). Immersive worlds, situated knowledge: The transformative impact of extended reality on experiential and situated learning in museum education. A systematic literature review. *Learning and Analytics in Intelligent Systems*, 59, 331–346. https://doi.org/10.1007/978-3-032-09058-4_18
- Tran, L. U., Gupta, P., & Bader, D. (2019). Redefining Professional Learning for Museum Education. *Journal of Museum Education*, 44(2), 135–146. <https://doi.org/10.1080/10598650.2019.1586192>
- Trček, D. (2025). Heritage preservation in quantum computing era – reference procedures. *npj Herit. Sci.* 13, 210. <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01782-z>
- Ulusoy, K. (2010). Open education students' perspectives on using virtual museums application in teaching history subjects. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 11(4), 36–46.
- Vasilev, V. N., Kolesnikov, Yu. L., Chufarov, E. V., Shelamova, T. V., & Shcherbakova, I. Yu. (2005). The virtual museum of the University as a means of studying the history of optical instrumentation and optical education. *Journal of Optical Technology (A Translation of Opticheskii Zhurnal)*, 72(3), 287–290. <https://doi.org/10.1364/JOT.72.000287>
- Varutti, M. (2023). The affective turn in museums and the rise of affective curatorship. *Museum Management and Curatorship*, 38(1), 61–75. <https://doi.org/10.1080/09647775.2022.2132993>
- Vinent Cárdenas, M., Gustems, J., Martín-Piñol, C., & Faure-Carvallo, A. (2026). European Music Museums: Interactive Spaces for Musical Education. *Curator*, 69(1), 80–92. <https://doi.org/10.1111/cura.70004>
- Wang, L., & Xie, L. (2026). Multi-screen Interactive Systems Based on Multi-touch Point Recognition Algorithm: Application in Museum Children's Science Education Exhibitions. *Lect. Notes Electr. Eng., 1477 LNEE*, 253–260. https://doi.org/10.1007/978-981-95-1908-8_32
- Wei, Z., Zhong, C., & Gao, Y. (2023). Art therapy practices in museum education: A mini review. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1075427>
- Werthner, H., Prem, E., Lee, E.A., Ghezzi, C. (2021). Perspectives on Digital Humanism. *Perspectives on Digital Humanism*, 1–342. DOI: 10.1007/978-3-030-86144-5
- Yanar, A., Güneröz, C., & Aksan, E. (2026). Participatory museum education through visual, audio and augmented reality: The toy box experience at Ankara Toy Museum. *Humanities and Social Sciences Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-06347-w>

- Yang, K., & Wang, H. (2023). The Application of Interactive Humanoid Robots in the History Education of Museums under Artificial Intelligence. *International Journal of Humanoid Robotics*, 20(6). <https://doi.org/10.1142/S0219843622500165>
- Ying, Z., Yang, Y., Chai, C., Mo, C., & Zhang, Z. (2019). The development and performance evaluation of digital museums towards second classroom of primary and secondary school—Taking Zhejiang Education Technology Digital Museum as an example. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(2), 69–84. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i02.7897>
- Yulifar, L., Gumelar, F. E., Widiaty, I., & Anggraini, D. N. (2024). Enhancing Museum Experiences with Augmented Reality: Digital Content Development At Universitas Pendidikan Indonesia's National Education Museum. *Journal of Engineering Science and Technology*, 19(4), 14–21.
- Zhang, S., & Gao, W. (2024). Influencing Factors of Aesthetic Education Class Co-constructed by School and Museum under Human-Computer Interaction Background. *Int. Conf. Educ. Inf. Technol., ICEIT*, 228–234. <https://doi.org/10.1109/ICEIT61397.2024.10540610>
- Zhang, X., & Hu, J. (2022). A study on the learning experience of visitors of digital museums in STEAM education: From the perspective of visitors' visual evaluation. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.994693>
- Zollinger, R., & DiCindio, C. (2021). Community Ecology: Museum Education and the Digital Divide During and After COVID-19. *Journal of Museum Education*, 46(4), 481–492. <https://doi.org/10.1080/10598650.2021.1983711>