

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE APLICACIONES MÓVILES BASADA EN REALIDAD
AUMENTADA PARA LA ACCESIBILIDAD EN CAMPUS UNIVERSITARIOS:
PERSPECTIVAS DE SU VIABILIDAD EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
(UTM)**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE APLICATIVOS MÓVEIS BASEADOS EM REALIDADE
AUMENTADA PARA ACESSIBILIDADE EM CAMPUS UNIVERSITÁRIOS:
PERSPECTIVAS SOBRE SUA VIABILIDADE NA UNIVERSIDADE TÉCNICA DE
MANABÍ (UTM)**

Autores: ¹Juan Sebastián Moreno Mera, ²Mauricio Alexander Quimiz Moreira.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1469-8697>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5430-0215>

¹E-mail de contacto: Jmoreno3896@utm.edu.ec

²E-mail de contacto: mauricio.quimiz@utm.edu.ec

Afiliación: ¹*2*3*4*Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

Artículo recibido: 24 de Agosto del 2026.

Artículo revisado: 26 de Agosto del 2026.

Artículo aprobado: 26 de Agosto del 2026.

¹Estudiante de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

²Ingeniero en Sistemas Informáticos, graduado de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador). Magíster en Auditoría de Tecnologías de la Información, graduado de la Universidad Espíritu Santo, (Ecuador). Magíster en Estadística, con mención en Estadística Aplicada, de la Universidad Técnica de Manabí. Doctorado en Ingeniería de Sistemas e Informática por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (Perú). Actualmente, docente titular en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador).

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar comparativamente aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada (RA) para la orientación y accesibilidad en campus universitarios, con el propósito de determinar su viabilidad de implementación en la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Se desarrolló un estudio de enfoque cualitativo, descriptivo, documental y comparativo, sustentado en una revisión sistemática de la literatura. Se analizaron 38 estudios científicos publicados entre 2019 y 2025, seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos en bases de datos académicas como IEEE Xplore, SpringerLink y ScienceDirect. Para el análisis se emplearon técnicas de revisión bibliográfica sistemática, análisis documental y matrices comparativas, considerando variables como tecnologías utilizadas, tipo de navegación, accesibilidad, precisión de localización, requerimientos técnicos, ventajas y limitaciones. Los resultados evidenciaron un predominio de tecnologías como ARCore y Unity, así como una tendencia hacia sistemas híbridos que combinan GPS, sensores, visión por computadora y técnicas de

mapeo espacial. Los sistemas basados en SLAM presentaron mayores niveles de precisión, mientras que las soluciones híbridas mostraron un equilibrio favorable entre precisión, funcionalidad y viabilidad tecnológica. Sin embargo, persistieron limitaciones relacionadas con la dependencia de dispositivos de alto rendimiento, consumo energético, conectividad, precisión en interiores y costos de implementación. Se concluye que las aplicaciones móviles de RA constituyen una alternativa viable para mejorar la orientación, accesibilidad y experiencia de los usuarios en campus universitarios, siempre que su implementación en la UTM considere las condiciones de infraestructura, conectividad, recursos tecnológicos y necesidades de accesibilidad de la institución.

Palabras clave: Realidad aumentada, Navegación universitaria, Orientación espacial, Accesibilidad, Aplicaciones móviles, Campus inteligente.

Abstract

This research aimed to comparatively analyze augmented reality (AR) mobile applications for wayfinding and accessibility on university

campuses, with the purpose of determining their feasibility for implementation at the Technical University of Manabí (UTM). A qualitative, descriptive, documentary, and comparative study was conducted, based on a systematic literature review. Thirty-eight scientific studies published between 2019 and 2025 were analyzed, selected using pre-established inclusion and exclusion criteria from academic databases such as IEEE Xplore, SpringerLink, and ScienceDirect. The analysis employed systematic literature review techniques, document analysis, and comparative matrices, considering variables such as technologies used, navigation type, accessibility, location accuracy, technical requirements, advantages, and limitations. The results showed a predominance of technologies such as ARCore and Unity, as well as a trend toward hybrid systems that combine GPS, sensors, computer vision, and spatial mapping techniques. SLAM-based systems exhibited higher levels of accuracy, while hybrid solutions showed a favorable balance between accuracy, functionality, and technological feasibility. However, limitations persisted related to the reliance on high-performance devices, energy consumption, connectivity, indoor accuracy, and implementation costs. It is concluded that AR mobile applications constitute a viable alternative for improving wayfinding, accessibility, and user experience on university campuses, provided that their implementation at UTM considers the institution's infrastructure, connectivity, technological resources, and accessibility needs.

Keywords: Augmented reality, University navigation, Spatial orientation, Accessibility, Mobile applications, Smart campus.

Sumário

Esta pesquisa teve como objetivo analisar comparativamente aplicativos móveis de realidade aumentada (RA) para orientação e acessibilidade em campi universitários, com o propósito de determinar sua viabilidade de implementação na Universidade Técnica de Manabí (UTM). Foi realizado um estudo qualitativo, descritivo, documental e

comparativo, baseado em uma revisão sistemática da literatura. Trinta e oito estudos científicos publicados entre 2019 e 2025 foram analisados, selecionados utilizando critérios de inclusão e exclusão preestabelecidos em bases de dados acadêmicas como IEEE Xplore, SpringerLink e ScienceDirect. A análise empregou técnicas de revisão sistemática da literatura, análise documental e matrizes comparativas, considerando variáveis como tecnologias utilizadas, tipo de navegação, acessibilidade, precisão da localização, requisitos técnicos, vantagens e limitações. Os resultados mostraram uma predominância de tecnologias como ARCore e Unity, bem como uma tendência para sistemas híbridos que combinam GPS, sensores, visão computacional e técnicas de mapeamento espacial. Os sistemas baseados em SLAM apresentaram níveis mais elevados de precisão, enquanto as soluções híbridas demonstraram um equilíbrio favorável entre precisão, funcionalidade e viabilidade tecnológica. No entanto, persistiram limitações relacionadas à dependência de dispositivos de alto desempenho, consumo de energia, conectividade, precisão em ambientes internos e custos de implementação. Conclui-se que os aplicativos móveis de RA constituem uma alternativa viável para melhorar a orientação espacial, a acessibilidade e a experiência do usuário em campi universitários, desde que sua implementação na UTM considere a infraestrutura, a conectividade, os recursos tecnológicos e as necessidades de acessibilidade da instituição.

Palavras-chave: Realidade aumentada, Navegação universitária, Orientação espacial, Acessibilidade, Aplicativos móveis, Campus inteligente.

Introducción

En la última década, la transformación digital en la educación superior ha impulsado el desarrollo de tecnologías emergentes orientadas a mejorar la experiencia académica, administrativa y espacial en los campus universitarios. Entre estas tecnologías, la realidad aumentada (RA) se ha consolidado

como una herramienta innovadora que permite superponer información digital sobre entornos físicos en tiempo real, lo que favorece una interacción del usuario con su entorno más intuitiva y eficiente (Bin et al., 2025). El crecimiento de la realidad aumentada ha sido particularmente significativo en el ámbito educativo, donde su incorporación ha permitido fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la integración de elementos digitales sobre el entorno real.

Esta tecnología se ha utilizado para mejorar la comprensión de contenidos complejos, incrementar la motivación y participación estudiantil, así como facilitar experiencias de aprendizaje más dinámicas, interactivas e inmersivas. La realidad aumentada permite representar objetos, escenarios y situaciones que difícilmente podrían ser observados directamente dentro del aula, favoreciendo una mayor interacción del estudiante con los contenidos y posibilitando la exploración de conceptos desde diferentes perspectivas. En este sentido, su evolución y creciente accesibilidad han contribuido a ampliar las posibilidades de innovación educativa, especialmente en contextos donde se busca incorporar recursos tecnológicos que respondan a las nuevas necesidades de los estudiantes y promuevan un aprendizaje más activo y significativo (Garzón y Acevedo, 2023; Radianti et al., 2024; UNESCO, 2023).

En el contexto universitario, su aplicación ha evolucionado hacia sistemas de navegación inteligente que permiten orientarse en espacios complejos mediante dispositivos móviles. Herramientas como ARCore, ARKit y Unity han permitido desarrollar aplicaciones capaces de integrar modelos tridimensionales, mapas interactivos y sistemas de localización en tiempo real (Lu et al., 2021). En los campus

universitarios, la accesibilidad y la orientación de los usuarios son aspectos clave para garantizar una movilidad eficiente y una experiencia satisfactoria. En este contexto, las aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada representan una alternativa tecnológica con potencial para mejorar la navegación en estos entornos.

Por ello, resulta pertinente analizar comparativamente las soluciones existentes y valorar su viabilidad de implementación en la Universidad Técnica de Manabí. Estudios recientes evidencian que los sistemas de navegación basados en realidad aumentada mejoran significativamente la movilidad de estudiantes y visitantes, reduciendo los tiempos de desplazamiento y los errores de ubicación (Marian et al., 2025). Estas tecnologías han demostrado ser útiles para la creación de sistemas híbridos que integran la navegación interior y exterior sin necesidad de infraestructura adicional, lo que incrementa su aplicabilidad en contextos educativos.

Además, otro apartado fundamental es la implementación de sistemas de navegación en realidad aumentada, que no solo mejora la eficiencia del desplazamiento, sino que también incrementa la accesibilidad y la experiencia del usuario en los campus universitarios. De acuerdo con estudios experimentales, los usuarios que utilizan sistemas de RA presentan mayor precisión en la localización de destinos y menor carga cognitiva en comparación con métodos tradicionales como mapas físicos o señalización estática (Liu et al., 2025). Además, las revisiones sistemáticas de Bin et al. (2025) y de Alcívar et al. (2025) coinciden en que la integración de aplicaciones de realidad aumentada con los sistemas de información del campus favorece el desarrollo de smart campuses. Sin embargo, también destacan

limitaciones asociadas a los costos de implementación, a la precisión de la geolocalización y a la compatibilidad entre dispositivos. A nivel internacional, se han desarrollado múltiples soluciones basadas en realidad aumentada para la navegación en campus universitarios.

Un ejemplo es el sistema basado en ARCore propuesto por Lu et al. (2021) que integra algoritmos de localización visual-inercial para mejorar la precisión de la navegación en interiores y exteriores. Nadeem et al. (2026) desarrollaron un sistema de navegación basado en realidad aumentada sin infraestructura adicional, que integra técnicas de aprendizaje automático, visión por computadora y redes neuronales convolucionales para reconocer la señalética existente del campus y generar rutas en tiempo real. Su propuesta permite el funcionamiento autónomo del sistema sin depender de balizas, marcadores físicos o conexión a internet, demostrando una alta precisión y viabilidad para la navegación en entornos universitarios.

En el contexto latinoamericano, las investigaciones sobre aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada para la orientación en campus universitarios aún son limitadas, aunque muestran resultados favorables. En Colombia, Sandoval y Carvajal desarrollaron una aplicación móvil de realidad aumentada para facilitar la ubicación de aulas en el Campus Porvenir de la Universidad de la Amazonia, demostrando que esta tecnología mejora la localización de espacios académicos y reduce las dificultades de desplazamiento. Posteriormente, Ortiz et al. (2023) diseñaron un sistema de orientación basado en realidad aumentada para la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, el cual proporciona indicaciones visuales mediante la cámara del

dispositivo móvil y favorece la adaptación de estudiantes de nuevo ingreso al entorno universitario. Más recientemente, en Ecuador, Burbano et al. (2025) propusieron una aplicación que integra ARCore y Google Maps para la orientación guiada dentro del campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, lo que permite obtener rutas precisas y reducir la dependencia de la señalética física. Estos antecedentes evidencian que la realidad aumentada constituye una alternativa viable para mejorar la accesibilidad y la navegación en instituciones de educación superior.

Aunque estos antecedentes demuestran el potencial de la realidad aumentada para optimizar la orientación y accesibilidad en instituciones de educación superior, su implementación en América Latina continúa siendo incipiente. En muchas universidades, la localización de aulas, laboratorios, oficinas y otros servicios aún depende de mapas impresos, señalética convencional o asistencia del personal, lo que puede generar dificultades para estudiantes de nuevo ingreso, visitantes y personas con discapacidad. En este contexto, resulta pertinente analizar la viabilidad de aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada que contribuyan al desarrollo de soluciones de navegación más eficientes y adaptadas a las necesidades de cada institución.

En este contexto, la Universidad Técnica de Manabí (UTM), debido a la amplitud de su infraestructura, la diversidad de facultades y el flujo constante de usuarios, enfrenta desafíos importantes relacionados con la orientación espacial y la accesibilidad en el campus. Aunque existen experiencias internacionales y regionales exitosas, aún no se ha realizado un análisis comparativo sistemático que permita determinar qué soluciones de realidad aumentada resultan más adecuadas para su

implementación en este entorno específico. Esta situación genera una brecha de conocimiento, ya que no existe evidencia comparativa suficiente que permita identificar las características técnicas, ventajas, limitaciones y condiciones de implementación de las aplicaciones móviles de realidad aumentada para la navegación en campus universitarios, particularmente en el contexto ecuatoriano.

La presente investigación busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características, ventajas y limitaciones de las aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada para la orientación y accesibilidad en campus universitarios, y cuál es su viabilidad de implementación en la Universidad Técnica de Manabí (UTM)? A partir de esta interrogante, se plantea como hipótesis que las aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada constituyen una alternativa viable para mejorar la orientación y accesibilidad en campus universitarios, siempre que su implementación se adapte a las condiciones tecnológicas, estructurales y organizativas de la UTM. En concordancia con ello, el objetivo general del estudio es analizar comparativamente aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada para la orientación y accesibilidad en campus universitarios, con el propósito de determinar su viabilidad de implementación en la Universidad Técnica de Manabí.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, que permite comprender fenómenos tecnológicos a partir de la interpretación de la literatura científica y del análisis de experiencias previas, sin recurrir a la medición estadística de variables. Este enfoque es adecuado cuando el objetivo es analizar características, significados y patrones en

estudios tecnológicos comparativos, especialmente en revisiones documentales (Snyder, 2019). El estudio es de tipo descriptivo, documental y comparativo. Es descriptivo porque identifica características técnicas y funcionales de las aplicaciones de realidad aumentada; documental porque se basa en el análisis de fuentes científicas secundarias; y comparativo porque contrasta diferentes soluciones tecnológicas para determinar similitudes, diferencias y niveles de viabilidad.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, documental y comparativo, mediante una revisión sistemática de la literatura (Systematic Literature Review, SLR). Es descriptivo porque identifica las características técnicas y funcionales de las aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada; documental porque analiza información proveniente de artículos científicos, actas de congresos y otras publicaciones académicas; y comparativo porque contrasta las funcionalidades, ventajas, limitaciones y requisitos tecnológicos de las diferentes soluciones identificadas para evaluar su viabilidad de implementación en la Universidad Técnica de Manabí.

Para la ejecución de la revisión se siguieron las directrices propuestas por Kitchenham y Charters (2007), las cuales comprenden tres fases principales: planificación de la revisión, donde se definieron el objetivo, las preguntas de investigación, los criterios de inclusión y exclusión y la estrategia de búsqueda; desarrollo de la revisión, que incluyó la búsqueda sistemática en bases de datos científicas, la selección de los estudios relevantes, la evaluación de su calidad metodológica y la extracción de la información; y síntesis y análisis de los resultados, etapa en la que se organizaron los estudios mediante

matrices comparativas para identificar tendencias, características, ventajas, limitaciones y la viabilidad de las aplicaciones de realidad aumentada para la orientación y accesibilidad en campus universitarios. La elección de un enfoque cualitativo documental responde a la naturaleza del objeto de estudio, ya que la evaluación de aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada para la orientación y accesibilidad en campus universitarios requiere analizar, sintetizar y comparar la evidencia disponible en la literatura científica. Este enfoque permite identificar las características, ventajas, limitaciones y tendencias de desarrollo de las soluciones existentes, así como valorar su posible adaptación al contexto de la Universidad Técnica de Manabí. Asimismo, el análisis comparativo de estudios de caso facilita la generación de conclusiones fundamentadas sobre la viabilidad de estas tecnologías en entornos universitarios (Snyder, 2019). El estudio se desarrolla en el ámbito de la educación superior, con énfasis en los campus universitarios que han implementado

tecnologías de realidad aumentada para la orientación y la navegación. El análisis de viabilidad se centra en la Universidad Técnica de Manabí (UTM), una institución con infraestructura compleja, múltiples edificios y alta afluencia de usuarios, lo que genera necesidades de optimización de la orientación espacial. La población documental estuvo conformada por literatura científica sobre realidad aumentada, navegación en interiores, campus inteligentes y sistemas de localización en entornos educativos. A partir de esta población, se seleccionó una muestra intencional de 38 estudios científicos publicados entre 2019 y 2025, cifra coherente con las recomendaciones metodológicas en revisiones sistemáticas, que sugieren un mínimo amplio de fuentes para garantizar la saturación teórica y la validez comparativa (Kitchenham y Charters, 2007). Los estudios fueron obtenidos de bases de datos académicas reconocidas como: IEEE Xplore, SpringerLink y ScienceDirect. Los criterios de inclusión y exclusión tomado en cuenta en el presente estudio se detallan a continuación:

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Estudios publicados entre 2019 y 2025.	Estudios duplicados entre las bases de datos consultadas.
Estudios que aborden aplicaciones de realidad aumentada en contextos universitarios o educativos.	Estudios cuyo contexto de aplicación corresponda exclusivamente a ámbitos comerciales, industriales, turísticos o de entretenimiento.
Investigaciones relacionadas con orientación, navegación, localización, movilidad o exploración de espacios físicos mediante realidad aumentada.	Estudios centrados exclusivamente en realidad virtual, realidad mixta u otras tecnologías sin aplicación directa de realidad aumentada.
Estudios que empleen dispositivos móviles, geolocalización, mapas digitales, señalización virtual o interfaces interactivas.	Investigaciones enfocadas exclusivamente en el desarrollo de hardware o componentes tecnológicos sin aplicación funcional de realidad aumentada.
Artículos científicos, revisiones sistemáticas y tesis con metodología de investigación claramente descrita.	Editoriales, cartas al editor, resúmenes de congresos, blogs, páginas comerciales y documentos de divulgación.
Publicaciones disponibles en español o inglés.	Documentos cuya información no pueda ser comprendida de manera suficiente para su análisis.
Estudios con acceso al texto completo.	Estudios de los que únicamente se disponga del título, resumen o información bibliográfica.
Investigaciones que presenten resultados sobre funcionalidad, usabilidad, interacción, orientación espacial o experiencia del usuario.	Estudios que no presenten resultados relacionados con las variables o aspectos definidos para la revisión.
Estudios disponibles en IEEE Xplore, SpringerLink o ScienceDirect.	Registros que no correspondan al periodo establecido para la revisión.

Fuente: Elaboración propia.

Las técnicas utilizadas en la investigación fueron la revisión bibliográfica sistemática, el

análisis documental, la elaboración de una matriz comparativa y la observación indirecta

del contexto. La revisión bibliográfica sistemática permitió identificar, seleccionar y analizar de manera estructurada los estudios relacionados con la realidad aumentada; el análisis documental facilitó la interpretación de la información científica disponible sobre estas tecnologías; la matriz comparativa permitió organizar y contrastar las variables técnicas y funcionales de los estudios seleccionados; y la observación indirecta del contexto permitió analizar las características de la infraestructura de la Universidad Técnica de Manabí mediante información institucional disponible (Snyder, 2019).

El procedimiento de investigación se desarrolló mediante una secuencia organizada de actividades que inició con la búsqueda de literatura científica en las bases de datos académicas seleccionadas. Posteriormente, se realizó la selección de 38 estudios de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los estudios seleccionados fueron clasificados según sus aplicaciones de realidad aumentada orientadas a la navegación y orientación en campus universitarios. A continuación, se efectuó el análisis de variables técnicas y funcionales relacionadas con la tecnología utilizada, precisión, accesibilidad, experiencia del usuario y requerimientos técnicos.

La información obtenida fue organizada en una matriz comparativa que permitió identificar similitudes, diferencias, ventajas y limitaciones entre las soluciones analizadas. Se realizó la evaluación de la viabilidad de implementación de este tipo de soluciones en la Universidad Técnica de Manabí, seguida de la interpretación de los resultados y la elaboración del informe científico. El análisis de los datos se realizó mediante un enfoque cualitativo comparativo, utilizando matrices analíticas para organizar y

sintetizar la información obtenida de los estudios seleccionados. Para el análisis se consideraron variables como las tecnologías empleadas, entre ellas ARCore, ARKit, Unity y Vuforia; el tipo de navegación, diferenciando entre entornos interiores y exteriores; la precisión de localización; la accesibilidad; los requerimientos técnicos; así como las ventajas y limitaciones identificadas en cada solución. La comparación de estas variables permitió reconocer patrones tecnológicos, limitaciones recurrentes y tendencias relacionadas con la implementación de sistemas de realidad aumentada en entornos universitarios. En cuanto a las consideraciones éticas, la investigación se fundamentó exclusivamente en fuentes secundarias de carácter académico, por lo que no implicó intervención directa con seres humanos ni recopilación de datos personales. Durante el desarrollo del estudio se respetaron los principios de integridad científica, mediante la correcta citación de las fuentes consultadas, el reconocimiento de la autoría de la información utilizada y el uso responsable de la evidencia científica recopilada.

Resultados y Discusión

El análisis documental realizado a partir de 38 estudios científicos publicados entre 2019 y 2025 permitió identificar patrones tecnológicos, funcionales y metodológicos en la implementación de aplicaciones móviles de realidad aumentada (RA) aplicadas a la orientación y accesibilidad en campus universitarios. Los resultados se organizaron en función de cinco dimensiones principales: (1) tecnologías utilizadas, (2) tipo de navegación, (3) nivel de accesibilidad, (4) precisión de localización, y (5) principales limitaciones reportadas. Los resultados evidencian una evolución progresiva hacia sistemas más integrados, que combinan geolocalización, visión por computadora y motores de desarrollo

multiplataforma. Se observa una fuerte orientación hacia la optimización de la experiencia del usuario en entornos educativos complejos, especialmente en universidades con infraestructura extensa. Entre los hallazgos más relevantes se identificó que las tecnologías empleadas no son homogéneas, sino que dependen del tipo de navegación, el nivel de precisión requerido y los recursos disponibles para el desarrollo. Esto permitió clasificar los sistemas analizados según las herramientas tecnológicas predominantes utilizadas en su implementación. Con relación a las tecnologías

predominantes en aplicaciones de realidad aumentada, los estudios revisados muestran que las soluciones de realidad aumentada en campus universitarios se apoyan principalmente en frameworks de desarrollo móvil y motores gráficos especializados. Estas herramientas permiten la integración de entornos tridimensionales, reconocimiento espacial y superposición de información digital en tiempo real. Además, se evidencia una tendencia hacia el uso de plataformas que facilitan el desarrollo multiplataforma y la escalabilidad de las aplicaciones.

Tabla 2. *Tecnologías utilizadas en aplicaciones de realidad aumentada analizadas.*

Tecnología	Frecuencia de uso	Funcionalidad principal	Nivel de adopción
ARCore (Google)	14 estudios	Navegación AR en Android con seguimiento espacial	Alta
ARKit (Apple)	8 estudios	Navegación en iOS con mapeo 3D preciso	Media
Unity 3D	10 estudios	Desarrollo de entornos interactivos y simulaciones	Alta
Vuforia	6 estudios	Reconocimiento de imágenes y objetos	Media
Otros (IndoorAtlas, GPS híbrido)	4 estudios	Localización en interiores	Baja

Fuente: Elaboración propia.

Posterior al análisis de la tabla, se evidencia que ARCore y Unity predominan en el desarrollo de aplicaciones de navegación en campus universitarios, debido a su alta compatibilidad con dispositivos móviles y facilidad de integración con sistemas de mapeo espacial. Se observa que las soluciones más avanzadas combinan múltiples tecnologías para mejorar la precisión y la experiencia del usuario, especialmente en entornos interiores complejos. En relación con los sistemas de navegación, los estudios analizados evidencian dos enfoques principales: la navegación exterior basada en

GPS y la navegación interior basada en sensores, visión computacional y algoritmos SLAM. En los sistemas más recientes se identifica una tendencia hacia modelos híbridos, los cuales integran ambas modalidades para garantizar continuidad en la orientación del usuario dentro y fuera de los edificios universitarios. Este enfoque híbrido ha demostrado ser más eficiente en entornos académicos de gran escala, ya que reduce los problemas de pérdida de señal y mejora la transición entre espacios abiertos y cerrados.

Tabla 3. *Tipo de navegación en sistemas de RA*

Tipo de navegación	Estudios	Características	Ventajas
Exterior (GPS)	12	Uso de geolocalización satelital	Alta cobertura
Interior (SLAM / sensores)	18	Navegación dentro de edificios	Alta precisión local
Híbrido	8	Combinación interior + exterior	Mayor continuidad

Fuente: Elaboración propia.

Tras el análisis de los datos, se observa que el modelo híbrido presenta mayores ventajas funcionales, especialmente en campus

universitarios con múltiples edificios y zonas abiertas. Además, este tipo de sistema permite una experiencia de usuario más fluida y reduce

errores de localización, lo que lo convierte en la opción más viable para entornos como la UTM. Los resultados relacionados con la accesibilidad muestran que no todos los sistemas de realidad aumentada incorporan criterios de diseño universal. Sin embargo, en los estudios más recientes se evidencia una mayor preocupación por la inclusión de interfaces adaptativas, navegación guiada y

elementos visuales simplificados. Esto es especialmente relevante para usuarios con poca experiencia tecnológica o necesidades de apoyo en movilidad. Se observa que la accesibilidad mejora significativamente cuando las aplicaciones integran instrucciones visuales claras, retroalimentación en tiempo real y reducción de carga cognitiva en el usuario.

Tabla 4. Impacto en accesibilidad.

Nivel de accesibilidad	Estudios	Características
Alto	16	Interfaces adaptativas, navegación guiada
Medio	14	Asistencia visual básica
Bajo	8	Limitaciones en diseño inclusivo

Fuente: Elaboración propia.

Los datos evidencian que aún existe una brecha importante en el diseño inclusivo de estas tecnologías. Aunque una parte significativa de los estudios incorpora mejoras en accesibilidad, todavía persisten limitaciones en la adaptación para personas con discapacidad o usuarios con baja alfabetización digital. Uno de los aspectos críticos identificados en los estudios analizados es la precisión de los sistemas de localización. Esta variable determina la efectividad de la navegación en tiempo real y depende directamente de la tecnología utilizada. Los sistemas más avanzados combinan sensores inerciales, visión por computadora y algoritmos de mapeo espacial, lo que permite una mayor exactitud en interiores. En contraste, los sistemas basados únicamente en GPS presentan limitaciones importantes dentro de edificios o estructuras cerradas, lo que afecta la experiencia del usuario.

Tabla 5. Precisión de localización en sistemas analizados.

Nivel de precisión	Estudios	Tecnología asociada
Alta (≤ 1 m)	11	SLAM, ARKit avanzado
Media (1–3 m)	17	ARCore + GPS híbrido
Baja (> 3 m)	10	GPS convencional

Fuente: Elaboración propia.

Después del análisis, se determina que los sistemas basados en SLAM ofrecen la mayor precisión, aunque requieren mayor capacidad de procesamiento. Por otro lado, los sistemas híbridos representan un equilibrio entre precisión y accesibilidad tecnológica, lo que los hace más viables para implementación en instituciones educativas. El análisis comparativo de los 38 estudios también permitió identificar limitaciones recurrentes en la implementación de sistemas de realidad aumentada en campus universitarios. Estas limitaciones están relacionadas principalmente con aspectos técnicos, económicos y de infraestructura tecnológica. Entre las más relevantes se encuentran la dependencia de dispositivos de alto rendimiento, el consumo energético elevado y los problemas de conectividad en tiempo real, especialmente en entornos interiores complejos.

Tabla 6. Principales limitaciones detectadas.

Limitación	Frecuencia	Impacto
Alta dependencia de hardware	30 estudios	Alto
Consumo energético elevado	24 estudios	Medio
Problemas de conectividad	26 estudios	Alto
Precisión limitada en interiores	22 estudios	Alto
Costos de implementación	18 estudios	Medio

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la tabla 6 indican que, aunque la tecnología es funcional y en constante evolución, aún existen barreras importantes para su implementación masiva. Estas limitaciones deben ser consideradas especialmente en contextos como el ecuatoriano, donde los recursos tecnológicos pueden ser más restringidos.

Los resultados evidencian que la realidad aumentada aplicada a la navegación en campus universitarios se encuentra en una etapa de madurez intermedia, con avances significativos en tecnología, pero aún con limitaciones en accesibilidad y precisión. Las soluciones híbridas basadas en ARCore, SLAM y motores gráficos como Unity representan las alternativas más prometedoras. Se identifica que la adopción de estas tecnologías puede mejorar significativamente la orientación espacial en universidades, siempre que se adapten a las condiciones tecnológicas e infraestructurales de cada institución.

La investigación muestra que la realidad aumentada se está consolidando progresivamente como una herramienta estratégica para mejorar la orientación y la accesibilidad en los campus universitarios. El análisis comparativo de los 38 estudios seleccionados permitió identificar una tendencia creciente hacia el desarrollo de ecosistemas inteligentes que integran geolocalización, modelado tridimensional y navegación en tiempo real. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Bin Nordin et al. (2025), quienes sostienen que la realidad aumentada constituye un componente fundamental en la construcción de los denominados smart campuses, ya que mejora la experiencia de los usuarios y optimiza la gestión de los espacios universitarios. No obstante, los autores señalan que su adopción institucional

sigue siendo limitada debido a las barreras tecnológicas y financieras existentes. Uno de los principales hallazgos de esta investigación fue la predominancia de tecnologías como ARCore y Unity en el desarrollo de aplicaciones de navegación universitaria. Este resultado es consistente con los planteamientos de Lu et al. (2021), quienes demostraron que la combinación de plataformas móviles con sistemas de posicionamiento visual mejora la continuidad de la navegación entre espacios interiores y exteriores. Sin embargo, a diferencia de los resultados de la presente investigación, dicho estudio se centró en la eficiencia tecnológica del sistema y no profundizó en la accesibilidad e inclusión de los usuarios, variables que actualmente son prioritarias en la transformación digital universitaria.

Los resultados mostraron que los sistemas híbridos de navegación presentan mayores ventajas operativas que los que dependen exclusivamente del GPS. Esta situación puede explicarse porque las señales satelitales suelen perder precisión en edificios universitarios con múltiples estructuras y obstáculos físicos. En este sentido, Ramírez et al. (2025) proponen sistemas de navegación sin infraestructura adicional que incorporan aprendizaje automático y navegación sin marcadores (markerless AR), lo que permite reducir la dependencia de las redes inalámbricas y mejorar la adaptabilidad en entornos complejos.

Estos avances representan una alternativa prometedora para instituciones con recursos limitados, ya que reducen los costos de la instalación de hardware complementario. Otro aspecto relevante identificado en esta investigación es la accesibilidad. Aunque una proporción considerable de los estudios analizados incorpora herramientas de asistencia

visual y rutas guiadas, aún persisten limitaciones importantes en la inclusión de personas con discapacidad y usuarios con baja alfabetización digital. Estos resultados son concordantes con lo expuesto por Pinargote et al. (2024) quienes afirman que la implementación de tecnologías inmersivas en la educación superior enfrenta desafíos relacionados con el diseño universal, la accesibilidad tecnológica y la adaptación a las diversas necesidades de los usuarios. Los autores sostienen que la innovación tecnológica no debe centrarse únicamente en la funcionalidad del sistema, sino también en garantizar la participación equitativa de toda la comunidad universitaria. Por otra parte, la investigación evidenció que las limitaciones técnicas continúan siendo uno de los principales obstáculos para la implementación masiva de estas soluciones.

La dependencia de dispositivos de alto rendimiento, el elevado consumo energético y la necesidad de conectividad estable fueron aspectos recurrentes en la mayoría de los estudios analizados. Estas limitaciones coinciden con la revisión sistemática desarrollada por Bin et al. (2025), quienes identificaron que, a pesar de los beneficios operativos de la realidad aumentada, los costos de infraestructura, la privacidad de los datos y el mantenimiento tecnológico representan factores críticos que condicionan su sostenibilidad a largo plazo. De igual manera, los hallazgos permiten inferir que la implementación de la realidad aumentada debe abordarse desde una perspectiva integral y no únicamente tecnológica. La evidencia científica reciente indica que el éxito de estas herramientas depende de la articulación entre infraestructura digital, capacitación institucional y actualización permanente de los sistemas. Una revisión sistemática sobre la

aplicación de la realidad aumentada en educación superior concluyó que, aunque esta tecnología incrementa la motivación, la interacción y la comprensión de los usuarios, aún existe una escasez de estudios longitudinales que permitan evaluar sus efectos a largo plazo y establecer estándares de implementación universales (Gonza, 2023).

Los resultados obtenidos permiten establecer que la Universidad Técnica de Manabí posee características institucionales que podrían favorecer la adopción futura de sistemas de navegación basados en realidad aumentada. No obstante, antes de una implementación definitiva, resulta indispensable fortalecer la infraestructura digital, desarrollar mapas tridimensionales del campus y garantizar una conectividad estable en todas las áreas universitarias. La incorporación gradual de estas tecnologías podría contribuir de manera significativa a mejorar la orientación espacial, la accesibilidad y la experiencia universitaria, alineándose con las tendencias internacionales de transformación digital en la educación superior.

Conclusiones

El análisis comparativo de las aplicaciones móviles de realidad aumentada para la orientación y la accesibilidad en campus universitarios permitió identificar que esta tecnología se ha consolidado como una alternativa innovadora y funcional para optimizar la movilidad y la experiencia de los usuarios en entornos académicos. La revisión documental de 38 estudios científicos evidenció que las soluciones más eficientes integran herramientas como ARCore, ARKit, Unity y sistemas híbridos de navegación que combinan geolocalización, visión por computadora y mapeo espacial en tiempo real. Asimismo, se determinó que la incorporación de estas

tecnologías no solo facilita la localización de edificios, aulas y dependencias institucionales, sino que también favorece la accesibilidad, la autonomía y la inclusión de estudiantes, docentes, visitantes y personas con necesidades específicas de orientación.

Los resultados obtenidos también permitieron establecer que la evolución de la realidad aumentada en el ámbito universitario está estrechamente vinculada al desarrollo de los campus inteligentes, debido a su capacidad para integrar servicios digitales centrados en el usuario y fortalecer los procesos de transformación digital institucional. En este sentido, la evidencia científica analizada demuestra que las aplicaciones móviles basadas en realidad aumentada pueden convertirse en herramientas estratégicas para mejorar la interacción entre la comunidad universitaria y los espacios físicos, reduciendo tiempos de desplazamiento y facilitando el acceso a la información en tiempo real.

No obstante, la investigación permitió reconocer que la implementación de estas soluciones aún enfrenta desafíos importantes relacionados con la precisión de la navegación en interiores, la dependencia de dispositivos con capacidades técnicas adecuadas, la estabilidad de la conectividad y los costos asociados a su mantenimiento y actualización. Estas limitaciones evidencian la necesidad de desarrollar estrategias institucionales que permitan garantizar la sostenibilidad tecnológica de los proyectos, así como la actualización permanente de las plataformas digitales utilizadas para su funcionamiento. En el caso particular de la Universidad Técnica de Manabí, se concluye que existen condiciones favorables para una futura adopción de sistemas de realidad aumentada, debido a las características de su infraestructura, la

distribución de sus espacios académicos y la necesidad de fortalecer los procesos de innovación tecnológica. Sin embargo, su implementación deberá desarrollarse de manera progresiva y sustentarse en una planificación estratégica que contemple la digitalización integral del campus, el diseño de mapas tridimensionales, la evaluación de la infraestructura tecnológica disponible y la capacitación de la comunidad universitaria para garantizar una adecuada aceptación y uso de la herramienta.

Los hallazgos obtenidos aportan evidencia científica que puede servir como base para la toma de decisiones institucionales orientadas a la modernización de los servicios universitarios y al fortalecimiento de modelos de gestión alineados con los principios de los campus inteligentes. Asimismo, esta investigación abre nuevas líneas de estudio relacionadas con el desarrollo de sistemas de realidad aumentada más inclusivos, sostenibles y adaptables a las necesidades de las instituciones de educación superior de América Latina. Futuras investigaciones podrían incorporar estudios experimentales con usuarios reales de la Universidad Técnica de Manabí para evaluar indicadores específicos de usabilidad, accesibilidad, satisfacción y eficiencia en la navegación dentro del campus universitario.

Referencias Bibliográficas

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Ateş, H., & Garzón, J. (2023). An integrated model for examining teachers' intentions to use augmented reality in science courses. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1299–1321.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11239-6>

- Bin, M., Binti, N., Binti, A., & Bin, M. (2025). Augmented reality in campus indoor navigation: Current trends, challenges and future prospects. *Jurnal Al-Sirat*, 25(2), 24–32.
<https://doi.org/10.64398/alsirat.v25i2.443>
- Burbano, L., Pozo, S., & Gamboa, D. (2025). Aplicación móvil utilizando realidad aumentada para la orientación guiada de la comunidad universitaria. *GEEKS DECC-REPORTS*, 8(2).
<https://doi.org/10.24133/nc035497>
- Creed, C., Al-Kalbani, M., Theil, A., Sarcar, S., & Williams, I. (2024). Inclusive AR/VR: Accessibility barriers for immersive technologies. *Universal Access in the Information Society*, 23(1), 59–73.
<https://doi.org/10.1007/s10209-023-00969-0>
- Gil, S., Singh, U., Gutiérrez, J., & Marks, S. (2024). Pedagogical design in education using augmented reality: A systematic review. *Interactive Learning Environments*, 32(8), 4219–4236.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2195445>
- Gonza, A. (2024). Transforming higher education with augmented reality: A systematic review of benefits for students. *LACCEI*, 2(11).
<https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.656>
- Graser, S., & Böhm, S. (2022). A systematic literature review on technology acceptance research on augmented reality in the field of training and education. In *CENTRIC 2022: The Fifteenth International Conference on Advances in Human-Oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services* (pp. 20–28). IARIA.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.13946>
- Graser, S., Kirschenlohr, F., & Böhm, S. (2024). User experience evaluation of augmented reality: A systematic literature review. *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.12777>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering (EBSE Technical Report EBSE-2007-01). Keele University & Durham University.
<https://ebse.webspace.durham.ac.uk/ebse-bibliography/guidelines-for-performing-systematic-literature-reviews-in-software-engineering/>
- Li, G., Luo, H., Chen, D., Wang, P., Yin, X., & Zhang, J. (2025). Augmented reality in higher education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2023. *Education Sciences*, 15(6), 678.
<https://doi.org/10.3390/educsci15060678>
- Liu, K., Aebbersold, M. L., Lindquist, M., & Gao, H. (2026). Augmented reality indoor wayfinding in hospital environments: An empirical study on navigation efficiency, user experience, and cognitive load. *arXiv*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2601.00001>
- Lu, F., Zhou, H., Guo, L., Chen, J., & Pei, L. (2021). An ARCore-based augmented reality campus navigation system. *Applied Sciences*, 11(16), 7515.
<https://doi.org/10.3390/app11167515>
- Marian, T., & Bejinaru, R. (2023). Embracing diversity: Augmented reality application for inclusive university campus navigation. In *Strategica 2023: Managing business transformations during uncertain times* (pp. 579–591).
<https://doi.org/10.25019/STR/2023.043>
- Marian, T., Pascu, P., & Turcu, C. (2025). Cross-context evaluation of an indoor–outdoor AR navigation system in a university campus environment. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 16(7).
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160703>
- Marian, T., Turcu, C., & Pascu, P. (2025). Evaluating user acceptance and usability of AR-based indoor navigation in a university setting: An empirical study. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 16(4), 49–56.
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2025.0160406>
- Mohammadhossein, N., Richter, A., & Lukosch, S. (2024). Augmented reality in learning settings: A systematic analysis of its benefits and avenues for future studies.

- Communications of the Association for Information Systems, 54, 29–49.
<https://doi.org/10.17705/1CAIS.05402>
- Nadeem, M., Oroszlanyova, M., Awad, P., Ozkan, H., & Beryozkina, S. (2026). AUMOR: Augmented-reality-based mobile application for university orientation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 10(6), 61.
<https://doi.org/10.3390/mti10060061>
- Ortiz, E., Benavides, D., Amador, S., Márceles, K., & Camacho, M. (2023). Sistema de realidad aumentada para la ubicación de espacios y tiempos en universidades. *Revista Facultad de Ingeniería*, 32(64), e15538.
<https://doi.org/10.19053/01211129.v32.n64.2023.15538>
- Pinargote, M., Solórzano, C., Lozano, M., & Jiménez, F. (2024). Accesibilidad de la realidad virtual aumentada en la educación universitaria: Estrategias, desafíos y beneficios. *Revista Scientific*, 9(33), 252–275.
<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.33.12.252-275>
- Qiu, Z., Mostafavi, A., & Kalantari, S. (2025). Use of augmented reality in human wayfinding: A systematic review. *Virtual Reality*, 29, 154.
<https://doi.org/10.1007/s10055-025-01226-w>
- Ramírez, E., Benavides, C., Avilés, C., Zúñiga, A., & Serrano, J. (2025). Markerless AR navigation for smart campuses: Lightweight machine learning for infrastructure-free wayfinding. *Electronics*, 14(24), 4834.
<https://doi.org/10.3390/electronics14244834>
- Sakr, A., & Abdullah, T. (2024). Virtual, augmented reality and learning analytics impact on learners, and educators: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 29, 19913–19962.
<https://doi.org/10.1007/s10639-024-12602-5>
- Sandoval, C. A., & Carvajal, L. (2016). Aplicación móvil de realidad aumentada para la ubicación de las aulas de clase en el Campus Porvenir de la Universidad de la Amazonia. *Revista Científica*, 26, 84–94.
<https://doi.org/10.14483/23448350.11095>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sümer, M., & Vaněček, D. (2025). A systematic review of virtual and augmented realities in higher education: Trends and issues. *Innovations in Education and Teaching International*, 62(3), 811–822.
<https://doi.org/10.1080/14703297.2024.2382854>
- Upadhyay, B., Brady, C., Madathil, K., Bertrand, J., McNeese, N., & Gramopadhye, A. (2024). Collaborative augmented reality in higher education: A systematic review of effectiveness, outcomes, and challenges. *Applied Ergonomics*, 121, 104360.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104360>
- Yeguas, E., Alcalde, J., Aparicio, P., Taborri, J., Zingoni, A., & Pinzi, S. (2022). Determining the difficulties of students with dyslexia via virtual reality and artificial intelligence: An exploratory analysis. In *2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRINE)* (pp. 585–590). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/MetroXRINE5482.2022.9967589>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Juan Sebastián Moreno Mera, Mauricio Alexander Quimiz Moreira.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT)

Juan Sebastián Moreno Mera: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.
Mauricio Alexander Quimiz Moreira: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

