REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA DE PROYECTOS DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN

FABIAN ANDRES MUÑOZ CAMAYO

JEAN CARLOS SANTANDER PALECHOR

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

POPAYÁN-CAUCA

2023

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA DE PROYECTOS DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN

MONOGRAFÍA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

AUTORES

FABIAN ANDRES MUÑOZ CAMAYO

JEAN CARLOS SANTANDER PALECHOR

DIRECTOR

MG. FRANCISCO JAVIER OBANDO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

POPAYÁN-CAUCA

2023

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPÍTULO I. PRELIMINARES 7

1.1. Introducción 7

1.2. Planteamiento del Problema 10

1.2.1. Formulación del Problema 10

1.2.2. Pregunta Problema 12

1.3. Objetivos 13

1.3.1. Objetivo General 13

1.3.2. Objetivos Específicos 13

1.4. Justificación 14

1.5. Antecedentes 15

1.5.1. Antecedentes Internacionales 15

1.5.2. Antecedentes Nacionales 19

1.5.3. Antecedentes Locales 23

1.6. Marco teórico 26

1.6.1. Introducción a la Realidad Aumentada 26

1.6.2. La Revisión Sistemática de la Literatura como Modelo de Análisis Documental . 27

1.6.3. El Método de RSL de Kitchenham 29

1.6.4. Modelo de Revisión Sistemática de la Información de Levy y Ellis. 30

1.6.5. Método de Revisión Sistemática de la Literatura de Biolchini (2007) 31

1.6.6. Uso de la Realidad Aumentada en la Educación 31

1.6.7. Conceptos Claves en la Realidad Aumentada 32

1.7 Conclusión 37

2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 38

2.1. Metodología 38

2.2 Exclusión de Otros Métodos 41

2.3 Alcance y Limitaciones 42

2.4 Conclusión 44

3. CAPITULO III REVISIÓN SISTEMÁTICA 45

3.1. Aplicación de la Revisión Sistemática. 45

3.1.1 Definición de las preguntas de investigación 46

3.1.2 Selección de las bibliotecas digitales 46

3.1.3 Conducir la cadena de búsqueda CB 47

3.1.4 Proceso de revisión sistemática 52

3.1.5 Criterios de inclusión y exclusión. 53

3.1.6 Evaluación de calidad de los documentos 54

3.2 Ejecución de la búsqueda CB. 55

3.2.1 Búsqueda en inglés. 55

3.2.2 Búsqueda en español. 58

3.2.3 Resultados de la búsqueda. 60

3.3 Análisis de Resultados de la Revisión Sistemática de la Literatura..... 67

3.3.1 Distribución de tiempo de los estudios primarios. 67

3.3.2 Distribución geográfica de los estudios primarios. 68

3.4 Conclusión..... 69

4. CAPITULO IV RESULTADOS OBTENIDOS 70

4.1 Estudio del estado del arte de los proyectos de realidad aumentada realizados para la educación P1 70

4.1.1 Síntesis de artículos..... 70

4.1.2 Hallazgos..... 71

4.1.3 Conclusión 86

4.2 Metodologías e implementaciones que se utiliza en la realidad aumentada para la educación P2 87

4.2.1 Síntesis de artículos..... 87

4.2.2 Hallazgos..... 90

4.2.3 Conclusión 113

4.3 Herramientas tecnológicas más comunes en los proyectos de realidad aumentada en la educación P3 114

4.3.1 Síntesis de artículos..... 114

4.3.2 Hallazgos..... 115

4.3.3 Conclusión 125

4.4 Discusión. 126

4.5 Conclusión 131

5 CAPITULO V RECOMENDACIONES 132

5.1 Recomendaciones para proyecto futuros para la educación 132

5.2 Propuesta Marco de Procesos. 137

5.2.1 Objetivo 137

5.2.2 Descripción 137

5.2.3 Fases 139

5.3 Conclusión 152

6 CONCLUSIONES 153

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 156

Índice de Tablas

Tabla 1 Preguntas de investigación RSL 46

Tabla 2 Selección de bibliotecas digitales 47

Tabla 3 Palabras claves de la búsqueda (español) 48

Tabla 4 Palabras clave de la búsqueda (inglés) 48

Tabla 5 Aplicación de criterios de inclusión..... 53

Tabla 6 Aplicación de criterios de exclusión..... 53

Tabla 7 Aspectos y criterios de calidad de evaluación 54

Tabla 8 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P1 (Ingles)..... 55

Tabla 9 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P2 (Ingles)..... 56

Tabla 10 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P3 (Ingles)..... 57

Tabla 11 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P1 (Español).... 58

Tabla 12 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P2 (Español).... 59

Tabla 13 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P3 (Español).... 60

Tabla 14 Resultados de la búsqueda en inglés..... 61

Tabla 15 Resultados de la búsqueda en español 62

Tabla 16 Total artículos 63

Tabla 17 Compendio de artículos primarios producto de la búsqueda. 64

Tabla 18 Compendio Artículos P1..... 70

Tabla 19 Compendio Artículos P2..... 87

Tabla 20 Compendio Artículos P3..... 114

índice de Figuras

Figura 1 RSL modelo Kitchenham 29

Figura 2 Método Ellis y Levy RSL 30

Figura 3 RSL metodología Biolchini 31

Figura 4 Diseño metodológico Kitchenham 38

Figura 5 Cadena de Búsqueda P1 (Español) 49

Figura 6 Cadena de Búsqueda P2 (Español) 49

Figura 7 Cadena de Búsqueda P3 (Español) 50

Figura 8 Cadena de Búsqueda P1 (Ingles) 50

Figura 9 Cadena de Búsqueda P2 (Ingles) 51

Figura 10 Cadena de Búgsqueda P3 (Ingles) 51

Figura 11 Proceso de revisión sistemática 52

Figura 12 Estructura del compendio de información 63

Figura 13 Distribución de los estudios en años 67

Figura 14 Conteo de publicaciones por país 68

Figura 15 Metodología RA (Camba & Contero, 2015) 110

Figura 16 Modelo de la aplicación (Narman et al., 2020) 111

Figura 17 Propuesta Marco de Procesos 138

Figura 18 Fase 1: Contexto de la Realidad Aumentada 139

Figura 19 Fase 2: Diseño y Desarrollo 142

Figura 20 Fase 3: Implementación 149

Figura 21 Fase 4: Evaluación 151

GLOSARIO

API: Interfaz de programación de aplicaciones.

ARLE: Experiencias de Aprendizaje con Realidad Aumentada.

CDDU: Competencias Digitales Docentes.

CAD: Diseño asistido por computadora.

Display: Es un dispositivo electrónico que visualiza información.

Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL): Apoya a todos los niños, incluidos los bebés y niños pequeños con discapacidades, para ayudarlos a participar más plenamente en el aprendizaje.

Escala Likert: Método de medición utilizado para evaluar la opinión y actitudes de las personas.

Gamificación: es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados.

Metaverse: Entorno multiusuario que fusiona la realidad física con la virtualidad digital.

Mobile D: Metodología ágil, exclusivamente para el desarrollo de aplicaciones móviles.

M-learning: es un tipo de aprendizaje que utiliza cualquier dispositivo móvil —smartphone, PDA, tablet, PocketPC, etc.— que tenga conectividad inalámbrica como herramienta para la enseñanza y adapta a él la metodología.

Objeto 3D: Resultado de un modelo tridimensional, tienen tres dimensiones: ancho, altura y profundidad.

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses en español Elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis.

ProRa: Nombre de procedimiento de realidad aumentada dado por autor.

RSL: Revisión sistemática de literatura.

TIC: Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

U-learning: Modelo educativo que consiste en aprender en cualquier momento y lugar, con cualquier dispositivo y en cualquier contexto.

Unity: Motor de desarrollo o motor de juegos.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo principal llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre la Realidad Aumentada (RA), con un enfoque particular en su aplicación en el ámbito educativo y en la generación de proyectos para la enseñanza, en este contexto, la RA se presenta como una tecnología en crecimiento, sin embargo, en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca no se dispone de un marco de procesos con lo necesario para la implementación de proyectos de RA. Por lo tanto, esta monografía se propone llenar este vacío a través de la revisión documental y literaria.

La metodología que guiará este proyecto se basará en el modelo de Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) desarrollado por Barbara Kitchenham y sus colaboradores, la cual se desarrollará mediante una búsqueda estructurada de información relevante en diversas fuentes, seguida de un proceso de análisis y síntesis de los hallazgos. En este contexto, se aplicarán criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los documentos pertinentes y se llevará a cabo una evaluación crítica de la calidad de la literatura revisada. Al igual que, se explorará la evolución de la RA, la identificación de metodologías e implementaciones utilizadas en proyectos de RA en los diferentes planteles educativos, se identificaron un total de 6736 artículos. De estos, se determinó que 308 eran relevantes, se aplicaron criterios de exclusión y otras reglas definidas en la metodología. Como resultado de este proceso, se seleccionaron 30 de ellos como estudios primarios, a partir de estos se propone un marco de procesos para la formulación y desarrollo de futuros proyectos de RA en el programa de Ingeniería Informática en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Revisión Sistemática, Educación

ABSTRACT

The main objective of this project is to carry out a systematic review of the literature on Augmented Reality (AR), with a particular focus on its application in the educational field and in the generation of projects for teaching, in this context, AR is presented as a growing technology, however, at the Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca there is no process framework with what is necessary for the implementation of AR projects. Therefore, this monograph aims to fill this gap through documentary and literature review.

The methodology that will guide this project will be based on the Systematic Literature Review (SLR) model developed by Barbara Kitchenham and her collaborators, which will be developed through a structured search for relevant information in various sources, followed by a process of analysis and synthesis of the findings. In this context, inclusion and exclusion criteria will be applied to select relevant documents and a critical evaluation of the quality of the literature reviewed will be carried out. As well as, the evolution of AR, the identification of methodologies and implementations used in AR projects in different educational campuses will be explored, a total of 6736 articles were identified. Of these, 308 were determined to be relevant, and exclusion criteria and other rules defined in the methodology were applied. As a result of this process, 30 of them were selected as primary studies, from which a process framework is proposed for the formulation and development of future AR projects in the Computer Engineering program at the Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

Keywords: Augmented Reality, Systematic Review, Education.

1. CAPÍTULO I. PRELIMINARES

1.1.Introducción

En un futuro próximo, la realidad aumentada (RA) se convertirá en una tecnología revolucionaria con aplicaciones para el entretenimiento, la medicina y la educación, según lo afirman (B. García & Martín P, 2018). En el contexto colombiano, la RA ha experimentado un aumento en su adopción, lo cual genera un creciente interés en la comunidad académica como en el ámbito empresarial. Según destaca (Semana, 2020) Colombia han incursionado con empresas como Xennial que utiliza estas tecnologías para ayudar a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje. Por otro lado, la empresa Arte y Animación ha creado aproximadamente 1.500 cursos virtuales, 5.000 videos educativos en más de 30 aplicaciones en su larga trayectoria. No obstante, pese a la adopción de algunas universidades e instituciones de educación superior en el país, en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca se limita a proyectos enfocados a necesidades específicas como “Sistema de realidad aumentada para la ubicación de espacios y tiempos en universidades” donde el autor (Ortiz-Martinez et al., 2023) analiza el potencial que tiene la realidad aumentada para mejorar la experiencia de orientación de las personas que no están familiarizadas con su entorno, lo cual genera que no se cuente con investigaciones de revisión de la literatura que contenga un proceso sistemático con posibles soluciones, lineamientos y protocolos necesarios respecto a este tema, como para llevar a cabo proyectos de realidad aumentada, por lo tanto, es necesario abordar esta problemática a través de la revisión documental y literaria.

En este sentido, se observa que la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca tiene interés en la temática propuesta, apoyando investigaciones como la del grupo de investigación I+D en Informática, los cuales participaron en el evento Tecnología y Sistemas de

la Información (The 2020 International Conference on Information Technology & Systems) con ponencias en realidad aumentada. Por lo tanto, esta propuesta se enfoca en realizar una revisión sistemática necesaria para llevar a cabo proyectos de realidad aumentada, para ello se deberán explorar y analizar la evolución, el estado del arte, proyectos y metodologías implementadas en los principales planteles educativos, con el objetivo de identificar las diferentes herramientas, procesos y prácticas que se usan actualmente, para realizar lo anterior se abordará lo siguiente.

En primera instancia, se reunirá y analizará información sobre proyectos de realidad aumentada, permitiendo recopilar información sobre proyectos de RA previamente realizados en los diferentes planteles educativos, lo cual incluirá la identificación de los sectores en los que se habrían implementado este tipo de tecnologías en el ámbito educativo.

Luego, en el trabajo se hallará la identificación de las diferentes metodologías e implementaciones en la realidad aumentada, donde se buscará esbozar y comprender cómo se abordarán aspectos clave, como el diseño, la implementación, la interacción y la evaluación de estas aplicaciones en el entorno educativo y la generación de proyectos basados en RA. Lo anterior se buscará a través del desarrollo del estado del arte. Finalmente, en el proyecto se encontrarán las recomendaciones y el tipo de implementaciones para proyectos Futuros, basándose en la información recopilada y en el análisis realizado. Es importante destacar que se proporcionarán recomendaciones específicas para la formulación y el desarrollo de proyectos futuros de realidad aumentada para la educación, ya que estas recomendaciones se basarán en las mejores prácticas, métodos y procesos identificados en la revisión sistemática, literaria y documental en el contexto académico.

Este proyecto tiene como objetivo principal explorar la revisión sistemática de la literatura como una herramienta fundamental en la formulación de proyectos relacionados con la

realidad aumentada (RA). Partiendo desde su evolución hasta sus aplicaciones más actuales, con el fin de aprovechar esta información y crear un marco de procesos para la elaboración de proyectos de realidad aumentada en el programa de ingeniería informática del Colegio Mayor del Cauca.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Formulación del Problema

A nivel internacional son varias las instituciones y universidades que han implementado en su modelo educativo la realidad aumentada, (C. García & Urdiales, 2021) comenta algunas de las instituciones pioneras en la aplicación de este nuevo modelo de enseñanza en las aulas, empezando por la Universidad de CEU de San Pablo Brasil que utiliza la RA como herramienta de enseñanza para mejorar la comprensión de temas complejos, como en la formación de estudiantes de Medicina y Enfermería en procedimientos específicos.

Asimismo, (C. García & Urdiales, 2021) comenta que El Centro Universitario de Estudios Superiores, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid y a la Universidad Rey Juan Carlos, utiliza la Realidad Aumentada (RA) como parte de su estrategia educativa, ya que la realidad aumentada a través de su aula virtual de simuladores mejora la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes y se mantienen actualizados en cuanto a tecnología educativa.

El panorama educativo en Colombia no es ajeno a este tipo de cambios en la metodología de la enseñanza, según (Vieira, 2022) la Universidad de Antioquia llevo a cabo una conferencia sobre tendencias en narrativas con Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA), lo cual sugiere un interés activo por parte de la Universidad en explorar y discutir el potencial de la RA, RV e IA en el ámbito de la narrativa y los medios de comunicación ya que la realización de la conferencia pudo ser un ejemplo de cómo la universidad busca mantenerse informada y conectada con las últimas tendencias tecnológicas en este campo.

Por otro lado, (Jiménez, 2023) comenta que la Universidad Santiago de Cali está apostando por la incursión de nuevas tecnologías y procesos en su modelo educativo,

implementando en sus programas y cátedras especialmente en la de Salud. En su exposición del día mundial en contra de la Tuberculosis, estudiantes del programa de fisioterapia del plantel educativo en su sede de Palmira hicieron uso de la RA para mostrar de manera virtual como debe de intervenirse en un procedimiento de RCP, lo cual permitió tanto a los estudiantes como espectadores experimentar virtual y físicamente este proceso.

A pesar de la aplicabilidad generalizada y la adopción de prácticas de realidad aumentada (RA) por parte de diversas instituciones de educación superior en el país, la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca se ha limitado a proyectos de necesidades específicas. Esto ha impedido que la institución realice investigaciones de revisión de la literatura que permitan identificar soluciones, lineamientos y protocolos necesarios para llevar a cabo proyectos de realidad aumentada. Esta carencia incide de manera significativa en la competitividad de la universidad, colocándola en desventaja en la adopción de metodologías novedosas y sofisticadas que permitirían a sus estudiantes proponer proyectos educativos innovadores orientados hacia la pedagogía y modelos educativos avanzados, por medio de un protocolo que apoya con una guía de herramientas.

Considerando lo previamente expuesto, se hace evidente la necesidad de realizar un protocolo sistemático que contenga la metodología, los procedimientos, las herramientas, lineamientos y los pasos sistemáticos que pueden contribuir a la formulación de proyectos de RA en el campo de la ingeniería informática en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Esto permitirá la creación de un documento guía y una base sólida para la correcta elaboración de proyectos basados en RA en la universidad.

1.2.2. Pregunta Problema

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema, surge la siguiente pregunta problema que dará pie para el desarrollo de este proyecto ¿Un protocolo de revisión sistemática permitiría identificar los lineamientos y metodologías de realidad aumentada en la formulación de proyectos educativos futuros en el área de ingeniería informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Describir el estado del arte de proyectos en realidad aumentada para la educación, identificando diferentes metodologías e implementaciones para apoyar la formulación de proyectos educativos futuros en esta área del programa de ingeniería informática del colegio Mayor del Cauca.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Reunir y analizar información sobre proyectos de realidad aumentada realizados para la educación.
- Identificar las diferentes metodologías e implementaciones que se utiliza en la RA para la educación
- Recomendar metodologías e implementaciones para proyectos futuros de realidad aumentada en el programa de ingeniería informática del Colegio Mayor del Cauca.

1.4. Justificación

La siguiente monografía de una revisión sistemática de la literatura sobre la realidad aumentada (RA) tiene como objetivo central la identificación de aspectos fundamentales relacionados con la implementación de proyectos educativos de realidad aumentada (RA), en vista de su creciente relevancia en diversos campos. A través de una revisión bibliográfica, que permita descartar los protocolos, procesos, métodos y pasos para poder formular y ejecutar proyectos sobre realidad aumentada en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Para ello se abordarán las iniciativas más sobresalientes y significativas, en el contexto, educativo, empresarial y universitario subrayando la importancia de aprovechar la realidad aumentada RA.

Esta revisión de la literatura expondrá las necesidades en términos de tecnología y conocimientos especializados requeridos para ejecutar con éxito estos proyectos en el ámbito de la ingeniería informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. De esta manera, se analizarán las características metodológicas de la realidad aumentada, es así como esta revisión sistemática contribuirá a una comprensión más profunda de los desafíos y oportunidades que enfrentan los proyectos de RA.

Mediante el desarrollo de este proyecto se podrá tener un documento sólido en la facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca con las metodologías e implementaciones más destacables sobre la formulación de proyectos de RA que implementen métodos sistemáticos de revisión documental.

1.5. Antecedentes

En la actualidad, el análisis de las aplicaciones de la realidad aumentada en el ámbito educativo se ha convertido en un tema de gran relevancia a nivel global, impulsado por los avances tecnológicos y la creciente necesidad de innovación en el sistema educativo. Esta exploración documental contiene estudios sobre propuestas e investigaciones relacionadas con la integración de la realidad aumentada como herramienta pedagógica, que busca transformar y enriquecer la experiencia de aprendizaje en diversos niveles educativos como también destacar la importancia de la revisión sistemática de la literatura en la elaboración de proyectos de RA en las instituciones de educación superior.

En este sentido, la realidad aumentada, mediante la superposición de elementos digitales sobre el mundo real a través de dispositivos tecnológicos como tabletas y dispositivos móviles, ha demostrado un potencial significativo para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Este proyecto investiga a través de la revisión sistemática literaria cómo la realidad aumentada es utilizada para enriquecer la comprensión de conceptos complejos, fomentar la participación de los estudiantes y mejorar la retención de conocimientos.

1.5.1. Antecedentes Internacionales

En relación con la revisión sistemática de la literatura, se identificó la investigación elaborada por (Perdomo et al., 2020) denominado “Competencias digitales en docentes universitarios: una revisión sistemática de la literatura”, elaborada en la Universidad de Córdoba España. El objetivo de este estudio es describir como se lleva a cabo la aplicación de la revisión sistemática a través de la aplicación de diferentes métodos, pasos y protocolos prácticos en la literatura con la finalidad de identificar y estudiar las diferentes competencias digitales en docentes universitarios en la última década. La metodología de la investigación implementada

fue a través de la bibliométrica de interés, seleccionando 26 artículos referentes al tema de búsqueda donde se abordaron los temas cualitativos y cuantitativos por medio de la evaluación bibliométrica.

Entre los principales hallazgos a través de la revisión sistemática literaria realizada están, determinar que existe una escasez de investigación en Competencias Digitales Docentes (CDDU) en América Latina: ya que la revisión documental realizada resalta la falta de investigación científica en el área de CDDU en América Latina, lo que indica una brecha en el conocimiento sobre este tema en la región. Por otro lado, se menciona la dificultad de encontrar artículos elegibles para el análisis, lo que destaca la falta de publicaciones científicas en este campo en América Latina, finalmente la investigación señala la falta de estudios con diseños sistemáticos más complejos orientados a investigar modelos y metodologías para fortalecer las CDDU, lo que indica una oportunidad para la investigación futura.

Por otro lado, el documento realizado por (Montenegro-Rueda & Fernández-Cerero, 2022) titulado “Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos”, elaborado en la Universidad de Sevilla España. Se centra en el desarrollo de tres objetivos claves, presentar una síntesis de evidencia empírica sobre la realidad aumentada en las aulas de educación superior, de igual manera, conocer los posibles retos de incorporar estas tecnologías en las aulas y conocer las tendencias y perspectivas en el futuro sobre la RA en la Universidad. La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación fue a través del modelo Kitchenham el cual consistió en 4 etapas, el primer planteamiento de las preguntas de investigación, la segunda etapa el diseño de una estrategia de búsqueda mediante el modelo PRISMA, la tercera etapa costo de criterios de elegibilidad y por último el proceso de búsqueda.

Entre las principales conclusiones se identificó que frente la evidencia empírica que respalda la efectividad de la realidad aumentada en la educación superior es bastante limitada, se menciona que algunos artículos no pudieron contribuir a la discusión debido a la falta de evaluación cuantitativa o cualitativa de los aprendizajes de los estudiantes mediante realidad aumentada, lo que sugiere que se necesita más investigación en este campo.

Frente al uso, de la revisión sistemática también se encontró, la investigación elaborada por (Gómez García et al., 2019) llamada "La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y metaanálisis", realizada en la Universidad Politécnica Salesiana en Ecuador. Cuyo objetivo principal fue por medio de la revisión sistemática de la literatura identificar como la llegada de las TIC al sistema educativo y cómo la realidad aumentada RA ha proporcionado una mejora sustancial en la educación y promueve la motivación y el aprendizaje en los estudiantes. La metodología utilizada para el desarrollo de esta revisión documental fue mediante el método PRISMA el cual incluyo la etapa de protocolo y registro, la estrategia de búsqueda, los criterios de elegibilidad, la extracción de documentos, el análisis de los resultados y el metaanálisis.

Entre los resultados más importantes en la revisión sistemática realizada fueron, primero se determinó que existe la tendencia emergente en el uso de Realidad Aumentada en la educación: ya que en la revisión literaria se evidencio la aplicación de la Realidad Aumentada la cual se está convirtiendo en una tendencia en el ámbito educativo y que su uso está en aumento en las aulas.

De igual manera, la investigación realizada por (Martínez P et al., 2021) llamada "La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior", elaborada en la Universidad de Barcelona España. El objetivo de la investigación se centró en identificar y

conocer como la realidad aumenta es aplicada en la educación superior como recurso de enseñanza en dos asignaturas de la Universidad de Barcelona. La metodología utilizada fue de corte cuantitativo y el método experimental, empleando como técnica de recolección de la información la encuesta con 8 preguntas haciendo uso de la escala de Likert, de igual manera se realizaron dos grupos focales con grupos de TPEI (Teoría práctica de la escuela inclusiva) y otro EEAD (Educación, escuela y atención a la diversidad) y en el curso de tecnología. La muestra la compuso un total de 184 estudiantes, y 4 docentes.

Entre los principales resultados se destaca la idea de que el mundo digital representa una verdadera innovación pedagógica, argumentando que las tecnologías digitales están transformando tanto las prácticas docentes como los sistemas organizativos en la educación. Del mismo modo se resalta que la adopción de tecnologías digitales, como la Realidad Aumentada (RA), está provocando cambios en los procesos relacionales y cognitivos de las personas en el ámbito educativo, conllevando la necesidad de que las instituciones educativas se reinventen para adaptarse a esta nueva realidad y transformar el escenario formativo.

Finalmente, a nivel internacional, se destacó la investigación elaborada por, (Sosa Jiménez et al., 2020) llamada “Intervención de la Tecnología de Realidad Aumentada en la Educación: Una Revisión Sistemática de la Literatura”, realizada en la Universidad Autónoma de Yucatán México. El trabajo se centró en una Revisión Sistemática de la literatura en entorno a las iniciativas educativas que implementan en sus modelos educativos la Realidad Aumentada (RA), dado que esta es una tecnología que apenas está siendo adoptada por las universidades la cual ha cobrado relevancia por su nivel de impacto positivo en los estudiantes acercando los procesos teóricos a una realidad virtual aumentada. La metodología utilizada en esta investigación fue a través de la RSL (Revisión Sistemática de la Literatura) mediante el modelo

formal de la RSL, compuesta de tres ejes clave, donde primero se planifica la RSL, la segunda es realizar la RSL, tercero reportar la RSL.

Entre los hallazgos más destacados están; la identificación de una escasa aplicación pedagógica de la Realidad Aumentada, puesto que, a pesar de la existencia de una gran cantidad de artículos relacionados con la Realidad Aumentada, en la investigación se señala que pocos de ellos informan sobre intervenciones pedagógicas en entornos de aprendizaje basados en esta tecnología. Por otro lado, las características de los estudios seleccionados se identificaron varios aspectos relacionados con los estudios primarios seleccionados, como que la mitad de ellos se han aplicado en el nivel superior de educación, la mayoría de las iniciativas son un apoyo a la modalidad presencial y se centran en la educación formal. Finalmente, el texto concluye que la Realidad Aumentada tiene el potencial de mejorar la dinámica del aprendizaje al involucrar la interacción con elementos del entorno.

1.5.2. Antecedentes Nacionales

En el entorno nacional, el trabajo hecho por (Mejía C, 2020) llamado “Contribuciones al uso de realidad aumentada para apoyar procesos de educación patrimonial en zonas rurales”. Elaborado en la Universidad Pontificia Bolivariana. Su objetivo principal es elaborar un plan educativo que promueva la colaboración entre estudiantes y utilice la realidad aumentada como recurso para respaldar la enseñanza del patrimonio en la sede San Matías del CER José Ignacio Botero Palacio, para ello se llevó a cabo una revisión de la literatura académica existente sobre estrategias didácticas aplicadas a la educación patrimonial, Además de ello, se diseñó una estrategia didáctica innovadora que integre la tecnología de Realidad Aumentada (RA) para enriquecer la enseñanza del patrimonio cultural. Para la elaboración de este trabajo se utilizó la

metodología de investigación de enfoque mixto de carácter cuantitativo y cualitativo. Donde las técnicas de recolección de información fueron método de observación y encuesta dirigida a los alumnos.

Los resultados más importantes de esta investigación resaltaron la necesidad de fortalecer las experiencias didácticas en educación patrimonial en contextos rurales, ya que se enfatizó la dependencia de la pasión de docentes individuales, la importancia de una educación patrimonial coherente basada en teoría y la promoción de proyectos innovadores con tecnologías como la Realidad Aumentada. Adicional a lo anterior, la colaboración entre actores educativos y la inclusión de la evaluación se consideraron cruciales, mientras que se reconoció el impacto positivo de la Realidad Aumentada en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, aunque se señalaron desafíos en grados más bajos que requerían atención continua.

En relación con la RSL, se recuperó el documento (Ospino M & Maza Á, 2022) titulado "Estrategias para el fomento de la CTI en la educación básica, secundaria y media. Una revisión sistemática de la literatura", realizada en la Institución Universitaria ESCOLME en Medellín. Cuyo objetivo principal fue la elaboración de una revisión sistemática de la literatura a cerca de las diferentes prácticas para el fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación en la educación básica, secundaría y media, todo con la finalidad de conocer el nivel de impacto en los procesos de aprendizaje y retención de la información. La metodología de la investigación empleada fue mediante el método PRISMA delimitando los resultados mediante la filtración, categorización, análisis de los recursos bibliográficos previamente trazados en el protocolo y criterios de exclusión de documentos.

Entre los resultados más relevantes, se encuentran; los beneficios de las actividades dinámicas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) ya que se concluye que las actividades o

estrategias dinámicas basadas en CTI en las escuelas aportan beneficios significativos en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. También se enfatiza la importancia de fortalecer las acciones para la formación de docentes en estrategias pedagógicas pertinentes en CTI, ya que los docentes juegan un papel crucial en la orientación y formación de los estudiantes en ciencia y tecnología, y su capacitación influye en la adopción de enfoques de enseñanza basados en proyectos de CTI.

Por otro lado, la investigación de (Ortiz B & Peña A, 2021) denominado “La realidad aumentada: una estrategia didáctica y de liderazgo educativo para las asignaturas transversales en la Universidad Uniagustiniana, Sede Tagaste, Bogotá”. Realizada en la Universidad UNIMINUTO. El objetivo principal fue desarrollar un enfoque educativo y de liderazgo que emplea la tecnología de realidad aumentada para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en las materias interdisciplinarias ofrecidas en la Universidad Uniagustiniana, en su sede de Tagaste en Bogotá. Para llevar a cabo lo anterior, se evaluó la percepción de los estudiantes en relación con la aplicación de la tecnología de realidad aumentada como componente central de un enfoque de liderazgo educativo en asignaturas transversales. La metodología de investigación cualitativo y las herramientas de colección de información fue la entrevista dirigida a los estudiantes de la asignatura transversal CETA.

Las conclusiones principales de este estudio señalaron que la aplicación para dispositivos móviles Metaverse resultó ser una valiosa herramienta didáctica en las asignaturas transversales de la Universidad Uniagustiniana, Sede Tagaste, Bogotá, debido a su capacidad para emplear la tecnología de realidad aumentada y superponer información relevante en el entorno real de aprendizaje.

Por otra parte, el documento de (Peña-Azpiri & Escudero-Nahón, 2020) titulado “Aproximaciones al aprendizaje ubicuo en ambientes educativos formales. Una revisión sistemática de la literatura, 2014-2019” realizado en la Institución Universitaria ITM. El objetivo de este trabajo fue identificar como el uso de la formación en línea mediante los sistemas de aprendizaje ubicuo (u-learning) ha permitido a los estudiantes tener experiencias de aprendizaje más significativas y personales, lo cual permite el fomento y la motivación en la educación. La metodología de la investigación usada para el desarrollo de este trabajo fue a través de la RSL (revisión de sistemática de la literatura) la cual consistió en el análisis de artículos científicos, empleando el método formal el cual consta de tres métodos claves; la planificación, la ejecución y el informe de los resultados obtenidos.

Entre las conclusiones más importantes de destaca que la proliferación de dispositivos móviles avanzados ha llevado a una evolución en la terminología relacionada con el aprendizaje, puesto que en términos como "aprendizaje móvil" y "aprendizaje ubicuo" han surgido para describir enfoques de aprendizaje que aprovechan la movilidad tecnológica y la ubicuidad de la tecnología. Igualmente, el aprendizaje ubicuo se presenta como una iniciativa efectiva para lograr el aprendizaje situado y significativo, además de conectar con los estudiantes del siglo XXI. Utilizando la computación móvil para ofrecer experiencias educativas personalizadas en cualquier momento y lugar, y puede llevarse a cabo a través de varios dispositivos, incluyendo teléfonos inteligentes. De igual manera, en la investigación se menciona que las empresas tecnológicas como Google, Microsoft y Amazon tienen tecnologías que son parte de nuestra vida diaria, y se sugiere que los profesionales del aprendizaje ubicuo pueden desempeñar un papel importante al adaptar estas herramientas tecnológicas al entorno educativo.

A demás, el trabajo de (Reyes & Benitez, 2020) titulado “Desarrollo de una aplicación que utiliza realidad aumentada para indicar sobre el correcto uso de los equipos más utilizados por los estudiantes de los laboratorios de telecomunicaciones ofrecidos por la universidad piloto de Colombia”. Llevado a cabo en la Universidad Piloto de Colombia. Donde el propósito del proyecto fue crear una aplicación que emplea la tecnología de realidad aumentada para proporcionar instrucciones precisas sobre cómo utilizar correctamente los equipos más comúnmente utilizados por los estudiantes en los laboratorios de telecomunicaciones de la Universidad Piloto de Colombia, para haber llevado a cabo lo mencionado anteriormente, fue necesario la identificación de los equipos de telecomunicaciones más frecuentemente utilizados por los estudiantes.

En la ejecución de lo anterior, se empleó la metodología de desarrollo en cascada, como principales conclusiones se tuvo que algunos equipos se utilizan más que otros, por lo que se centraron en los más populares. Conjuntamente, se adquirió software de edición de video y se desarrolló un guion detallado para los videos, además, se eligieron tecnologías que mejoran la usabilidad de la aplicación. A pesar de las limitaciones debido a la pandemia, las pruebas en clases virtuales mostraron un alto interés en la aplicación entre estudiantes, profesores y personal administrativo de la Universidad Piloto de Colombia.

1.5.3. Antecedentes Locales

A nivel local el trabajo realizado por (Molina Rivera & Muñoz Velasco, 2019) denominado “Construyendo mi Conocimiento - Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada para soportar el Aprendizaje Activo en el aula”, para abordar el trabajo primero se identificaron las necesidades de los docentes de básica primaria y secundaria en relación con la aplicación de las TIC en las aulas con el fin de conocer el nivel de prioridad sobre el uso de las tecnologías

como herramienta de enseñanza, posterior a ello se diseñó y abordó un prototipo de herramienta didáctica que incorpore realidad aumentada para fomentar la construcción colaborativa a partir de la misma, además el trabajo aborda una propuesta considerando o teniendo en cuenta diferentes criterios didácticos y pedagógicos. La metodología utilizada para el desarrollo de ese proyecto se basó en método de Finkelstein de Ingeniería de Software, la cual costó de cuatro momentos claves, la primera la fase proposicional y de análisis, la segunda de valoración y calificación, la tercera la documentación y finalmente la última divulgación.

Entre las principales conclusiones se determinó que después de la evaluación del prototipo por parte de 16 docentes, se concluye que hubo aceptación y acuerdo generalizado en todos los aspectos relacionados con los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos. Por otro lado, la evaluación externa realizada por los 16 docentes también arrojó resultados positivos ya que los criterios más importantes para los docentes, como el diseño adecuado de la pantalla, la interactividad de la herramienta, el fácil manejo, la adecuada selección de contenidos, la posibilidad de uso en varios niveles de educación, la facilitación de la comprensión de los temas y la capacidad de despertar el interés, todos obtuvieron promedios elevados. Finalmente, a pesar de la aceptación generalizada, los docentes hicieron algunas sugerencias de cambio, como el lenguaje utilizado en los mensajes de la herramienta, la posibilidad de usarla sin conexión a Internet y aspectos de la interacción. Estas sugerencias fueron tomadas en cuenta antes de la Fase 2 de la Evaluación Externa.

Por otro lado, se halló el documento elaborado por (Cadena Cairasco et al., 2020) titulado “Desarrollo de una herramienta didáctica basada en realidad extendida para un curso de física en ingeniería ambiental”, donde se partió del interés especial de los jóvenes y de los estudiantes por la adopción de tecnologías y el uso de aplicaciones, la realidad virtual y aumentada, se realizó un

análisis sobre temáticas relacionadas con la energía y sus transformaciones, por medio de la experimentación y medición en el entorno virtual. La metodología utilizada para abordar este estudio fue de tipo proyectiva la cual consistió en encontrar la solución a los problemas planteados. Esta metodología costó de 4 etapas fundamentales, partiendo de la exploración de la necesidad, el diseño y desarrollo de la mejor solución partiendo de las TIC, la RV realidad virtual y la RA realidad aumentada y finalmente la valuación de los resultados parciales a través de una prueba piloto.

Entre los resultados más destacados están; la factibilidad de identificar necesidades dentro del entorno educativo, lo que permite analizar diversas posibilidades de solución. Igualmente, se destacó la necesidad de establecer una conexión entre el lenguaje que utilizan los estudiantes y el que se presenta en los materiales educativos, sugiriendo la importancia de adaptar los recursos educativos para que sean más comprensibles y relevantes para los estudiantes. Al igual, se mencionó que las tecnologías de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) ofrecen un espacio interactivo y amigable para la entrega de información a los estudiantes ya que estas tecnologías pueden ser herramientas útiles en el proceso educativo. Finalmente, se subraya la importancia de ajustar los contenidos educativos dentro de las plataformas de RV y RA para que sean comprensibles y no agoten a los estudiantes, especialmente en el caso de un uso prolongado de dispositivos.

1.6. Marco teórico

En la actualidad, el análisis de las aplicaciones de la realidad aumentada en el ámbito educativo se ha convertido en un tema de gran relevancia a nivel global, impulsado por los avances tecnológicos y la creciente necesidad de innovación en el sistema educativo. Este proyecto investigativo se centra en la exploración profunda de la integración de la realidad aumentada como una herramienta pedagógica disruptiva, con el potencial de revolucionar la forma en que se enseña y se aprende en el entorno educativo.

1.6.1. Introducción a la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología innovadora que ha revolucionado la forma en que interactuamos con el mundo digital y el entorno físico que nos rodea, a través de la superposición de elementos virtuales, como imágenes, videos o información contextual, sobre la realidad que percibimos, la RA enriquece nuestra experiencia y nos brinda nuevas oportunidades en una variedad de campos, desde la educación y el entretenimiento hasta la medicina y la industria, (Núñez Roberto, 2020) se refiere a la "Realidad Aumentada" (RA), como una tecnología que permite enriquecer la percepción del entorno real de un usuario al superponer o integrar objetos virtuales y datos contextuales de forma digital. Es decir, el usuario que puede ver y percibir el mundo real que lo rodea, pero al mismo tiempo, se añaden elementos virtuales o información digital que se mezcla con su vista en tiempo real.

En este contexto, la RA se basa en el procesamiento de datos internos y la visualización de contenido virtual, todo esto ocurre de manera simultánea para que el usuario no experimente retrasos y pueda interactuar en tiempo real con el programa de realidad aumentada. Esto significa que mientras se observa el entorno real a través de algún dispositivo de RA, como un casco o

gafas inteligentes, se puede ver información digital adicional o imágenes virtuales superpuestas en tu campo de visión de acuerdo con lo que expone (Núñez Roberto, 2020)

Por su parte (Guerra, 2022) argumenta que la Realidad Aumentada (AR) como una tecnología que se percibe como una de las próximas revoluciones tecnológicas que están por venir y que tendrá un impacto significativo en la forma en que realizamos actividades cotidianas, al igual menciona que empresas importantes como Microsoft, Google, Facebook y Apple han invertido fuertemente en esta tecnología, lo que sugiere que están comprometidas en desarrollar y promover la RA.

1.6.2. La Revisión Sistemática de la Literatura como Modelo de Análisis Documental

En relación con el concepto (Soares Q & Rodrigues S, 2020) comentan que la revisión sistemática de la literatura por sus siglas RSL, un método de investigación que se utiliza para recopilar, evaluar y sintetizar de manera sistemática la evidencia científica existente en un área particular, con el objetivo de transformar datos en conocimiento útil y significativo. Se aplica en diversas disciplinas y se fundamenta en la evaluación crítica de la evidencia disponible. Los autores comentan que la RSL es un método estructurado y sistemático el cual se centra en identificar, seleccionar y evaluar críticamente estudios primarios previamente realizados en un área específica del conocimiento, mediante el cual se busca transformar la información obtenida de los estudios primarios en conocimiento útil y significativo, implicando el proceso de la síntesis de resultados tanto cuantitativos como cualitativos.

(Soares Q & Rodrigues S, 2020) argumentan que inicialmente se desarrolló en el campo de la salud, la RSL ha ganado adeptos en otras áreas del conocimiento y se ha convertido en un

método moderno para evaluar información y evidencia científica en diversas disciplinas. Por otro lado, en relación con el tema (Manterola et al., 2013) describen que “la revisión sistemática (RS), es un artículo de «síntesis de la evidencia disponible», en el que se realiza una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, con el objetivo de resumir la información existente respecto de un tema en particular” (párr.1). Asegurando que lo anterior se consigue mediante la recolección inicial de artículos de interés, los cuales deben de ser analizados y comparados en aras de comprender su aporte al desarrollo de la investigación. En relación con el método evaluativo RSL, (García-Peñalvo, 2022) explica que:

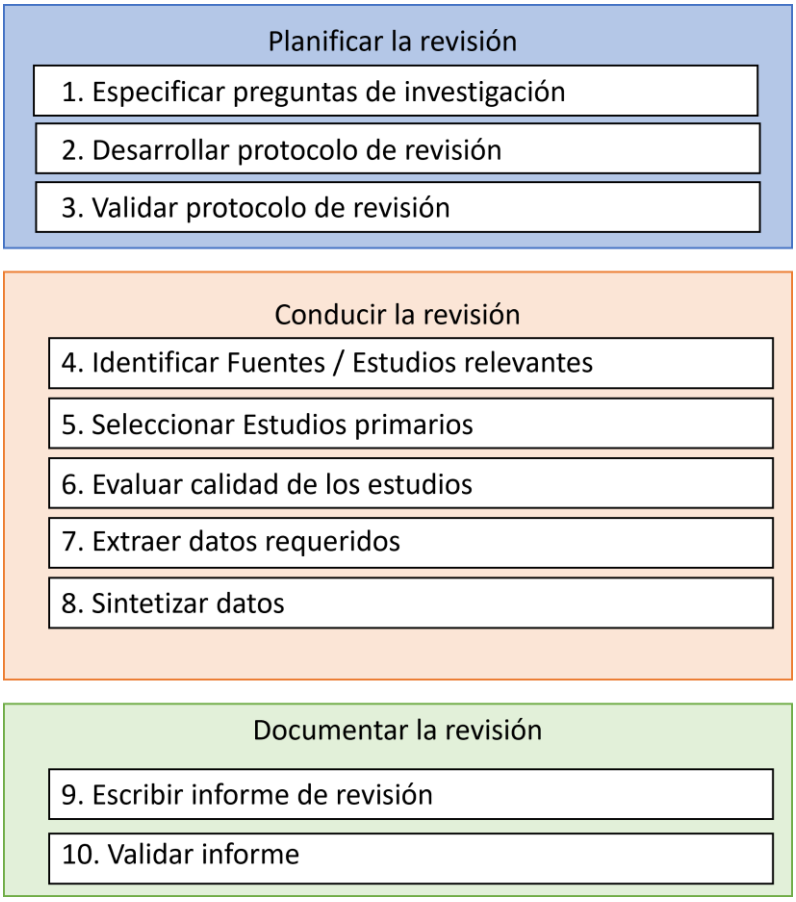
> La revisión sistemática de literatura es un método sistemático para identificar, evaluar e interpretar el trabajo de académicos y profesionales en un campo elegido. Su propósito es identificar lagunas en el conocimiento y necesidades de investigación en un campo concreto. Las revisiones sistemáticas conforman una familia amplia de métodos y aproximaciones y resultan totalmente necesarias por el volumen tan enorme de producción científica en formato digital al que se tiene potencialmente acceso. Sin embargo, no es suficiente con adjetivar una revisión como sistemática. (Párr.1).

De acuerdo con lo anterior, se puede comprender que la revisión sistemática de literatura como un método sistemático utilizado para identificar, evaluar y comprender el trabajo de académicos y profesionales en un área específica de estudio, ya que su objetivo principal es encontrar lagunas en el conocimiento existente y determinar las necesidades de investigación en ese campo particular. No obstante, el autor menciona que no es suficiente etiquetar una revisión como "sistemática”, sugiriendo que el simple uso del término "sistemático" no garantiza automáticamente la calidad o rigor del proceso de revisión, y que es necesario seguir un conjunto específico de métodos y enfoques para llevar a cabo una revisión de este tipo de manera efectiva.

1.6.3. El Método de RSL de Kitchenham

En relación con el tema, (Caro G, 2008) el método de revisión sistemática de la literatura propuesto por Kitchenham consiste en 3 etapas claves, la primera es mediante la planificación de la revisión, partiendo de la identificación de las necesidades de revisión de documentos, la estructuración de un protocolo de revisión de la información. La segunda se basa en la aplicación o desarrollo de la revisión de los estudios para ello se buscan los estudios primarios, la selección de los estudios, luego la extracción y gestión de los datos y posterior a ello la síntesis de los datos. Finalmente, el último punto consiste en la publicación de los resultados o hallazgos, en el mismo sentido (B. A. Kitchenham et al., 2007) propone el modelo descrito en la Figura 1

Figura 1 RSL modelo Kitchenham

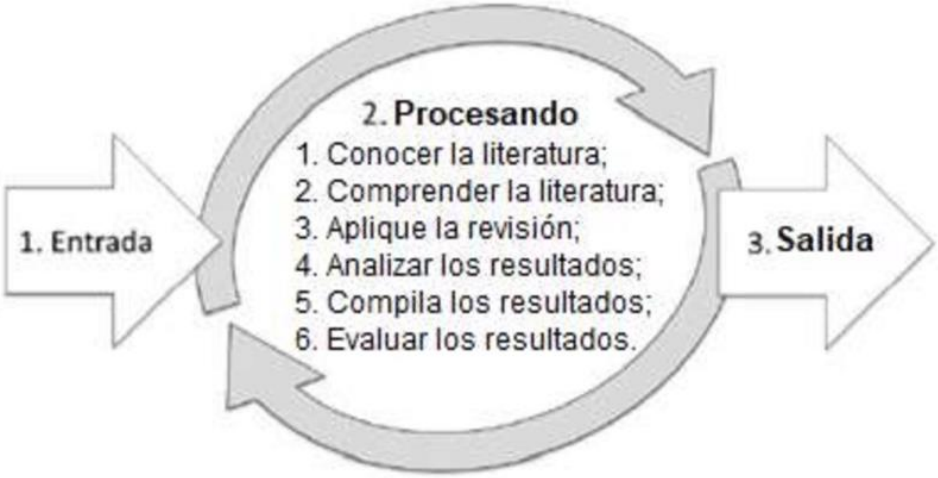


Nota. Adaptado y traducido de (B. A. Kitchenham et al., 2007).

1.6.4. Modelo de Revisión Sistemática de la Información de Levy y Ellis.

(Aisenberg F & Fernandes, 2016) Describen la revisión sistemática como un proceso compuesto por tres partes: entrada, procesamiento y productos Figura 2, donde la entrada incluye información preliminar antes del procesamiento. Frente al procesamiento consta de etapas que describen cómo se llevará a cabo la Revisión Bibliográfica Sistemática (RBS). Los autores enfatizan la importancia de elaborar un protocolo RBS que describa el proceso, las técnicas y las herramientas a utilizar. Entre las ventajas que ofrece este método RSL se incluyen un procesamiento detallado en seis etapas y la eficiencia en ciclos de revisión a medida que aumenta el conocimiento sobre el tema, puesto que el ciclo se repite según sea necesario hasta alcanzar los objetivos de la investigación.

Figura 2 Método Ellis y Levy RSL

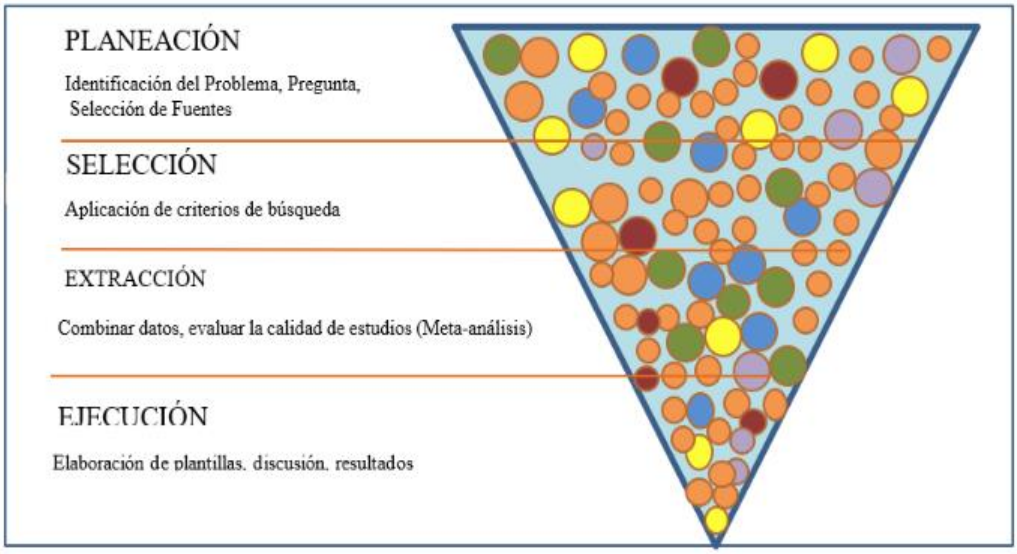


Nota. Imagen recuperada de (Aisenberg F & Fernandes, 2016).

1.6.5. Método de Revisión Sistemática de la Literatura de Biolchini (2007)

(Aisenberg F & Fernandes, 2016) comentan que es un proceso de revisión sistemática en tres fases: planificación, ejecución y análisis de resultado, el cual se enfoca en la necesidad de elaborar un protocolo basado en los objetivos de la revisión en la fase de planificación, ya que durante el proceso de ejecución implica la identificación, selección y evaluación de los artículos según el protocolo, las ventajas incluyen la definición de un protocolo con detalles clave, como la cuestión central de investigación y evaluaciones después de las fases de planificación y ejecución. Y frente a las desventajas están que no enfatiza la realización de ciclos iterativos de búsqueda, análisis y comprensión, y no menciona su uso en la revisión integrativa.

Figura 3 RSL metodología Biolchini



Nota. Imagen recuperada de (Grijalva et al., 2019)

1.6.6. Uso de la Realidad Aumentada en la Educación

En relación con la aplicabilidad de la RA en la educación, (De Miguel, 2020) explica que el uso de la Realidad Aumentada (RA) en el entorno educativo, mencionando que la RA se ha convertido en una tendencia en las aulas y su uso seguirá creciendo en los próximos años, ya que

permite a los estudiantes explorar su entorno de manera interactiva, combinando imágenes del mundo real con elementos virtuales como objetos 3D, audios, videos y otra información. Esto fomenta el desarrollo de habilidades de investigación, aprendizaje a través de la experimentación, corrección de errores y promoción de la creatividad e innovación. Además, se destaca que la RA motiva a los estudiantes, especialmente a aquellos que están familiarizados con la tecnología de juegos de RA en sus hogares. Se mencionan ejemplos de cómo la RA se utiliza en diversas asignaturas y niveles educativos, y se explican diferentes formas de implementar esta tecnología en el aula.

1.6.7. Conceptos Claves en la Realidad Aumentada

- **Tecnología Educativa:** Cabero Almenara (2003) citado en (Torres C & Cobo B, 2017) comenta que:

  La tecnología educativa se muestra a lo largo de su historia como una disciplina viva, polisémica, contradictoria y significativa, aludiendo con ello a la importancia que han tenido las transformaciones en las que se ha visto inmersa y las diversas formas de entenderla en el discurso pedagógico. Para encontrar luces en esta diatriba conceptual es útil hacer una mirada a como se fue configurando la tecnología educativa desde su génesis hasta las postrimerías del siglo XX. (p.32).

Lo cual hace énfasis en que la tecnología educativa es una disciplina "viva", lo que implica que está en constante desarrollo y cambio, mencionando que es "polisémica", argumentando que puede tener múltiples significados o interpretaciones. Además, indica que puede ser "contradictoria", lo que posiblemente se refiere a que existen diferentes enfoques y opiniones sobre su papel y utilidad en la educación, al igual se la describe como "significativa", lo que podría sugerir que tiene un impacto importante en el campo educativo.

- **Realidad Aumentada (RA):**

En relación con el concepto de RA, Garderner (2008) citado en (Maquilón S et al., 2017) define la RA como:

> Una de las diez tecnologías en desarrollo con mayor potencial pedagógico, el término realidad aumentada, abreviado RA, comprende la ampliación artificial de la percepción de la realidad, por medio de información virtual. Dicha información virtual es generada con técnicas asistidas por ordenador y representada mediante los componentes tecnológicos específicos. La RA puede abordar todos los sentidos humanos de la percepción, sin embargo, la variación de RA más extendida comúnmente es la representación de información virtual visual añadida al entorno real. (P 185).

Según la cita anterior, se puede definir la RA como una tecnología novedosa, con gran énfasis en el desarrollo académico ya que sus funciones permiten comprender de una manera más amplia y práctica la formación por medio de la integración de los elementos pedagógicos a un cambio virtual que otorga a los estudiantes la interacción en tiempo real de los términos, conceptos y métodos impartidos en las diferentes asignaturas.

- **Inmersión:**

La realidad aumentada RA, permite un proceso de inmersión del estudiante ya que este, podrá adentrarse en aspectos tanto prácticos como visuales en tiempo real. En relación con el concepto de inmersión, (León et al., 2021) define este concepto como:

> Las actuales definiciones de inmersión se pueden clasificar en cuatro tipos: (i) propiedad del sistema; (ii) respuesta perceptiva a ese sistema; (iii) respuesta subjetiva a los contenidos narrativos; y (iv) respuesta subjetiva a los desafíos cognitivos que representan

> las tecnologías. En propiedad del sistema, Slater (2003) señala que la inmersión es una propiedad de la tecnología, y que representa lo que esta ofrece desde un punto de vista objetivo. Esto implica que puede ser medible dado que una tecnología permite una mayor inmersión cuánto más ofrece. Por ejemplo, si la interfaz con la que se interactúa posee un buen nivel de resolución, mayor será su capacidad para inducir inmersión. (p.230)

Considerando lo anterior, el concepto de inmersión aborda diferentes perspectivas para definir y entender la inmersión en la tecnología, desde una propiedad objetiva de la tecnología misma hasta las respuestas subjetivas de los usuarios a la experiencia que ofrece, en el texto citado también se menciona a Slater (2003) como una referencia que señala que la inmersión puede ser medida en función de lo que una tecnología ofrece desde un punto de vista objetivo, como la resolución de la interfaz utilizada.

- **Interactividad:**

En relación con la interactividad (Vixtha V, 2017) señala:

> Hace referencia a dos atributos: por un lado, a las posibilidades que los nuevos medios ofrecen a los usuarios para que se comuniquen a través del medio con otros usuarios; y, por otro lado, a las diferentes acciones que un usuario puede realizar dentro del medio digital. (p.211)

Con base en la información anterior, cuando se refiere a "nuevos medios" hace énfasis a que se ofrecen oportunidades tanto para la comunicación entre usuarios como para una variedad de acciones que los usuarios pueden realizar dentro del entorno digital, los dos atributos son característicos de la experiencia de interactuar con medios digitales y plataformas en línea.

- **Aprendizaje Colaborativo:**

Según Dillenbourg (2003) citado en (Cabrero, 2020) define como:

> La vinculación directa partiendo de los enfoques cognitivistas y constructivistas y se ha desarrollado en el ámbito de la psicología educacional. Es un método donde convergen procesos de enseñanza y de aprendizaje que se producen a partir de la colaboración y la negociación entre pares, producto de la interacción entre dos o más sujetos para construir el conocimiento, es decir el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas cooperativas y colaborativas para aprender y solucionar los problemas. (p.4)

En este sentido, el enfoque actual en el campo educativo donde los estudiantes aprenden a través de la colaboración y la negociación con sus compañeros, construyendo activamente su conocimiento en lugar de recibirlo de forma pasiva, considerando que el aprendizaje se mejora cuando los estudiantes desarrollan habilidades cooperativas y colaborativas.

- **Adopción Tecnológica en Educación:**

En cuanto a la adopción de la tecnología en la educación bajo los usos de la RA en el ámbito educativo y más precisamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, hoy permean diferentes campos del saber y diversos niveles de la educación por adaptarse a las necesidades de los docentes y estudiantes, permitir un mayor acceso a la información mediante esta herramienta tecnológica; por lo cual, se constituye un enriquecimiento ya que genera marcos innovadores de la actividad docente, tales como conformaciones de grupos virtuales, interacciones gratificantes, nuevas escalas de valores, situaciones susceptibles de convertirse en fórmulas exitosas del proceso de enseñanza-aprendizaje (Fombona y González, 2017) citados en (Martínez P et al., 2021).

- **Evaluación de la Efectividad de la RA:**

Respecto a la efectividad de la RA, (López B et al., 2021) comentan que los usos de la RA en el ámbito educativo y más precisamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, hoy permean diferentes campos del saber y diversos niveles de la educación por adaptarse a las necesidades de los docentes y estudiantes, permitir un mayor acceso a la información mediante esta herramienta tecnológica; por lo cual, se constituye un enriquecimiento ya que genera marcos innovadores de la actividad docente, tales como conformaciones de grupos virtuales, interacciones gratificantes, nuevas escalas de valores, situaciones estas susceptibles de convertirse en fórmulas exitosas del proceso de enseñanza aprendizaje.

- **Formación de Docentes en RA**

Respecto a la formación de los profesores en (RA) (Sosa Jiménez et al., 2020) en la cual la población la Realidad Aumentada en sus aulas:

> Cabe destacar que en relación con el nivel de formación el 92,51% de los participantes nunca han recibido cursos en los cuales se imparta formación sobre Realidad Aumentada, y tan solo el 12,50% consideran que no requieren dicha formación, no obstante, el resto 87,50% sí que creen de gran relevancia formarse para poder incorporar dicha tecnología en el aula, además de un buen asesoramiento por parte de expertos. Por ello se considera de gran relevancia que se impartan conocimientos de Realidad Aumentada, facilitándoles las estrategias y posibilidades necesarias, las cuales dotaran a los futuros profesores de un aprendizaje añadido, no solo con el fin de que sea aceptada, sino por la gran repercusión positiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (p.15)

Teniendo como base lo citado en el párrafo anterior, se destaca que en la actualidad existe una falta de formación previa en Realidad Aumentada entre los participantes, pero también

muestra que la mayoría de ellos reconoce la importancia de recibir formación en esta área para poder aprovechar su potencial en la educación, enfatizando en la necesidad de proporcionar a los futuros profesores los conocimientos y las herramientas necesarias para incorporar la Realidad Aumentada de manera efectiva en las aulas de educación.

1.7 Conclusión

El capítulo ha proporcionado una sólida base para la contextualización del tema abordar, destacando la creciente relevancia de la realidad aumentada en el ámbito educativo, subrayado la necesidad de llevar a cabo una revisión sistemática para consolidar y organizar el conocimiento existente, identificando herramientas, metodologías y oportunidades para el programa de ingeniería informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

Se ha dado a conocer claramente el problema de investigación, siendo este la falta de documentos para la implementación de proyectos de realidad aumentada en el contexto educativo, brindando una visión detallada de las cuestiones que esta revisión abordará y explorando estudios previos y proyectos relevantes, estableciendo un contexto y destacando las contribuciones más significativas en el campo.

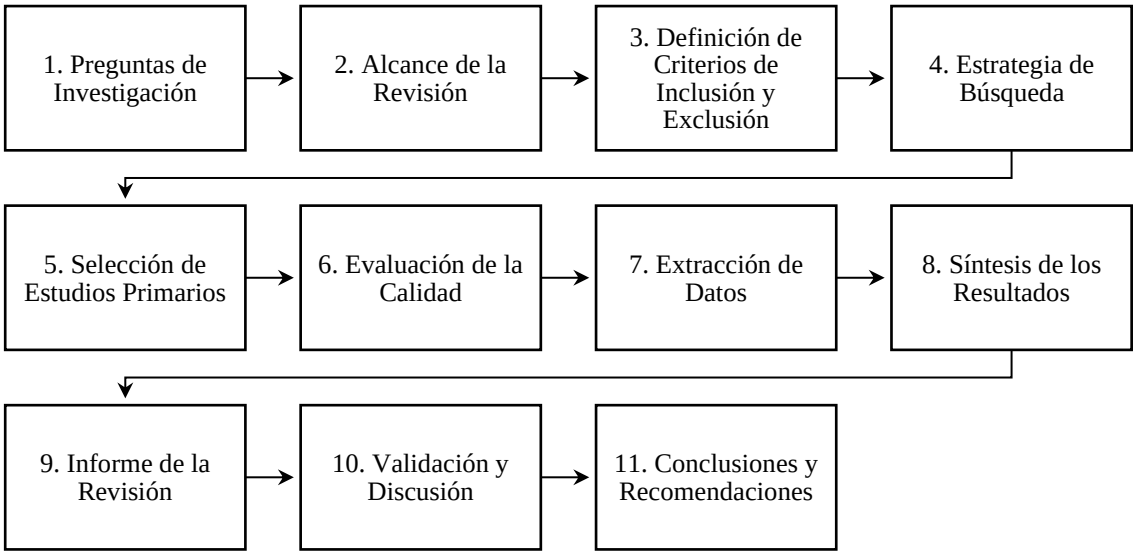
Por lo anterior se logra una estructura conceptual sólida, integrando teorías clave relacionadas con la realidad aumentada y la educación. Facilitando la comprensión y evaluación crítica de la literatura existente, permitiendo una interpretación más profunda de los resultados de la revisión.

2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1.Metodología

La presente investigación se aplica el Método de Kitchenham que permite una revisión rigurosa para abordar los objetivos propuestos, este método proporciona un marco sólido que abarca la planificación, ejecución y síntesis de la revisión, permitiendo una evaluación exhaustiva de la investigación existente en el área de interés (B. Kitchenham et al., 2009), para llevar a cabo este proyecto se seguirán las etapas descritas en la Figura 4.

Figura 4 Diseño metodológico Kitchenham



Nota. Diagrama basado en (Carrizo & Moller, 2018).

Por otro lado, (Carrizo & Moller, 2018) señalan que la metodología Kitchenham, se refiere a un conjunto de directrices y enfoques para realizar Revisiones Sistemáticas de la Literatura (RSL) en el campo de la ingeniería de software y la ciencia de la computación, donde la metodología Kitchenham lleva el nombre de Barbara Kitchenham, una investigadora

destacada en este campo que ha contribuido significativamente al desarrollo de métodos y directrices para llevar a cabo RSL de manera sistemática y efectiva. Los autores describen un paso a paso para poder formular el método de revisión el cual consiste en los siguientes bloques:

A) **Definición para la búsqueda:**

- Definir claramente la pregunta de investigación que quieres abordar en un mapeo sistemático.
- Establecer el alcance de la revisión, es decir, los límites geográficos, temporales y temáticos de los estudios.
- Especificar los criterios de inclusión y exclusión que se utilizarán para seleccionar los trabajos primarios que formarán parte del mapeo.
- Diseñar la cadena de búsqueda, mediante una estrategia para buscar los trabajos primarios en la literatura científica.

B) **Ejecución de la búsqueda:**

- Llevar a cabo la búsqueda de trabajos primarios según la cadena de búsqueda definida en el paso anterior.
- Aplicar los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los trabajos primarios que cumplen con los requisitos.
- Documenta claramente el proceso de selección de trabajos y cualquier criterio de análisis que utilices para evaluar los trabajos primarios.

C) **Discusión de los resultados:**

- Definir los esquemas de caracterización, organizar y analizar los resultados de los trabajos primarios.
- Utilizar los esquemas para analizar y resumir los hallazgos clave de los trabajos primarios.
- Identificar tendencias, áreas de interés y enfoques comunes en la investigación de basados en el análisis de los resultados.

La elección del Método de Kitchenham se basa en su capacidad para adaptarse a la naturaleza específica de nuestra investigación, que busca analizar de manera integral los algoritmos de optimización en el contexto de la informática aplicada. La flexibilidad y la orientación hacia la revisión sistemática hacen que este método sea altamente apropiado para nuestros propósitos.

2.2 Exclusión de Otros Métodos

Reconociendo la valiosa contribución de diversos enfoques metodológicos, como el Método de Revisión Sistemática de la Literatura de Biolchini y el Modelo de Revisión Sistemática de la Información de Levy y Ellis, hemos tomado una decisión reflexiva respecto a la elección de nuestra metodología de investigación. Optamos por el Método de Kitchenham debido a su enfoque específico y su directa aplicabilidad a la temática central de nuestra investigación.

La elección de emplear el Método de Kitchenham se fundamenta en su amplia adaptabilidad a los estudios en el campo de la ingeniería y en su destacada presencia en la comunidad académica. Este método se destaca como uno de los más utilizados, como se evidencia en el artículo 'Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering' publicado en 2007. Este artículo, disponible en la plataforma de ResearchGate, ha acumulado más de 8501 citaciones, resaltando su influencia y relevancia en el ámbito científico.

Esta decisión metodológica se basa en la robustez y reconocimiento que el Método de Kitchenham ha ganado en la literatura científica, proporcionando un marco sólido que respalda la realización de una revisión sistemática exhaustiva y de alta calidad en el contexto de nuestro estudio.

2.3 Alcance y Limitaciones

El alcance de este proyecto de Revisión Sistemática de la Literatura en proyectos de Realidad Aumentada (RA) en el campo educativo, se centra en describir el estado del arte de estos proyectos de investigación y revisiones sistemáticas elaboradas previamente, identificando y conociendo las diferentes metodologías e implementaciones utilizadas, y proporcionar información relevante para apoyar la formulación de proyectos educativos futuros en el programa de ingeniería informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

Aspectos Incluidos en el Alcance:

- **Identificación y revisión de proyectos de RA:** El proyecto incluirá la identificación y revisión de proyectos de RA que se hayan llevado a cabo en los últimos 10 años (desde 2013 hasta la fecha 2023), abarcando proyectos académicos, de la industria y aplicaciones prácticas en diversas áreas relacionadas con la educación.

- **Análisis de metodologías:** Se analizarán las metodologías utilizadas en los proyectos de RA revisados, incluyendo la exploración de enfoques de desarrollo, estrategias de implementación y prácticas recomendadas.

- **Exploración de implementaciones tecnológicas:** Se investigarán las implementaciones tecnológicas más comunes en los proyectos de RA para la educación, con ello se comprenderá el análisis de hardware, software y plataformas utilizados.

- **Resultados y lecciones aprendidas:** El proyecto buscará describir los resultados clave obtenidos en los proyectos de RA revisados, así como las lecciones aprendidas durante su desarrollo e implementación.

- **Formulación de recomendaciones:** Con base en los hallazgos, se formularán recomendaciones para proyectos educativos futuros en el programa de ingeniería informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, así con ello poder incluir metodologías recomendadas, enfoques tecnológicos y consideraciones prácticas para la formulación de proyectos educativos en la universidad.

Limitaciones del Proyecto:

- **Limitaciones de recursos financieros y tecnológicos:** El proyecto no tiene limitaciones en cuanto a los recursos financieros disponibles debido a que no es necesario la adquisición de hardware y software de RA.
- **Limitaciones de tiempo:** El tiempo disponible para llevar a cabo el proyecto podría ser un factor restrictivo en la cantidad de trabajo que se puede realizar y en la profundidad de la investigación.
- **Acceso a datos e información:** La disponibilidad de datos específicos sobre proyectos de RA para la educación podría ser limitada, lo que podría afectar la calidad de la revisión sistemática.
- **Limitaciones de idioma:** La mayoría de la documentación relevante podría estar en inglés, lo que podría generar barreras lingüísticas en la investigación.

2.4 Conclusión

En este capítulo se logra la definición de la metodología para la realización de esta Revisión Sistemática de Literatura (RSL), se logra determinar que el Método de Kitchenham esta fundamentado en su reconocida eficacia y aplicabilidad en la realización de revisiones sistemáticas, particularmente en el ámbito de la ingeniería de software para estudios en el campo de la realidad aumentada para la educación, así como su enfoque estructurado que proporciona una base sólida para abordar las preguntas de investigación planteadas.

3. CAPITULO III REVISIÓN SISTEMÁTICA

La revisión sistemática, basada en el método de Barbara Kitchenham, establece una serie de pasos metodológicos clave para la búsqueda de artículos primarios, los cuales, en última instancia, ofrecerán respuestas a los objetivos específicos planteados. Este enfoque facilita la obtención de resultados concluyentes y contribuye a la rigurosidad del proceso de revisión, por lo anterior en este capítulo le dará solución al objetivo específico reunir y analizar información sobre proyectos de realidad aumentada realizados para la educación.

3.1. Aplicación de la Revisión Sistemática.

Para llevar a cabo la revisión de antecedentes de trabajos relacionados, se optó por realizar una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) con el objetivo de identificar la literatura pertinente relacionada con la realidad aumentada en contextos académicos. El propósito de esta revisión es proporcionar una base teórica sólida que sirva como referencia para futuros proyectos en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. La metodología seleccionada para esta RSL se basa en el enfoque propuesto por Kitchenham que proporciona una estructura y guía clara para llevar a cabo la revisión. En primer lugar, se definieron los objetivos de la RSL, lo que estableció la dirección y el alcance de la investigación, luego se formularon preguntas de investigación específicas para enmarcar y guiar la revisión.

El proceso de búsqueda de literatura se realizó en bases de datos digitales ampliamente reconocidas, como Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore y Google Académico. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los documentos relevantes, asegurando que la revisión se centrara en la literatura más pertinente. Una vez recopilados los documentos pertinentes, se procedió a comparar y analizar los estudios identificados, eliminando duplicados

y resumiendo los resultados de la RSL. Como parte de este proceso, se elaboró un protocolo de revisión sistemática que se incluye en un anexo del informe.

3.1.1 Definición de las preguntas de investigación

Para dar solución al objetivo se plantean las preguntas de investigación (Tabla 1) de esa forma seleccionar y agrupar los diferentes estudios acerca de la realidad aumentada en la educación superior, además para identificar, herramientas, proyectos y metodologías de realidad aumentada usadas en otros países.

Tabla 1 Preguntas de investigación RSL

Identificador	**Pregunta para la RSL**
P1	¿Cuál es el estado del arte de los proyectos de realidad aumentada realizados para la educación?
P2	¿Cuáles son las metodologías utilizadas en proyectos de realidad aumentada para la educación?
P3	¿Cuáles son las herramientas tecnológicas más comunes en los proyectos de realidad aumentada para la educación?

Nota: Elaboración propia del autor

3.1.2 Selección de las bibliotecas digitales

Posterior de definir las preguntas de investigación, es crucial seleccionar las bases de datos digitales que cubren el campo de estudio correspondiente. Durante este procedimiento, se han seleccionado cuatro bases de datos relevantes, considerando aspectos como la presencia de un buscador avanzado, contenido actualizado y un uso destacado en la comunidad. Estas bases de datos incluyen: Google Académico, Science Direct, IEEE Xplore y Scopus, en la (Tabla 2) se proporciona una descripción detallada de cada una de estas bases de datos.

Tabla 2 Selección de bibliotecas digitales

Base de datos	**descripción**	**URL**	**Área**	**Avanzado search Y/N**
Google académico	Plataforma de búsqueda en línea gratuita desarrollada por Google que permite a los usuarios buscar artículos académicos, tesis, libros, resúmenes y otras publicaciones relacionadas con la investigación	https://scholar.google.es/schhp?hl=es	Interdisciplinaria	Y
Science Direct	Es una colección de base de datos académica que ofrece acceso a una amplia gama de artículos de revistas, libros y conferencias en diversas disciplinas científicas y técnicas.	https://www.sciencedirect.com	Interdisciplinaria	Y
IEEE	Es una de las colecciones de publicaciones y documentos técnicos más grandes del mundo, que cubre una amplia gama de áreas relacionadas con la ingeniería eléctrica, electrónica, de computadoras, de comunicaciones y tecnología de la información.	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp	Ingeniería y tecnología	Y
Scopus	Base de datos bibliográfica exclusiva de Elsevier de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. La base de datos contiene unos 25.100 títulos seriados (revistas, conferencias y series de libros académicos) de más de 5.000 editores de 140 países,	https://www.scopus.com/home.uri	Interdisciplinaria	y

Nota: Elaboración propia del autor

3.1.3 Conducir la cadena de búsqueda CB

Para la búsqueda de las palabras claves se considera artículos pertinentes que complementen las temáticas abordadas en las preguntas de investigación como (Prendes Espinosa, 2014) que presenta una recopilación de proyectos llevados a cabo en centros educativos en los últimos años que sirvan como perspectiva general del estado del arte de la aplicación de la tecnología de realidad aumentada en el ámbito de la educación en España y (Gómez García et al., 2019) el cual ha pretendido indagar en la literatura científica para comprobar si la aplicación de Realidad Aumentada en las aulas promueve una mejora

motivacional en el estudiantado de las diversas etapas educativas, con lo anterior se realizaron combinaciones entre las palabras más relevantes identificadas en cada una de las preguntas de investigación. En la Tabla 3 y Tabla 4 se muestra las palabras claves encontradas en cada una de las preguntas de investigación tanto en el idioma español como en el idioma inglés:

Tabla 3 Palabras claves de la búsqueda (español)

	PI 1	**PI 2**	**PI 3**
Palabras claves	Estado del arte, Literatura, Realidad aumentada, Proyectos, Educación	Metodologías, Realidad aumentada, Proyectos, Educación	Herramientas, Realidad aumentada, Proyectos, Educación

Nota: Elaboración propia del autor

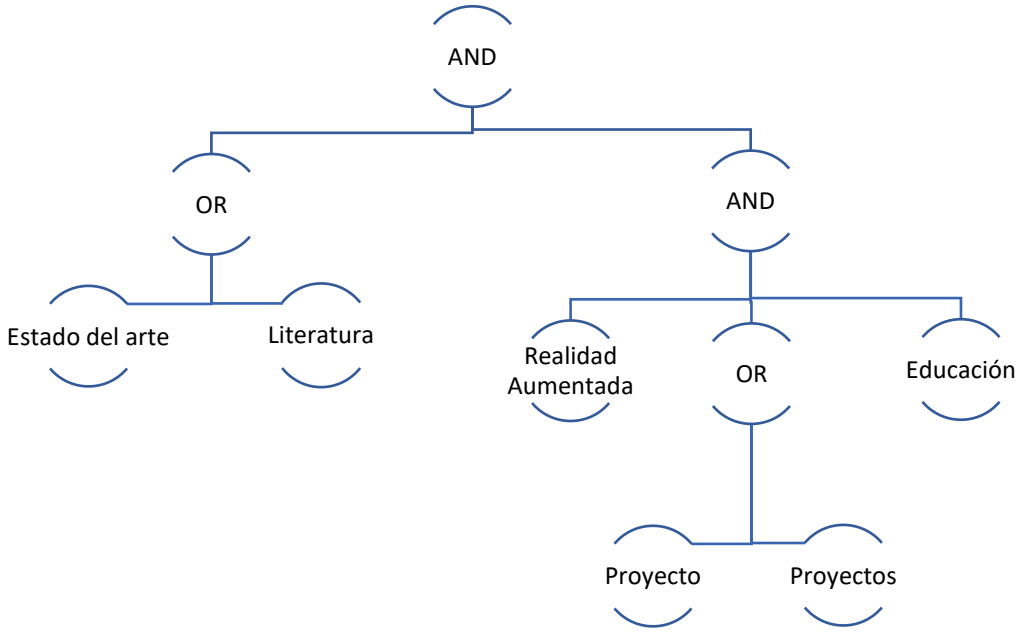
Tabla 4 Palabras clave de la búsqueda (inglés)

	PI 1	**PI 2**	**PI 3**
Palabras claves	State of the art, literature, Ar, augmented reality, projects, Education	Methodologies, Ar, Augmented reality, projects, Education	Tools, Ar , Augmented reality, Project, Education

Nota: Elaboración propia del autor

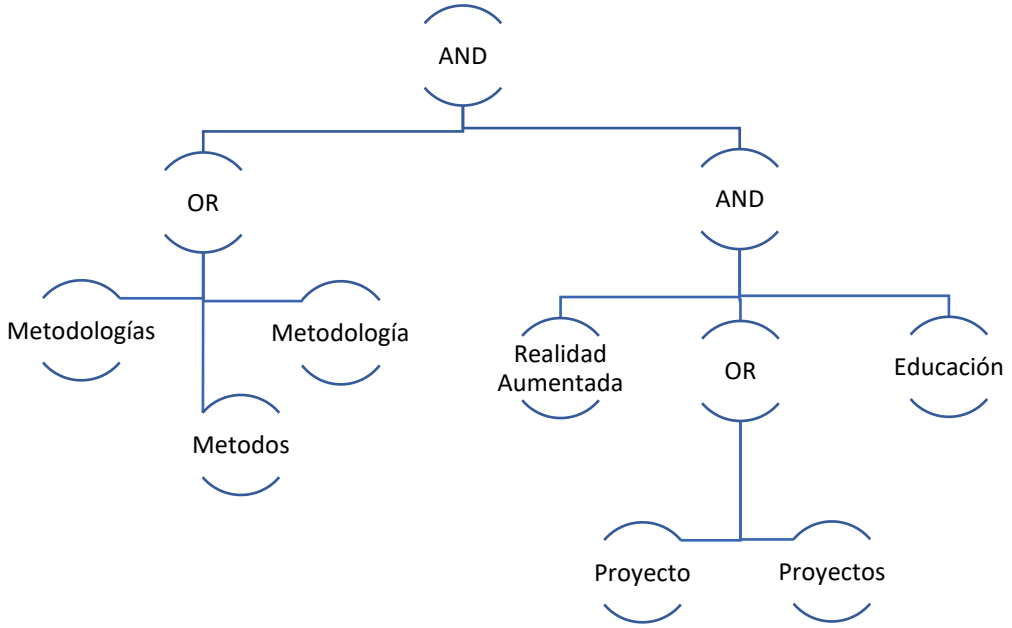
Para la búsqueda de artículos se realizaron combinaciones entre las palabras clave identificadas y los operadores lógicos “AND” y “OR” produciendo una cadena de búsqueda básica por pregunta de investigación, distribuidas por idioma (Español e Inglés) como se muestra en las siguientes Figuras:

Figura 5 Cadena de Búsqueda P1 (Español)



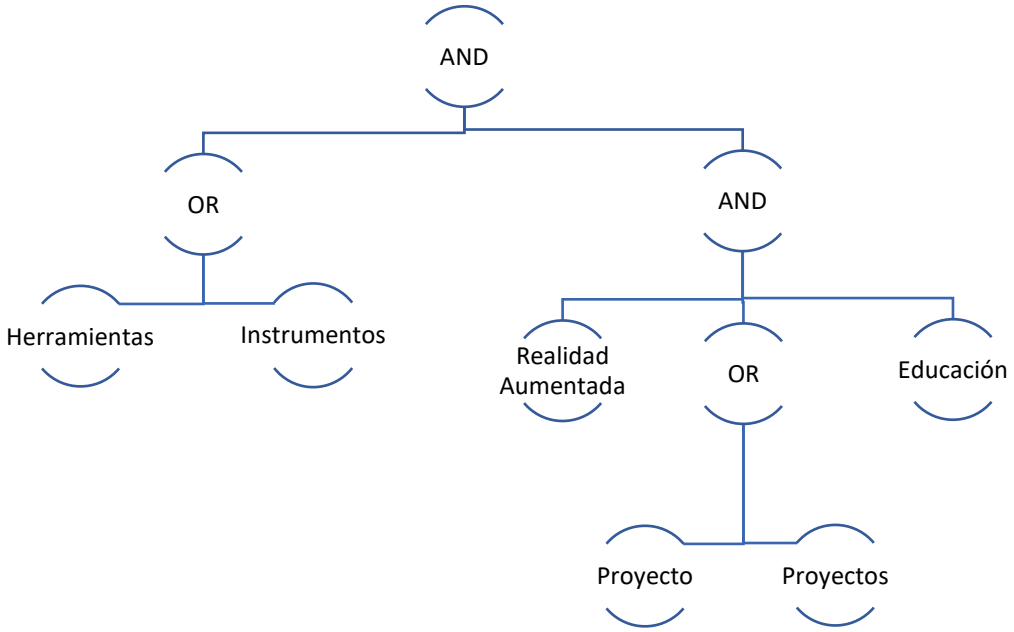
Nota: Elaboración propia del autor

Figura 6 Cadena de Búsqueda P2 (Español)



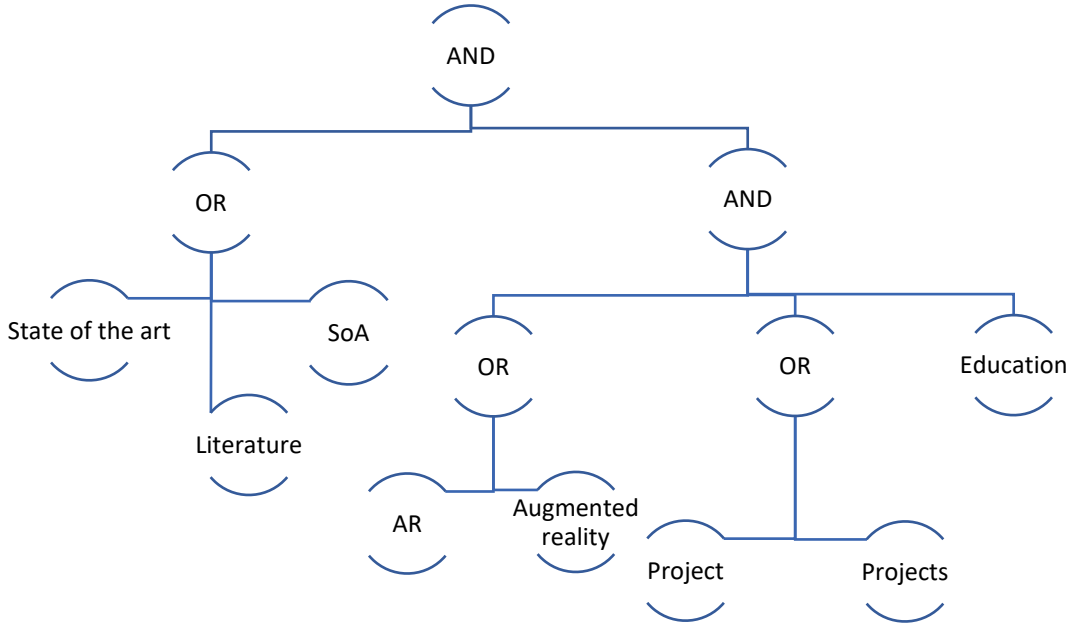
Nota: Elaboración propia del autor

Figura 7 Cadena de Búsqueda P3 (Español)



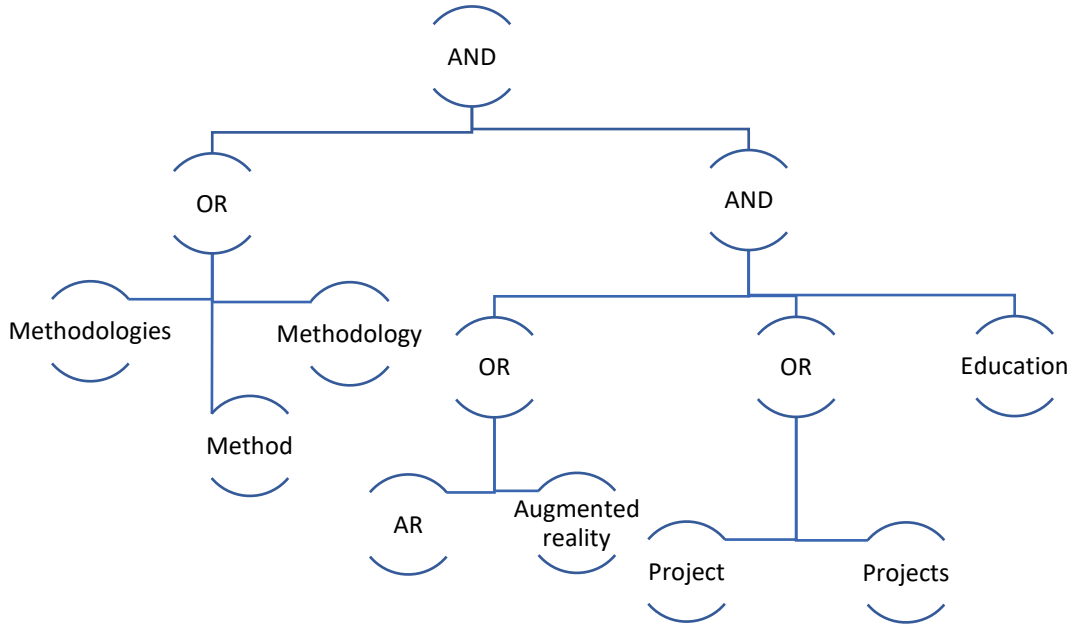
Nota: Elaboración propia del autor

Figura 8 Cadena de Búsqueda P1 (Ingles)



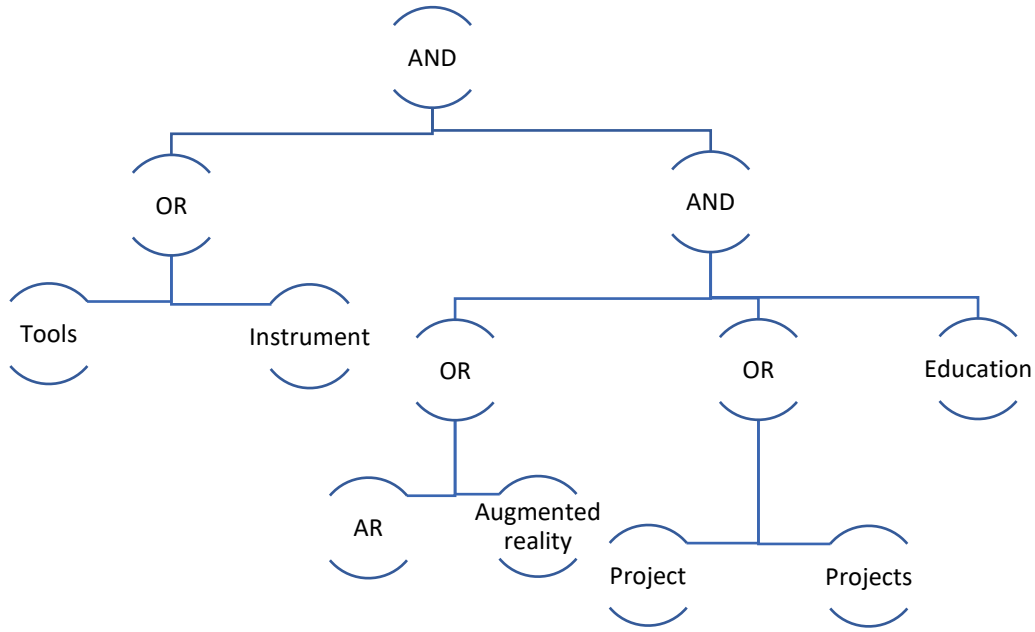
Nota: Elaboración propia del autor

Figura 9 Cadena de Búsqueda P2 (Ingles)



Nota: Elaboración propia del autor

Figura 10 Cadena de Búgsqueda P3 (Ingles)



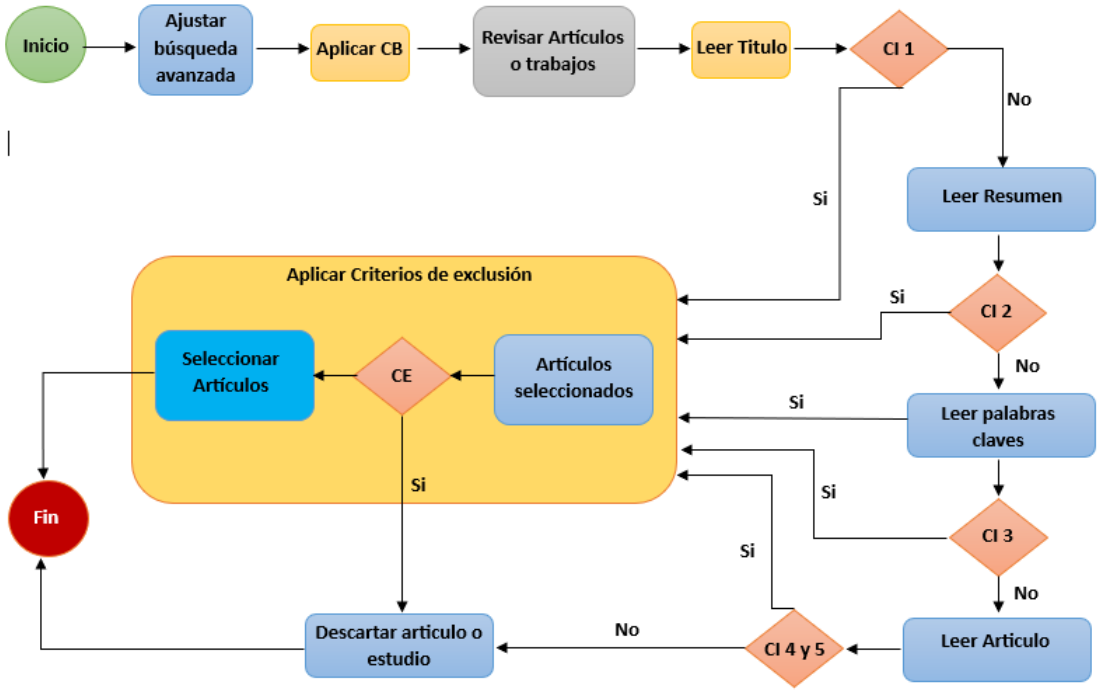
Nota: Elaboración propia del autor

3.1.4 Proceso de revisión sistemática

En el primer nivel de revisión, se ha llevado a cabo una consulta en las bases de datos seleccionadas, de manera que realizar una búsqueda avanzada, luego se realiza una revisión de los artículos o trabajos que genera la búsqueda examinando los títulos, el resumen palabras claves de los artículos obtenidos en la búsqueda y determinar si los estudios estaban relacionados con la temática de investigación (Metodologías, métodos, herramientas y proyectos de realidad aumentada en la educación superior).

Una vez identificados los artículos relevantes, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos en la Tabla 5 y Tabla 6 respectivamente. Como resultado, se obtuvieron los artículos primarios que fueron incluidos en el análisis, en la Figura 11 se muestra de manera detallada el proceso.

Figura 11 Proceso de revisión sistemática



Nota. Imagen del Proceso de revisión, Adaptado de (Obando V et al., 2020)

Este proceso de revisión ha permitido garantizar la calidad y la relevancia de los artículos seleccionados para la revisión sistemática, y ha permitido descartar aquellos que no cumplen con los criterios de inclusión establecidos. De esta manera, se ha asegurado que la información utilizada en el análisis es rigurosa y confiable.

3.1.5 Criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión de trabajos se aplicaron en una secuencia específica para garantizar que los estudios seleccionados fueran relevantes para el objetivo del estudio. Los criterios se aplicaron en el siguiente orden:

Tabla 5 Aplicación de criterios de inclusión

Id.	**Criterio de inclusión (CI)**
CI1	El título de los trabajos evidencia relación con el problema de investigación.
CI2	Resumen (abstract) de los trabajos previamente seleccionados evidencian relación con el problema seleccionado.
CI3	Trabajos que presenten comparación de diferentes implementaciones de Realidad Aumentada.
CI4	Artículos que hayan sido citados por lo menos una vez
CI5	Artículos en idioma inglés y español

Nota: Elaboración propia del autor

Tabla 6 Aplicación de criterios de exclusión

Id.	**Criterio de exclusión (CE)**
CE1	Libros
CE2	Estudios que tengan una fecha inferior a 2013.
CE3	Estudio en un idioma diferente al inglés o español.

Id.	Criterio de exclusión (CE)
CE4	Artículos o estudios duplicados.
CE5	Estudios que abordan superficialmente el tema o no aborden el tema de investigación.
CE6	Estudios no Accesibles (Privados)

Nota: Elaboración propia del autor

3.1.6 Evaluación de calidad de los documentos

La calidad de los trabajos seleccionados se evaluó respecto a 6 de los 10 criterios para determinar los estudios de calidad desarrollados en (Dybå & Dingsøyr, 2008), las cuales buscan que los estudios cumplan con tres aspectos generales que son el rigor, la credibilidad y la relevancia. Los estudios se evaluaron según cada aspecto y criterios expuestos en la Tabla 7.

Tabla 7 Aspectos y criterios de calidad de evaluación

Aspectos	Criterios
Rigor	● El alcance y los objetivos de la investigación son claros. ● Se identifica una descripción adecuada del contexto en el que se llevó a cabo la investigación.
Credibilidad	● El diseño de la investigación es apropiado para abordar los objetivos de la investigación ● Utilizaron y describieron métodos apropiados de recopilación de datos.
Relevancia	● Se realizó una descripción adecuada de los métodos utilizados para análisis de datos. ● El estudio proporcionó hallazgos claramente establecidos con resultados creíbles y conclusiones justificadas.

Nota: Elaboración propia del autor

El primer criterio es el rigor, que implica la utilización de una metodología de investigación adecuada, el segundo criterio es la credibilidad la cual indica si los resultados son

significativos y están bien presentados. El tercer criterio es la relevancia, es decir, la utilidad de los resultados obtenidos.

3.2 Ejecución de la búsqueda CB.

Se realizaron doce (12) iteraciones, 3 por cada base de datos considerada para la búsqueda: Google Académico, Science Direct, IEEE Xplore, Scopus. Cada iteración fue ajustada para adecuarse a las palabras clave más pertinentes según el idioma para cada base de datos en particular. Esta decisión se basó en la necesidad de ajustar las cadenas de búsqueda básicas, debido a las diversas configuraciones y opciones de parametrización que ofrecen. Esto aseguró la optimización de la búsqueda para resultados precisos y relevantes en cada plataforma, adaptando la estrategia de búsqueda según las particularidades de cada entorno de búsqueda académica.

3.2.1 Búsqueda en inglés.

A continuación, se presentan las diferentes adaptaciones aplicadas a la CB en la Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 8 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P1 (Ingles)

Cadena original ("State of the art" OR “SoA” OR “literature”) AND ("Ar" OR “Augmented reality”) AND (“Project” OR “Projects”) AND (“Education”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	((“State of the art" AND "SoA") AND ("AR" AND "Augmented reality") AND ("project" AND “Projects”) AND (“Education”))	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("State of the art") OR TITLE-ABS-KEY ("SoA")) AND (TITLE-ABS-KEY ("AR") OR TITLE-ABS-KEY ("Augmented reality")) AND (TITLE-ABS-KEY ("project") OR TITLE-ABS-KEY ("projects")) AND (TITLE-ABS-KEY (“Education”))	Scopus

Cadena original		
("State of the art" OR “SoA” OR “literature”) AND ("Ar" OR “Augmented reality”) AND (“Project” OR “Projects”) AND (“Education”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
3	(("All Metadata":"state of the art" OR "All Metadata":”SoA” OR "All Metadata":”literature”) AND ("All Metadata":AR OR "All Metadata": "augmented reality") AND ("Document Title": "Education" OR "All Metadata": "pedagogy" OR "All Metadata": "teaching"))	IEEE Xplore
4	(TITLE ("state of the art")) AND (TITLE ("augmented reality")) AND (TITLE ("education"))	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

Tabla 9 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P2 (Ingles)

Cadena de búsqueda original		
("Methodologies" OR “Methodology” OR “Method”) AND ("Ar" OR “Augmented reality”) AND (“Project” OR “Projects”) AND (“Education”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	((“methodology" AND "methodologies" AND “method” AND "approach") AND ("AR" AND "Augmented reality") AND ("project" AND “projects” AND "proposal") AND (“Education” AND "teaching" AND "pedagogy"))	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("methodology") OR TITLE-ABS-KEY ("methodologies")) AND (TITLE-ABS-KEY ("AR") OR TITLE-ABS-KEY ("Augmented reality")) AND (TITLE-ABS-KEY ("project")) AND (TITLE-ABS-KEY (“Education”))	Scopus

Cadena de búsqueda original		
("Methodologies" OR “Methodology” OR “Method”) AND ("Ar" OR “Augmented reality”) AND (“Project” OR “Projects”) AND (“Education”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
3	(((("All Metadata":"methodology" OR "All Metadata":"method") AND ("All Metadata":AR OR "All Metadata": "augmented reality") AND ("All Metadata": "Education"))))	IEEE Xplore
4	all:"Augmented Reality" and "AR" and "Education" and "methodology" or "project"	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

Tabla 10 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P3 (Ingles)

Cadena de búsqueda original		
("Tools" OR “Instrument”) AND ("Ar" OR “Augmented reality”) AND (“Project” OR “Projects”) AND (“Education”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	((“tools" AND "tool" AND "instrument") AND ("AR" AND "Augmented reality") AND ("project" AND “projects” AND "proposal") AND (“Education” AND "teaching" AND "pedagogy"))	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("tools") OR TITLE-ABS-KEY ("instrument ")) AND (TITLE-ABS-KEY ("AR") AND TITLE-ABS-KEY ("Augmented reality")) AND (TITLE-ABS-KEY ("project")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Education"))	Scopus
3	("All Metadata":"tools" OR "All Metadata":"tool" OR "All Metadata":"instrument") AND ("All Metadata":AR OR "All Metadata": "augmented reality") AND ("All Metadata": "Education" OR "All Metadata": "teaching" OR "All Metadata": "pedagogy")	IEEE Xplore
4	[All: ("tools" AND"instrument")] AND [All: ("AR" AND"augmented reality")] AND[All: ("Education")]	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

3.2.2 Búsqueda en español.

A continuación, se presentan las diferentes adaptaciones en la cadena de búsqueda las cuales se pueden apreciar en las Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13.

Tabla 11 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P1 (Español)

Cadena de búsqueda original ("Estado del arte" OR “Literatura”) AND ("Realidad Aumentada") AND (“Proyectos” Or “proyecto”) AND (“Educación”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	("Estado del arte" AND “Literatura”) AND ("Realidad Aumentada") AND (“Proyectos” AND “proyecto”) AND (“Educación” AND “Pedagogía”)	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("Realidad Aumentada")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Educación"))	Scopus
3	("All Metadata":Realidad aumentada) OR ("All Metadata":RA) AND ("All Metadata":educación) OR ("All Metadata":literatura)	IEEE Xplore
4	(All("literatura")) AND (All("realidad aumentada")) AND (All("educacion"))	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

Tabla 12 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P2 (Español)

Cadena de búsqueda original ("Metodologías" OR "Metodologia" OR “Metodos”) AND ("Realidad Aumentada") AND (“Proyectos” OR “Proyecto”) AND (“Educación”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	((“metodologías" AND “metodología" AND “metodos”) AND ("Realidad Aumentada") AND ("proyectos" AND “proyecto”) AND (“Educación” AND "pedagogía"))	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("metodologías")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Realidad Aumentada"))	Scopus
3	("All Metadata":Realidad aumentada) OR ("All Metadata":RA) AND ("All Metadata":educación) OR ("All Metadata”: metodologia)	IEEE Xplore
4	all:"realidad aumentada" and "RA" and "educacion" and "metodologia" or "proyecto"	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

Tabla 13 Adaptación de la cadena de búsqueda básica en las bases de datos en P3 (Español)

Cadena de búsqueda original ("Herramientas"OR “Instrumentos”) AND ("Realidad Aumentada") AND (“Proyectos” OR “Proyectos”) AND (“Educación”)		
No.	**Derivadas**	**Fuente**
1	((“Herramientas" AND "instrumento" AND “herramienta” AND "artefacto") AND ("Realidad Aumentada") AND ("proyecto" AND “proyectos” AND "propuesta") AND (“Educación” AND "pedagogía" AND “enseñanza”))	Google Académico
2	(TITLE-ABS-KEY ("Herramienta") OR TITLE-ABS-KEY ("instrumento ")) AND (TITLE-ABS-KEY ("AR") AND TITLE-ABS-KEY ("Realidad aumentada")) AND (TITLE-ABS-KEY ("proyecto")) AND (TITLE-ABS-KEY ("Educación"))	Scopus
3	("All Metadata":Realidad aumentada) OR ("All Metadata":RA) AND ("All Metadata":educación) AND ("All Metadata":herramientas)	IEEE Xplore
4	[All: ("herramienta" AND"instrumento")] AND [All: ("RA" AND"realidad aumentada")] AND[All: ("educacion")]	Science Direct

Nota: Elaboración propia del autor

3.2.3 Resultados de la búsqueda.

En las Tabla 14 y Tabla 15 se presenta el conteo detallado de todos los hallazgos que surgieron de las búsquedas en el idioma inglés y en español, donde se cuantifican los artículos encontrados en esta etapa. Los estudios totales son la cantidad de artículos encontrados con la cadena de búsqueda sin ninguna modificación, los estudios relevantes son aquellos elegidos por su título y resumen que brindan una fuerte relación con el proyecto y los estudios primarios son todos aquellos estudios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

Para obtener los estudios primarios en inglés, se aplicó el mismo procedimiento utilizado en los hallazgos anteriores, empleando criterios de inclusión y exclusión. Este enfoque garantiza la rigurosidad y coherencia en la selección de los estudios relevantes. Según los resultados de la búsqueda, que se detallan en la Tabla 17, se encontraron 843 artículos relacionados con la primera pregunta, 2916 con la segunda pregunta y 2299 con la tercera pregunta, lo que suma un total de 6058 artículos en las bases de datos seleccionadas. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, se identificaron 94 artículos relevantes para la primera pregunta, 112 para la segunda pregunta y 75 para la tercera pregunta, lo que suma un total de 281 artículos relevantes en total. En consecuencia, se seleccionaron 5 artículos primarios para la primera pregunta, 7 para la segunda pregunta y 7 para la tercera pregunta, totalizando 19 artículos que cumplían con dichos criterios.

Tabla 14 Resultados de la búsqueda en inglés

Fecha	**base de datos**	**Total, encontrados**	**Total, relevantes**	**Total, Primarios**
30/05/23	Google académico	1901	165	5
30/05/23	Scopus	265	51	3
30/05/23	IEEE Xplore	1440	46	7
30/05/23	Science Direct	2452	19	4
Total		6058	281	19

Nota: Elaboración propia del autor

Los resultados de la búsqueda en español, que se detallan en la Tabla 18, se encontraron 221 artículos relacionados con la primera pregunta, 158 con la segunda pregunta y 299 con la tercera pregunta, lo que suma un total de 678 artículos en las bases de datos seleccionadas. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos, se identificaron 12 artículos relevantes para la primera pregunta, 8 para la segunda pregunta y 7 para la tercera pregunta. lo que suma un total de 27 artículos relevantes en total. En consecuencia, se seleccionaron 6 artículos primarios para la primera pregunta, 3 para la segunda pregunta y 2 para la tercera pregunta, totalizando 11 artículos que cumplían con dichos criterios.

Tabla 15 Resultados de la búsqueda en español

Fecha	**base de datos**	**Total, encontrados**	**Total, relevantes**	**Total, Primarios**
30/05/23	Google académico	597	8	4
30/05/23	Scopus	38	12	1
30/05/23	IEEE Xplore	31	4	3
30/05/23	Science Direct	12	3	3
Total		678	27	11

Nota: Elaboración propia del autor

Los resultados que se detallan en la Tabla 16 detalla el compendio final donde se encontraron 11 artículos relacionados con la primera pregunta, 9 con la segunda pregunta y 10 con la tercera pregunta, lo que suma un total de 30 artículos primarios.

Tabla 16 Total artículos

	Encontrados	Relevantes	Primarios
P1	1064	106	11
P2	3074	120	9
P3	2598	82	10
Total	6736	308	30

Nota: Elaboración propia del autor

Para mejorar la organización de la información de los estudios primarios, se condensó en un archivo de Excel con la estructura que se muestra en la Figura 12.

Figura 12 Estructura del compendio de información

Titulo	Tipo de publicación	Autores	Resumen Temas importantes	Palabras Claves	Año	Idioma	Base de datos Digital	Enlace base de datos Revista Digital	Pregunta de investigación

Nota: Elaboración propia del autor

Los resultados de esta búsqueda de los estudios primarios presentados en la Tabla 14 y Tabla 15, nos brindan una base sólida y completa para el análisis del trabajo. El compendio de los artículos primarios resultantes de las búsquedas se presenta en la Tabla 17, especificando el número de citas que tiene cada uno, el año de publicación, el tipo de estudio y el país de publicación.

Nota. Acrónimos utilizados: PI: Pregunta de investigación, NC: Número de citaciones del artículo, TE: tipo de estudio, PP: el país de publicación del estudio.

Tabla 17 Compendio de artículos primarios producto de la búsqueda.

Id	Artículo	PI	NC	año	TE	PP
1	Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research	P1	222	2013	Parte Libro	Reino Unido
2	Augmented Reality: Survey	P1	1236	2023	artículo	México
3	Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies	P2	318	2022	artículo	Grecia
4	Augmented Reality in Education and Educational Games-Implementation and Evaluation: A Focused Literature Review	P2	200	2022	artículo	Grecia
5	Media comparison studies dominate comparative research on augmented reality in education	P2	16	2023	artículo	Alemania
6	Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education	P2	9	2022	artículo	Irlanda
7	Teachers' Professional Training through Augmented Reality: A Literature Review	P3	225	2023	artículo	España
8	Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review	P1	65	2020	artículo	Catar
9	Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education	P3	8	2022	artículo	Singapur
10	Existing Teaching Practices in Augmented Reality	P1	39	2018	artículo	Rusia
11	Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training	P2	102	2015	artículo	España

Id	Artículo	PI	NC	año	TE	PP
12	New Strategies Using Handheld Augmented Reality and Mobile Learning-teaching Methodologies, in Architecture and Building Engineering Degrees	P3	34	2013	artículo	España
13	Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization	P3	28	2015	artículo	Rusia
14	Procedimiento para el desarrollo de proyectos en realidad aumentada (RA).	P1	11	2017	Articulo	España
15	Desarrollar e incentivar las consultas en la Biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia por medio de la realización de una aplicación de realidad aumentada	P1	5	2015	Articulo	Colombia
16	Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales.	P1	40	2019	Articulo	Colombia
17	La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje	P1	138	2020	Articulo	España
18	Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia didáctica	P1	10	2021	Articulo	España
19	Implementación de la Realidad Aumentada Para Enseñar la Arquitectura de la Computadora y Superar las Deficiencias Académicas Presentadas en el Tema, Durante el Primer Periodo por los Estudiantes de la Institución Educativa San José de Llanitos	P1	5	2023	Articulo	Colombia
20	Didáctica y aplicaciones de Realidad Aumentada en la educación superior en Colombia	P2	10	2019	Articulo	Colombia
21	Competencias digitales en docentes universitarios: una revisión sistemática de la literatura	P2	127	2020	Articulo	España

Id	Artículo	PI	NC	año	TE	PP
22	Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation	P3	100	2022	Articulo	Estados Unidos
23	Augmented reality: Examining its value in a music technology classroom. Practice and potential	P3	23	2019	Articulo	Nueva Zelanda
24	Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química	P3	18	2015	Articulo	México
25	Development of mobile markerless augmented reality for cardiovascular system in anatomy and physiology courses in physiotherapy education	P3	4	2020	Articulo	Taiwan
26	Zero-Programming Augmented Reality Authoring Tools for Educators: Status and Recommendations	P3	6	2017	Articulo	Rumania
27	Augmented Reality Experiences in Informal Education	P1	2	2018	Articulo	Estados Unidos
28	Augmented Reality for Teaching Data Structures in Computer Science	P2	6	2020	Articulo	Estados Unidos
29	From reality to augmented reality: Rapid strategies for developing marker-based AR content using image capturing and authoring tolos	P2	8	2015	Articulo	Estados Unidos
30	Wireless communications engineering education via Augmented Reality	P3	9	2016	Articulo	Estados Unidos

Nota: Elaboración propia del autor

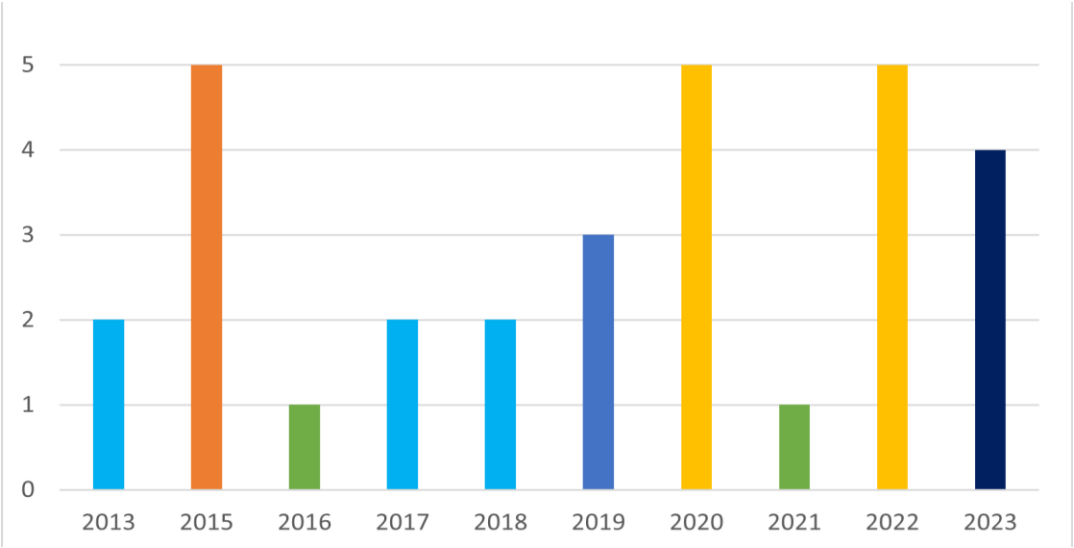
3.3 Análisis de Resultados de la Revisión Sistemática de la Literatura

En los siguientes apartados, se detallarán los resultados correspondientes a cada una de las preguntas de investigación formuladas en este estudio. Los resultados proporcionarán una visión detallada y estructurada de los hallazgos recopilados a través del proceso de mapeo sistemático

3.3.1 Distribución de tiempo de los estudios primarios.

En la Figura 13 se muestra la distribución de tiempo en lo que concierne a los años de publicación de los estudios primarios, siendo los años 2022, 2020 y 2015 que presenta mayor porcentaje en un 16.67% y 5 artículos para cada uno, seguidamente está el año 2023 con un porcentaje de 13.33% con 4 artículos, el año 2019 presentan un porcentaje de 10.00% respectivamente para con un total de 3 estudios, posteriormente los años 2018, 2017 y 2013 con un porcentaje de 6.67% con 2 artículos cada uno y finalmente en un mismo porcentaje el año 2021, y 2016 con 3.33% cada uno relacionando a 2 estudios en total.

Figura 13 Distribución de los estudios en años

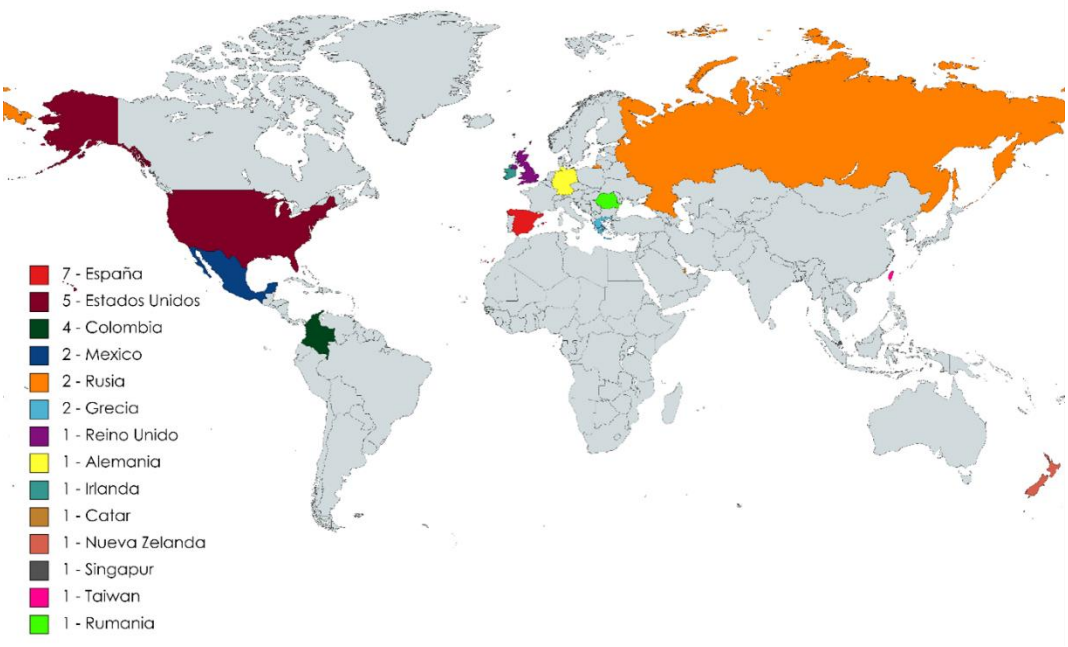


Nota: Elaboración propia del autor

3.3.2 Distribución geográfica de los estudios primarios.

La Figura 14 muestran que la distribución geográfica de los artículos primarios, que proviene en gran manera de España, país que realiza la mayor contribución científica al dominio de investigación de esta revisión sistemática con un 23,33% (7 estudios), seguido de Estados Unidos con (5 estudios) que genera un 16,66% de contribución, finalmente 60% de otros países, mencionando algunos de ellos Reino Unido, México, Grecia, Alemania, Qatar, Irlanda, Singapur, Rusia, Colombia, Nueva Zelanda, Taiwán y Rumania para un total de 14 países.

Figura 14 Conteo de publicaciones por país



Nota: Elaboración propia del autor

Teniendo en cuenta la metodología propuesta en el trabajo se abordarán los diferentes puntos para dar paso al análisis de los documentos seleccionados y que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión previamente realizados en la revisión sistemática de la literatura basándose en las preguntas de la investigación se abordarán de CB, se abordarán los

diferentes documentos finales para así cumplir cada uno de los objetivos específicos planteados. En este sentido, se tendrán en cuenta los siguientes elementos planteados en la metodología los cuales son; para la extracción de la información se tendrán aspectos como: autor, titulo año, titulo, objetivo, metodología, resultados claves y recomendaciones. Y para el posterior análisis de los documentos se identificarán, las tendencias, métodos aplicados de RA, la implementación en el ámbito educativo o empresarial, y los desafíos presentes en la adopción de la Realidad Aumentada (RA).

3.4 Conclusión

En el presente capítulo se logra con éxito la fase de recopilación y selección de la literatura relevante para la Revisión Sistemática (RSL) sobre proyectos de realidad aumentada para la educación. Se logra identificar 6,736 artículos a través de búsquedas en las diferentes bases de datos, y mediante un proceso detallado de revisión de títulos y resúmenes, se logró reducir esta cifra a 308 artículos que mostraron relevancia y con la aplicación de criterios más específicos de inclusión y exclusión permitió refinar la selección a 30 artículos primarios. Dentro de este conjunto, se destaca la distribución de los estudios relacionados con las tres preguntas de investigación planteadas: 11 artículos abordan la primera pregunta, 9 la segunda y 10 la tercera. Esta distribución proporciona una visión equilibrada de la literatura disponible en relación con los objetivos específicos de la investigación.

Por lo anterior y con ayuda del análisis de las preguntas de investigación se da por cumplido el objetivo específico de reunir y analizar información sobre proyectos de realidad aumentada para la educación, debido a que se ha logrado consolidar un conjunto de estudios representativos y relevantes que contribuirán a la investigación.

4. CAPITULO IV RESULTADOS OBTENIDOS

La revisión sistemática, basada en el método de Barbara Kitchenham, establece una serie de pasos metodológicos clave. Comienza con la formulación de preguntas de investigación que orientan la búsqueda de artículos primarios, los cuales, en última instancia, ofrecerán respuestas a los objetivos específicos planteados. Este enfoque facilita la obtención de resultados concluyentes y contribuye a la rigurosidad del proceso de revisión, por lo anterior en este capítulo se les dará respuesta a las preguntas de investigación planteadas en la revisión sistemática, dando así solución al objetivo específico identificar las diferentes metodologías e implementaciones que se utiliza en la RA para la educación.

4.1 Estudio del estado del arte de los proyectos de realidad aumentada realizados para la educación P1

4.1.1 Síntesis de artículos

El siguiente compendio de artículos son el resultado de la revisión sistemática que da respuesta a la presente pregunta de investigación.

Tabla 18 Compendio Artículos P1

Titulo	Autor	Aporte
Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research	(Wang et al., 2013)	Investiga cómo la Realidad Aumentada (RA) puede cambiar la manera en que interactuamos con nuestro entorno físico, trazar la trayectoria de su avance tecnológico y medir su influencia en diferentes sectores.
Augmented Reality: Survey	(Mendoza-Ramírez et al., 2023)	Proporciona un entendimiento completo sobre la Realidad Aumentada (RA), examinando cómo se usa, los retos que enfrenta, sus limitaciones y hacia dónde se dirige en diferentes áreas, donde se buscó analizar la RA de forma global y detallada
Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review	(Khowaja et al., 2020)	Proponen una taxonomía de investigación para el TEA para que los futuros investigadores

Titulo	Autor	Aporte
		puedan utilizarlo como base para planificar la evaluación de la tecnología RA entre niños y adolescentes con TEA
Existing Teaching Practices in Augmented Reality	(Klimova et al., 2018)	Proporciona una base para proponer tendencias y posibilidades que podrían influir positivamente en la evolución y creación de programas educativos innovadores en esta especialidad.
Procedimiento para el desarrollo de proyectos en realidad aumentada (RA)	(Meneses J, 2017)	Propuesta de procedimiento denominado "ProRa"
Desarrollar e incentivar las consultas en la Biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia por medio de la realización de una aplicación de realidad aumentada	(Puentes & Peralta, 2014)	Uso de la metodología de desarrollo Mobile D para RA
Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales	(López P et al., 2019)	Resultados favorables en la RA con modelos de aprendizaje constructivistas
La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje	(Cabero A & Puentes P, 2020)	Describen características específicas de la RA que la hacen útil para la formación
Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia didáctica	(Mendoza Fuentes, 2022)	Resultado elevado de aceptación a la RA por parte de la población estudiantil
Implementación de la Realidad Aumentada Para Enseñar la Arquitectura de la Computadora y Superar las Deficiencias Académicas Presentadas en el Tema, Durante el Primer Periodo por los Estudiantes de la Institución Educativa San José de Llanitos	(Celis P, 2020)	Destacó que la estrategia pedagógica a través de RA puede ser utilizada en procesos educativos con estudiantes de todas las edades y niveles educativos y se enfatizó la importancia de contar con espacios físicos adecuados y una buena iluminación al trabajar con Realidad Aumentada como recurso pedagógico para garantizar una buena visibilidad de los contenidos de la aplicación
Augmented Reality Experiences in Informal Education	(Petrovich et al., 2018)	Aportan una revisión sistemática de investigaciones empíricas que examinan la implementación de tecnologías de realidad aumentada (RA) en entornos de aprendizaje informal, específicamente en aplicaciones de museos.

Nota: Elaboración propia del autor

4.1.2 Hallazgos

(Meneses J, 2017) en su trabajo “Procedimiento para el desarrollo de proyectos en realidad aumentada (RA)”. El objetivo general de este trabajo fue determinar los requerimientos para el desarrollo de proyectos de realidad aumentada RA, luego diseñar un procedimiento

mediante un protocolo claramente establecido. La metodología de la investigación usada fue de corte cualitativo, el método fue descriptico explicativo, las técnicas usadas fue el método no experimental a través de la observación del fenómeno de RA aplicado en personas interesadas en aprender y a través de la revisión de documentos, artículos y entrevistas.

Entre los resultados más importantes, se acepta que RA se ha convertido en una tecnología ampliamente aceptada en la era actual debido a los avances tecnológicos, como cámaras integradas en dispositivos inteligentes (Smartphones, Tablets, laptops), sistemas de localización y procesamiento de alto nivel, haciendo que la inmersión en experiencias de RA sea accesible para la mayoría de los usuarios y que la tecnología se utilice en varios sectores económicos, incluyendo la educación, el turismo y el marketing.

Asimismo, se llevó acabó el procedimiento denominado "ProRa" donde se aplicó con éxito en la generación de una tarjeta para el programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de Pamplona, cuyo resultado esperado fue la creación de un escenario de Realidad Aumentada que cumplió con los requerimientos definidos, utilizándose así para desarrollar una aplicación para dispositivos Android bajo el nivel 1 de Realidad Aumentada. Finalmente, recomienda aplicar el procedimiento "ProRa" en futuros proyectos que hagan uso de la Realidad Aumentada, donde ayudaría a evaluar su eficacia y comprender su alcance en diferentes contextos y proyectos.

El autor señala que en la metodología algo muy importante es seleccionar correctamente el software y las herramientas, donde se destacan los siguientes. Primero, Blender el cual es un software de modelado 3D y animación que se utiliza para crear contenido tridimensional, este se puede utilizar para crear contenido virtual y combinarlo con la cámara del dispositivo, implicando el uso de RA para visualizar modelos 3D en entornos del mundo real. Por otro lado,

SketchUp el cual es un software de diseño gráfico y modelado en 3D que se utiliza en entornos de arquitectura, diseño industrial y más, el que podría utilizarse para crear modelos 3D que luego se integren en experiencias de RA, para ello se elaboró el procedimiento para la creación de proyectos de realidad aumentada el cual consiste en las siguientes etapas:

a) **Formalización de la idea:** En esta etapa inicial, se debe definir claramente la idea del proyecto de RA, incluyendo los alcances, la población objetivo y los requerimientos funcionales y no funcionales, donde también se debe considerar el hardware necesario y crear un storyboard que visualice cómo funcionará la experiencia de RA, el autor recomienda contar con un equipo multidisciplinario para llevar a cabo este proceso.

b) **Definir el nivel de realidad aumentada:** Se deben identificar los niveles de RA a utilizar, que van desde el nivel 0 (utilización de códigos de barras o códigos QR) hasta el nivel 3 (inmersión total). La elección se basa en el tipo de proyecto y su complejidad.

c) **Definir la técnica de visualización:** Dependiendo del nivel de RA seleccionado, se debe determinar cómo se visualizará la experiencia. Esto puede incluir visualización en la cabeza (dispositivos rastreados por sensor), visualización de mano (a través de smartphones o tablets), o visualización espacial (para interacciones en ubicaciones específicas).

d) **Adquirir o desarrollar el contenido multimedia:** En esta etapa, se deben diseñar o adquirir los diferentes elementos multimedia, como videos, animaciones, sonidos, textos y modelos 2D/3D, que enriquecerán la experiencia de RA. Estos elementos se pueden desarrollar internamente, descargar de fuentes externas o vincular a contenido disponible en la web.

e) **Elegir el software para desarrollar el proyecto:** Se debe seleccionar la plataforma o software adecuado para la creación del proyecto de RA. Esto puede variar según la complejidad y las necesidades del proyecto. Algunos softwares pueden no requerir conocimientos de programación, mientras que otros permiten un desarrollo más personalizado y complejo.

f) **Desarrollo del proyecto:** Con los elementos multimedia y la plataforma seleccionada, se procede a desarrollar el proyecto de RA, siguiendo las etapas anteriores del procedimiento, desde la formalización de la idea hasta la adquisición del contenido.

g) **Pruebas:** Se realizan diversas pruebas para asegurar que el proyecto funcione correctamente. Esto incluye pruebas de interfaz de usuario, pruebas del sistema, pruebas de desempeño y pruebas de estrés. Se deben documentar los resultados y solucionar los problemas identificados.

h) **Cierre:** Una vez que se han superado con éxito las pruebas y se ha validado el proyecto, se puede proceder al cierre. Esto implica entregar el proyecto al cliente, si es el caso, y firmar un acta de aprobación. También se pueden realizar ajustes finales según las sugerencias del cliente.

i) **Lanzamiento del proyecto:** Si el proyecto ha sido aprobado por el cliente, se procede a lanzarlo para que los usuarios puedan acceder a él. Esto puede implicar la creación de instaladores o enlaces de descarga, según la tecnología utilizada.

j) **Mantenimiento:** Se debe planificar el mantenimiento del proyecto para futuras actualizaciones o adiciones de contenido. Si se desea aumentar el contenido virtual, se

debe repetir el procedimiento desde la formalización de la idea para obtener una nueva versión de la aplicación.

(Puentes & Peralta, 2014) llevaron a cabo un proyecto de grado titulado "Fomento de la Consulta en la Biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia a través de una Aplicación de Realidad Aumentada". Este trabajo se centró en el desarrollo de una aplicación móvil que aprovechó la tecnología de realidad aumentada para permitir a los usuarios acceder a la información de los recursos de la biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia. El objetivo principal fue crear una experiencia en 3D de la biblioteca, accesible mediante un código QR, que brindara a los usuarios la posibilidad de explorar los recursos bibliográficos clasificados por categorías y verificar la disponibilidad en tiempo real de los materiales ofrecidos por la biblioteca. Para el desarrollo de la aplicación se implementó la metodología de desarrollo Mobile D

Como principales resultados en las pruebas realizadas con el dispositivo móvil, se observó que, al añadir más elementos, la aplicación experimentó retrasos significativos al reflejar el QR en la cámara. A pesar de estos desafíos técnicos, se reconoce que las aplicaciones móviles son una herramienta efectiva para transmitir información, y la realidad aumentada puede mejorar la experiencia de los usuarios en un entorno como una biblioteca universitaria. Por lo tanto, se recomienda que la aplicación futuramente permita la consulta de contenido bibliográfico en tiempo real y expanda su compatibilidad con sistemas operativos móviles diferentes a Android para llegar a una audiencia más amplia

Por su parte, (Ramírez O, 2018) en su proyecto denominado “Desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada para mejorar el desplazamiento en espacios desconocidos, caso de estudio”. Donde se establecieron los requerimientos, las tecnologías existentes y los proyectos

relacionados en RA con desplazamiento, luego se diseñó los requerimientos funcionales del aplicativo, asimismo se diseñó la experiencia del usuario mediante los criterios de accesibilidad, posterior a la etapa de realización de pruebas y funcionabilidad del proyecto. La metodología fue de corte mixto, aplicando el método experimental y explicativo, las herramientas para la recolección de la información fueron la revisión de documentos y la observación del experimento, asimismo, se aplicaron encuestas para conocer la percepción del proyecto.

(Ramírez O, 2018) señala que no le fue posible implementar conjuntamente IndoorAtlas y ARKit debido a que las últimas versiones de IndoorAtlas con soporte para el framework de navegación no son completamente compatibles y que la localización resulta ser muy efectiva. Sin embargo, se destaca que esta tecnología está dominada por un actor principal, IndoorAtlas, y su uso está limitado a dispositivos Android debido a que iOS no es un sistema completamente abierto para los desarrolladores.

(López P et al., 2019) en su documento llamado “Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales” su objetivo general se enfocó en encontrar como la realidad aumentada podría ayudar a hacer que las clases de ciencias naturales fueran más interesantes y efectivas Para lograrlo, exploraron formas de integrar la realidad aumentada en la educación para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el campo de las ciencias naturales. Además, realizaron una revisión de investigaciones previas que examinaron la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias naturales y su impacto en los métodos de enseñanza. También se buscaron estudios en la literatura académica que se enfocaran en la utilización de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias naturales. Se utilizó la metodología de investigación documental con un enfoque cualitativo Para la

recolección de la información requerida se realizaron encuestas y entrevistas entre los docentes de básica primaria de la institución educativa seleccionada.

Los resultados clave de esta investigación destacan la Realidad Aumentada (RA) como una tecnología emergente que favorece la adopción de modelos de aprendizaje constructivistas en ciencias naturales, mejorando significativamente la enseñanza al proporcionar estímulos motivadores y permitir una comprensión más profunda de conceptos complejos. La integración de la RA en la educación se presenta como una oportunidad crucial para difundir el conocimiento, adaptarse a las tecnologías utilizadas por los estudiantes y promover un cambio en los enfoques pedagógicos. Las recomendaciones incluyen la promoción de la implementación de la RA en el aula, la capacitación de docentes en su uso, la fomentación de la interacción entre docentes y estudiantes, la investigación continua en aplicaciones específicas para la enseñanza y la evaluación del impacto de la RA en el aprendizaje en ciencias naturales, impulsando así la innovación en la educación.

(Ramírez O, 2018) comentó que, a pesar de su poco tiempo en el mercado, se observa que el framework de realidad aumentada ARKit es lo suficientemente robusto, debido a su amplia documentación actualizada, lo que facilita el desarrollo efectivo y óptimo de aplicaciones de realidad aumentada utilizando ARKit. En contraste, IndoorAtlas sigue siendo la opción más viable y sencilla para el desarrollo de sistemas de navegación en interiores, sugiriendo que, a pesar de los desafíos, este software sigue siendo una elección conveniente para proyectos de este tipo.

(Cabero A & Puentes P, 2020) en su trabajo titulado “La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje”, el objetivo general de la investigación fue presentar diferentes características distintivas de la Realidad Aumentada, para su uso, aplicación en

proyectos y escenarios en los diferentes niveles educativos como una alternativa interesante y dinámica. La metodología utilizada fue de tipo cualitativo, mediante el método exploratorio, las técnicas para la recolección de la información fue la revisión documental.

Las características de la RA describen las características específicas que la hacen útil para la formación, tanto en entornos presenciales como virtuales, donde deberán de tener una integración coherente en tiempo real, la capacidad para superponer diversidad de capas de información digital, que se tenga la posibilidad de interacción del usuario, del mismo modo, la participación activa de la persona en la construcción del contenido de RA, asimismo, el enriquecimiento o alteración de la información de la realidad con la información digital integrada.

(Cabero A & Puentes P, 2020) comentan que existen diferentes tendencias de la RA en proyectos relacionados con la educación, donde se utiliza para motivar a los estudiantes a involucrarse profundamente con los conceptos y recursos de estudio, ya que la superposición de información en el mundo real permite establecer conexiones más significativas y duraderas en el proceso de adquisición de conocimiento. Del mismo modo, la RA posibilita el aprendizaje auténtico y contextualizado al incorporar experiencias educativas en el entorno del mundo real y al introducir elementos del mundo real en el aula, dado que la RA fomenta el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento, lo que contribuye a la flexibilidad y accesibilidad de la educación. De esta manera, la RA permite la integración de simuladores y la aplicabilidad en simuladores y laboratorios virtuales lo cual permite un aprendizaje a través de las experiencias basadas en la realidad.

Del mismo modo, (Mendoza Fuentes, 2022) en el trabajo “Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia

didáctica”, trazó como objetivo general en su proyecto, registrar el conocimiento en la población de estudiantes frente el uso de realidad aumentada RA, como también la aplicación de nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje en las ciencias naturales, asimismo, se realizó un proceso de aplicación de procesos didácticos mediante el uso de realidad aumentada en el grado séptimo uno como proyecto de aprendizaje mixto, en la asignatura de ciencias naturales, y posterior a ello evaluar la percepción sobre la utilización de la Realidad Aumentada para el aprendizaje de las materias mediante esa modalidad.

Entre los resultados más destacables se identificó una carencia de conocimiento inicial en los estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Lacides C. Bersal en Lorica en lo que respecta a la comprensión y naturaleza de la tecnología de Realidad Aumentada. Del mismo modo, después de la introducción de aplicaciones basadas en Realidad Aumentada en el aula, se identificó la notoria destreza con la que los estudiantes incorporaron y manejaron estas aplicaciones, lo cual resultó en una mejora significativa en la comprensión del contenido, un incremento del interés por la exploración de fenómenos y una contribución valiosa mediante la discusión de conocimientos con otros grupos de estudiantiles.

En relación con lo anterior, los resultados del cuestionario realizado obtuvo un grado elevado de aceptación por parte de la población estudiantil involucrada en el estudio, donde se observaron mejoras sustanciales en el progreso cognitivo de los estudiantes en relación con el tema abordado a través del empleo de aplicaciones de Realidad Aumentada, es así que identifica que la aplicación de un proyecto de realidad aumentada mixta permitiría el fortalecimiento de las competencias previamente planificadas por el docente. De igual forma en la realización del proyecto piloto se identificó la necesidad de crear nuevos ambientes y entornos de aprendizaje, que permitan a los estudiantes fortalecer su aprendizaje mediante la interacción entre la

investigación y la adquisición de conocimientos esenciales para impulsar su desarrollo intelectual.

Por otro lado, (Celis P, 2020) elaboró el trabajo denominado “Implementación De La Realidad Aumentada Para Enseñar La Arquitectura De La Computadora Y Superar Las Deficiencias Académicas Presentadas En El Tema, Durante El Primer Periodo Por Los Estudiantes De La Institución Educativa San José De Llanitos”. El trabajo se centró en desarrollar una herramienta tecnológica mediada por realidad aumentada con la cual los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San José de Llanitos puedan apropiar los conocimientos relacionados con la arquitectura de las computadoras y superar el bajo rendimiento académico obtenido en este tema durante el primer periodo, y, de esta forma dar un buen aprovechamiento a los dispositivos tecnológicos móviles que los estudiantes llevan a la institución. La metodología usada fue cualitativa y cuantitativa, el tipo de estudio fue exploratorio experimental, las técnicas usadas fueron la revisión documental bibliográfica, la observación y el trabajo de campo.

Entre los resultados más importantes mediante la observación, el impacto a corto plazo en el compromiso de los estudiantes participantes en las actividades y en su nivel de comprensión de los temas tratados a través de la aplicación de Realidad Aumentada (RA). Asimismo, la implementación del proyecto generó interés en los estudiantes, quienes experimentaron una mejor experiencia educativa al interactuar con objetos tridimensionales multimedia a través de sus teléfonos móviles. Del mismo modo, se enfatizó en la necesidad de que los docentes incluyan la tecnología de Realidad Aumentada en sus prácticas pedagógicas, pero también que se capaciten en su uso puesto que la RA se considera un recurso innovador con múltiples beneficios para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Asimismo, se destacó que la estrategia pedagógica a través de RA puede ser utilizada en procesos educativos con estudiantes de todas las edades y niveles educativos, siempre que se adapten los temas y recursos a cada nivel. Al igual que se enfatizó la importancia de contar con espacios físicos adecuados y una buena iluminación al trabajar con Realidad Aumentada como recurso pedagógico para garantizar una buena visibilidad de los contenidos de la aplicación. Finalmente, se planteó la posibilidad de futuras investigaciones que profundicen en otras aplicaciones basadas en Realidad Aumentada para el proceso de enseñanza-aprendizaje y que involucren a los estudiantes en el desarrollo de estas.

Del mismo modo, se destaca el estudio de (Klimova et al., 2018) llamado "Prácticas de Enseñanza Existentes en Realidad Aumentada", llevado a cabo en la Universidad de Kronverksky en San Petersburgo, Rusia. Este trabajo tuvo como principal finalidad ofrecer un análisis exhaustivo y sugerir recomendaciones para la implementación de programas educativos novedosos en el dominio de la Realidad Aumentada. Al explorar los enfoques pedagógicos, metas de aprendizaje, estándares de evaluación, y las destrezas y competencias requeridas en la Realidad Aumentada, el estudio proporciona una base para proponer tendencias y posibilidades que podrían influir positivamente en la evolución y creación de programas educativos innovadores en esta especialidad. La metodología utilizada para la investigación fue cualitativo y cuantitativo y como técnicas de recolección de información fueron la revisión sistemática de bases de datos académicas y el análisis de contenido de programas educativos y literatura científica.

Las principales conclusiones indican que, los métodos de enseñanza y evaluación siguen siendo tradicionales, como conferencias y ejercicios prácticos, aunque algunos cursos utilizan métodos no tradicionales que fomentan la participación del estudiante. De igual modo se

determinó que se utiliza una amplia variedad de métodos de evaluación contribuyendo a una calificación más objetiva. Además, la presencia significativa de trabajos de proyectos refleja la importancia de habilidades como el trabajo en equipo y la creatividad, vitales en la industria Realidad Aumentada/Realidad Virtual. Con el trabajo realizado se espera poder informar a educadores, científicos y formuladores de políticas sobre métodos de enseñanza, objetivos de aprendizaje y competencias requeridas en el campo de la Realidad Aumentada.

Por su parte, el trabajo llevado a cabo por (Wang et al., 2013) Denominado “Realidad Aumentada en el entorno construido: Clasificación e implicaciones para futuras investigaciones” el articulo tuvo como fines investigar cómo la Realidad Aumentada (RA) puede cambiar la manera en que interactuamos con nuestro entorno físico, trazar la trayectoria de su avance tecnológico y medir su influencia en diferentes sectores. Específicamente, se enfoca en la importancia de la RA en las disciplinas de arquitectura, construcción e ingeniería. La metodología utilizada aplicada en este artículo fue cualitativa el método fue exploratorio, la técnica utilizada fue la revisión documental.

El estudio concluyó que, aunque existe una creciente diversificación en el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la construcción, la investigación actual se centra en experimentos de laboratorio más que en aplicaciones prácticas en el campo. Se destacó la necesidad de cerrar la brecha entre la viabilidad teórica y la utilidad práctica, sugiriendo que el éxito futuro de los sistemas de RA en la construcción dependerá de una colaboración más estrecha entre desarrolladores y profesionales del sector, así como de investigaciones que integren aplicaciones del mundo real y las necesidades de los usuarios finales.

En este sentido, el documento elaborado por (Mendoza-Ramírez et al., 2023) titulado “Realidad Aumentada: Encuesta” el trabajo fue realizado en la Escuela de Ingeniería y Ciencias

del Tecnológico de Monterrey en Monterrey, México. El objetivo principal del estudio fue proporcionar un entendimiento completo sobre la Realidad Aumentada (RA), examinando cómo se usa, los retos que enfrenta, sus limitaciones y hacia dónde se dirige en diferentes áreas, donde se buscó analizar la RA de forma global y detallada, investigando tanto los aspectos técnicos como los beneficios, las futuras líneas de investigación y las aplicaciones prácticas. Para hacer esto, el estudio utilizo una Revisión Sistemática de la Literatura, que sigue un conjunto específico de reglas para revisar investigaciones previas. El enfoque metodológico de este artículo es cualitativo y exploratorio, el método de recolección de información fue una revisión documental exhaustiva se utilizó la base de datos Scopus para recopilar datos.

Las principales conclusiones del estudio muestran que esta tecnología tiene un potencial transformador en múltiples dominios, integrándose con avances en visión por computadora, aprendizaje automático, renderizado avanzado y comunicaciones de alta velocidad, ya que la RA ya no es vista solo por su potencial, sino por sus impactos tangibles y beneficios, habiendo pasado de ser una tecnología emergente a una en maduración. La estandarización y la adopción de RA continúan siendo desafíos para la educación actual, pero el creciente volumen de investigación y el interés indican avances significativos hacia la normalización de su uso. A pesar de los desafíos técnicos y de adopción, la RA se está convirtiendo en una tecnología más integrada y aceptada en la sociedad.

Por otro lado, el trabajo realizado por (Khowaja et al., 2020) “Realidad Aumentada para el Aprendizaje de Niños y Adolescentes con Trastorno del Espectro Autista (TEA): Una Revisión Sistemática”, donde el estudio consistió en llevar a cabo una revisión sistemática de la utilización de la Realidad Aumentada para mejorar diversas habilidades en niños y adolescentes diagnosticados con trastorno del espectro autista desde el año 2005 hasta el 2018,

proporcionando una visión general de las investigaciones existentes y ofreciendo recomendaciones para futuras investigaciones. Se abordaron las habilidades tratadas, los participantes involucrados, las tecnologías utilizadas y los hallazgos obtenidos en el contexto de la RA como herramienta educativa para este grupo. La metodología utilizada fue cuantitativos y cualitativos. Las herramientas usadas para la recolección de datos fueron, la revisión documental, encuesta dirigida a los terapeutas y la observación.

Las conclusiones más importantes de este estudio indican que, aunque la Realidad Aumentada ha demostrado un impacto positivo en el aprendizaje de individuos con trastorno del espectro autista, aunque no es posible llegar a una conclusión sumativa sobre la efectividad de la RA para enseñar habilidades diversas debido a la gran variedad de habilidades enfocadas en los estudios y la heterogeneidad de los participantes. En el estudio también culmina proponiendo una taxonomía de investigación para el TEA para que los futuros investigadores puedan utilizarlo como base para planificar la evaluación de la tecnología RA entre niños y adolescentes con TEA, ya que está taxonomía puede ser adaptativa las necesidades de investigación, considerando los aspectos de habilidades de aprendizaje, características de los participantes, síntomas, tecnología utilizada, diseño de la investigación, métodos de recolección de datos, configuraciones de evaluación y parámetros de evaluación.

Por otra parte (Petrovich et al., 2018) en su trabajo “Experiencias de realidad aumentada en la educación informal” se enfoca en una revisión sistemática de investigaciones empíricas que examinan la implementación de tecnologías de realidad aumentada (RA) en entornos de aprendizaje informal, específicamente en aplicaciones de museos. Debido a que la RA ha demostrado ser una herramienta potente en diversos sectores, incluidos la medicina, la milicia, el marketing, los viajes y la educación. La literatura revisada por el autor destaca la falta de

estudios específicos que evalúen el impacto de la RA en entornos de aprendizaje informal y propone abordar esta laguna mediante la revisión de literatura empírica entre 2010 y 2017, centrándose en aspectos como los resultados de aprendizaje esperados, las afirmaciones sobre la RA como herramienta educativa en entornos informales, las metodologías utilizadas en la evaluación de resultados y las características demográficas.

Los resultados revelan al autor un aumento significativo en la publicación de artículos relacionados con la implementación de la RA a partir de 2014. De los estudios revisados, el 72% se publicaron en este período. La mayoría de estos estudios utilizaron aplicaciones de RA específicas o desarrolladas para la interacción, y los resultados indican que los grupos experimentales que utilizaron RA presentaron resultados de aprendizaje más altos, mayor motivación para aprender, interés en el contenido del museo y disfrute de la experiencia mejorada digitalmente.

Las metodologías utilizadas en estos estudios variaron, pero el autor observó un uso frecuente de diseños de investigación mixtos, seguidos de diseños cualitativos y cuantitativos. Las técnicas de recopilación de datos más comunes incluyeron entrevistas y pruebas previas y posteriores, encontró que el 62% de los estudios incorporaron participantes de educación primaria y secundaria, mientras que la participación de adultos y estudiantes de educación superior fue menor. Finalmente, destaca la necesidad de un marco que brinde recomendaciones para la implementación efectiva y la evaluación de aplicaciones de RA existentes en entornos informales.

4.1.3 Conclusión

El estado del arte de los proyectos de realidad aumentada (RA) en educación refleja una tendencia creciente en su aplicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que la RA se ha convertido en una tecnología ampliamente aceptada en la actualidad, esto debido a los avances tecnológicos como cámaras integradas en dispositivos inteligentes, sistemas de localización y procesamiento de alto nivel, con costos accesibles y mayor número de ofertas en el mercado.

(Meneses J, 2017) viendo la tendencia creciente en proyectos de RA propone un procedimiento especifico denominada "ProRa" para el desarrollo de proyectos de RA.

Los diversos estudios coinciden en que la realidad aumentada posee características que la hacen útil para la formación en procesos educativos con estudiantes de todas las edades y muestra mejores resultados al usarse en el aprendizaje constructivista. Ya sea aplicada en estrategias de enseñanza, donde el docente imparte conocimientos específicos sobre un tema mediante la utilización de realidad aumentada (RA), o cuando se programa la experiencia del tema a través de la RA con los estudiantes, esta tecnología ofrece una herramienta valiosa debido a que la amplia variedad de software utilizado en este contexto no requiere habilidades avanzadas de programación, lo que contribuye significativamente a una comprensión más profunda y accesible.

4.2 Metodologías e implementaciones que se utiliza en la realidad aumentada para la educación P2

4.2.1 Síntesis de artículos

El siguiente compendio de artículos son el resultado de la revisión sistemática que da respuesta a la presente pregunta de investigación.

Tabla 19 Compendio Artículos P2

Titulo	Autor	Aporte
Desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada para mejorar el desplazamientos en espacios desconocidos. Caso de estudio	(Ramírez O, 2018)	Describe un procedimiento sólido para la elaboración de proyectos de realidad aumentada en la mejora de desplazamientos, donde propone una serie de pasos para la formulación de proyectos de RA: Evaluación de tecnologías Selección de tecnología, Desarrollo de interfaces de usuario, Definición de requisitos funcionales y no funcionales, Desarrollo del proyecto, Herramientas y tecnologías utilizadas, Proceso de desarrollo.
Augmented Reality in Education and Educational Games-Implementation and Evaluation: A Focused Literature Review	(Amanatidis, 2022)	El estudio buscó identificar la importancia del área de RA en la educación y evaluación de juegos educativos destacando los siguientes enfoques necesario para desarrollar proyectos de RA: Instrucción y aprendizaje constructivista Aprendizaje situado, Aprendizaje basado en juegos, Aprendizaje basado en la investigación, Diseño instruccional de aprendizaje móvil, Aprendizaje experiencial, Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML), Enseñanza justo a tiempo (JITT), Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)
Uso de la realidad aumentada, gamificación y m.learning	(Claros-Perdomo et al., 2019)	Los autores en su investigación exponen una metodología mediante el uso de la gamificación la cual es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre los pasos para la creación de proyectos de RA encontramos: Evaluación de la gamificación en la educación, Identificación de elementos de gamificación compatible, Formación de docentes en RA y gamificación. Combinación de elementos de gamificación y RA,

Titulo	Autor	Aporte
		Diseño de actividades de aprendizaje gamificadas mediante RA, Evaluación de la motivación, Uso de tecnología de RA móvil en gamificación, Evaluación de la actitud de los docentes hacia la gamificación mediante la RA
Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education	(Iqbal et al., 2022)	Para la elaboración de un proyecto de realidad aumentada (RA) destinado al aprendizaje de idiomas los autores proponen los siguientes elementos claves: Definición de objetivos, Identificación del público objetivo, Selección de idioma(s), Diseño de la experiencia de aprendizaje Desarrollo de contenido, Implementación de interactividad Pruebas y evaluación
Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training	(Bacca et al., 2015)	Los autores desarrollaron el proyecto denominado "Paint-cAR" para mejorar la motivación y la participación de los estudiantes a través de la RA en un entorno de educación técnica y vocacional donde se realizó lo siguiente: Definición del equipo de co-creación, Reuniones preliminares, Comprensión profunda del dominio de aprendizaje, Identificación y selección de la necesidad educativa a abordar, Diseño de la aplicación RA, Primer prototipo de la aplicación RA, Primeras pruebas con estudiantes, Evaluación
Didáctica y aplicaciones de Realidad Aumentada en la educación superior en Colombia	(Caro et al., 2019)	Argumenta que la RA es un proceso de aprendizaje constructivista, y que los elementos y materiales digitales diseñados para las clases deben de ser orientados a que los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos y desarrollar habilidades, esta debe estar acompañada de los siguientes pasos: Diseño y construcción de materiales digitales, Uso de aplicaciones y programas, Consideración de la educabilidad en redes de la información, Replanteamiento de paradigmas de aprendizaje, Desarrollo de

Titulo	Autor	Aporte
		modelos didácticos, Evaluación crítica y ajustes, Formación de docentes
Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation.	(Santos et al., 2014)	(Santos et al., 2014) Los autores a través de la revisión de la aplicación de la ARLE dieron como propuesta una serie de recomendaciones para la formulación de proyectos, estos son: Definición de objetivos educativos, Diseño de la experiencia de aprendizaje, Selección de herramientas de hardware y software, Desarrollo técnico, Evaluación, Ajustes y mejoras, Implementación en el entorno educativo, Documentación y difusión
Augmented Reality for Teaching Data Structures in Computer Science	(Narman et al., 2020)	Desarrollan una solución mediante el uso de Realidad Aumentada (RA) como herramienta de enseñanza donde se visualiza operaciones en estructuras de datos como listas de arrays, listas enlazadas y pilas. Siguen la definición de RA como la integración de objetos virtuales 3D en un entorno real 3D en tiempo real. La aplicación se crea utilizando el software Unity y se emplea el software Vuforia para la funcionalidad.
From reality to augmented reality: Rapid strategies for developing marker-based AR content using image capturing and authoring tools	(Camba & Contero, 2015)	Exponen una metodología para la creación de contenido de Realidad Aumentada (RA) basada en marcadores mediante el uso de datos 3D de objetos reales y una herramienta de autoría interna. El proceso inicia con la generación automática de geometría 3D a partir de una serie de fotografías de un objeto real, luego se hace una conversión de este modelo a un elemento interactivo de RA vinculado a un marcador único.

Nota: Elaboración propia del autor

4.2.2 Hallazgos

(Iqbal et al., 2022) los autores comentan la identificación de los aspectos técnicos necesarios para las aplicaciones de RA en el aprendizaje incluyendo diferentes API, capacidades de interacción, bibliotecas, agentes y dispositivos de visualización, para ello clasificaron los niveles educativos en Escuela Primaria, Escuela Secundaria y Educación Terciaria (universidad), de esta manera el método se presentó en cuatro escenarios de aprendizaje de RA: libros interactivos de RA para clases tempranas, libros interactivos para clases superiores, educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), y aprendizaje de idiomas y vocabulario. En este contexto, para la elaboración de un proyecto de realidad aumentada (RA) destinado al aprendizaje de idiomas los autores proponen los siguientes elementos claves:

a) **Definición de objetivos:** Se debe iniciar el proceso definiendo claramente los objetivos del proyecto de RA en el aprendizaje de idiomas lo cuales deben establecer qué se pretende lograr con la aplicación de RA y qué habilidades o conocimientos específicos se desean que los estudiantes adquieran o mejoren en relación con los idiomas.

b) **Identificación del público objetivo:** Se tiene que determinar a quién va dirigida la aplicación para el aprendizaje de idiomas, donde tendría que identificar si el público objetivo son estudiantes de un nivel educativo en particular, como primaria, secundaria o universidad, o si se trata de una aplicación destinada a un público más amplio, como personas que deseen aprender un idioma de manera autodidacta.

c) **Selección de idioma(s):** Para esto es necesario tomar la decisión de qué idioma o idiomas se enseñarán a través de la aplicación de RA, así que la elección de un idioma específico

o la oferta de múltiples opciones lingüísticas contemplará un mayor uso de herramientas técnicas, inversión entre otros factores de gran influencia.

d) **Diseño de la experiencia de aprendizaje:** Se tendrá que crear una experiencia de aprendizaje atractiva y efectiva utilizando la RA mediante la concepción de contenido digital que se superpone al entorno real a través de dispositivos como smartphones o HMDs (Head-Mounted Displays).

e) **Desarrollo de contenido:** Generar o adquirir el contenido que se utilizará en la aplicación de RA, para ello en la etapa de desarrollo se tendrán que incluir imágenes, videos, sonidos, texto y otros elementos multimedia que faciliten el proceso de aprendizaje del idioma.

f) **Implementación de interactividad:** Diseñar cómo los usuarios interactuarán con los elementos de RA para aprender el idioma, para ello el proceso deberá incluir acciones como tocar, arrastrar, hablar u otras interacciones dentro de la aplicación.

g) **Pruebas y evaluación:** Llevar a cabo pruebas de la aplicación de RA para garantizar su correcto funcionamiento y que cumpla con los objetivos de aprendizaje para así recopilar comentarios de usuarios beta.

Por otro lado, (Santos et al., 2014) señala que la Realidad Aumentada se sitúa ampliamente en un entorno visual digital que combina elementos reales y objetos tridimensionales, donde la RA puede ser utilizada en la educación para diseñar experiencias de aprendizaje mejoradas, es así como la ARLE (Experiencias de Aprendizaje con Realidad Aumentada) pueden ser aplicadas en la educación preescolar, primaria y secundaria. Entre los elementos necesarios están en el diseño de ARLE están el hardware, software y contenido. Los

dispositivos ARLE para usar serían las computadoras de escritorio o teléfonos inteligentes, y se utilizan bibliotecas de desarrollo de RA para la renderización 3D. Los autores a través de la revisión de la aplicación de la ARLE en diferentes escenarios analizaron siete artículos que evaluaron el impacto de ARLE en el rendimiento de los estudiantes, con un efecto promedio de 0.56 indicando un impacto positivo general en el rendimiento, teniendo como base lo anterior se propuso una serie de recomendaciones para la formulación de proyectos de ARLE.

a) **Definición de objetivos educativos:** Definir claramente los objetivos educativos que se pretenden lograr a través de la RA, lo cuales deben de estar alineados con el contenido educativo relevante y adaptados al nivel educativo específico al que se dirige el proyecto.

b) **Diseño de la experiencia de aprendizaje:** Diseñar la experiencia de aprendizaje en RA, teniendo en cuenta cómo se utilizarán las capacidades de la RA, como la anotación del mundo real, la visualización contextual y la interacción háptica visual.

c) **Selección de herramientas de hardware y software:** Seleccionar las herramientas de hardware y software adecuadas para el proyecto de RA incluyendo los dispositivos de visualización RA, bibliotecas de desarrollo de RA y herramientas de autoría.

d) **Desarrollo técnico:** Crear elementos como modelos 3D, aplicaciones RA o contenido digital, para garantizar que la RA funcione en tiempo real y se integre de manera efectiva con el entorno real.

e) **Evaluación:** Evaluar cómo los estudiantes interactúan con la RA y si mejora su aprendizaje.

f) **Ajustes y mejoras:** Realizar ajustes y mejoras en el proyecto de RA para optimizar su efectividad.

g) **Implementación en el entorno educativo:** Implementar en el entorno educativo real proporcionando orientación y capacitación a los maestros y estudiantes sobre cómo utilizarlo de manera efectiva.

h) **Documentación y difusión:** Documentar el proceso, y se comparten los hallazgos y la experiencia con otros educadores y profesionales interesados en proyectos de RA educativa.

Por otro lado, (Ramírez O, 2018) describe un procedimiento sólido para la elaboración de proyectos de realidad aumentada en la mejora de desplazamientos:

a) **Evaluación de tecnologías:** En la primera etapa, se deberá llevar a cabo una investigación para identificar tecnologías relacionadas con la navegación en interiores, evaluándolas en función de criterios como la fecha de publicación, la disponibilidad del kit de desarrollo de software (SDK), el acceso al SDK y la documentación disponible, ya que ayudaría a determinar qué tecnología es más adecuada para el proyecto de RA.

b) **Selección de tecnología:** El autor hace énfasis que recomienda "IndoorAtlas" como la tecnología de posicionamiento en interiores elegida debido a que cumplía con los requisitos y ofrecía características adicionales beneficiosas, como independencia de los "Beacons".

c) **Desarrollo de interfaces de usuario:** Es importante la creación de prototipos de interfaces de usuario basados en criterios de accesibilidad derivados de la investigación previa dado que estos permitirán diseñar interfaces intuitivas y amigables para el usuario.

d) **Definición de requisitos funcionales y no funcionales:** Establecer los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto, donde se describirán las capacidades y

funciones que debe tener la aplicación, como mostrar la ubicación del usuario o trazar rutas. Los requisitos no funcionales se centran en la interfaz de usuario y la experiencia del usuario, como la intuitividad de la interfaz.

e) **Desarrollo del proyecto:** Utilizar el entorno de desarrollo integrado (IDE) Xcode y el lenguaje de programación Swift para desarrollar la aplicación de RA, haciendo uso también de las tecnologías IndoorAtlas y ARKit para implementar la navegación en interiores y la realidad aumentada.

f) **Herramientas y tecnologías utilizadas:** Apoyarse de las herramientas y tecnologías finales utilizadas en el desarrollo, que incluyen Swift como lenguaje de programación, IndoorAtlas para la navegación en interiores, ARKit para la realidad aumentada y Xcode como IDE.

g) **Proceso de desarrollo:** Crear la aplicación en Xcode a través la configuración de la tecnología IndoorAtlas con un plano de interiores predefinido y la implementación de la navegación en interiores, haciendo uso de "Finger Printing" para el mapeo de rutas en interiores.

Por su lado, (Buchner & Kerres, 2023) en su estudio abordaron las preocupaciones actuales sobre la calidad metodológica aplicada a los proyectos de realidad aumentada RA en la educación, donde se hace un llamado general a investigaciones críticas sobre las prácticas de investigación en tecnología educativa, para esto llevaron a cabo una revisión sistemática de estudios primarios publicados en las 12 principales revistas de tecnología educativa, centrándose en aquellos que emplearon tipos de investigación comparativa, donde los hallazgos clave incluyeron que la mayoría de los estudios comparativos sobre RA en educación se centran en

comparar RA con otros medios o tecnologías, que este enfoque ha sido criticado por ser centrado en la tecnología y tener limitaciones metodológicas, y que se alienta a los investigadores a avanzar más allá de la pregunta de si RA funciona y enfocarse en cuándo y cómo RA apoya el aprendizaje y la enseñanza.

En adición a lo anterior, (Buchner & Kerres, 2023) comentan que dado el limitado valor de estos diseños de estudio llegaron a la conclusión de que, hasta la fecha, la investigación sobre RA en educación se ha centrado principalmente en determinar si el aprendizaje y la enseñanza con RA funciona, pero la RA podría ser utilizada tanto para diseñar entornos de aprendizaje efectivos y atractivos como para desarrollar entornos de aprendizaje ineficaces. Por lo tanto, los autores instan a la comunidad de investigadores y profesionales a cambiar el enfoque hacia la identificación de cuándo y cómo el aprendizaje y la enseñanza con RA son beneficiosos, recomendando el uso de diseños de estudio más allá del enfoque de comparación de medios, como los diseños de valor agregado, interacción tratamiento-aprendizaje (LTI) o combinados, donde los resultados de tales investigaciones puedan contribuir tanto a la teoría como a la práctica y abordar las preguntas más importantes sobre cuándo y cómo funciona el aprendizaje y la enseñanza con RA en el contexto educativo.

En contraste con lo anterior, (Amanatidis, 2022) abordó la evolución tecnológica en el siglo XXI, marcada por la denominada 4ª revolución industrial y la proliferación de dispositivos inteligentes como smartphones y tabletas en la vida cotidiana de las personas y estudiantes, donde se destacó la importancia de las realidades mixtas las cuales combinan elementos virtuales con el entorno real, y la creación de entornos de aprendizaje enriquecidos con realidad aumentada (RA) y los juegos educativos (juegos serios de RA) para mejorar el conocimiento y las habilidades de los estudiantes, en este sentido, el estudio buscó identificar la importancia del

área de RA en educación y la evaluación de juegos educativos, considerando criterios como áreas y habilidades cognitivas, el papel de los profesores, teorías relevantes, evaluación especializada y herramientas de evaluación distintivas. En el estudio el autor, se destacan los siguientes enfoques necesario para desarrollar proyectos de RA, siendo estos unos principios que van desde la creación de experiencias y la aplicación de los conocimientos mediante la participación de los estudiantes, a continuación, los elementos claves:

a) **Instrucción y aprendizaje constructivista:** La RA se reconoce como una herramienta que puede promover la participación, la motivación y la conexión de nuevos conocimientos y experiencias con el conocimiento previo a través de enfoques constructivistas.

b) **Aprendizaje situado:** Se utiliza la RA para mejorar el aprendizaje centrípeto, auténtico y contextualizado al integrar experiencias de aprendizaje en el entorno y el mundo real, llevando el mundo cotidiano al aula.

c) **Aprendizaje basado en juegos:** La RA se emplea para crear experiencias de aprendizaje basadas en juegos inmersivos y ubicuas, ayudando de esta manera a la participación y el aprendizaje a través de experiencias de juego digital.

d) **Aprendizaje basado en la investigación:** La RA facilita la recopilación y análisis de datos en contextos del mundo real permitiendo así la modificación de modelos y situaciones para fines de estudio.

e) **Diseño instruccional de aprendizaje móvil:** Se ha demostrado que la RA en el aprendizaje móvil fomenta la colaboración entre estudiantes y apoya la construcción de

conocimiento común, acorta el tiempo de realización de tareas y mejora la eficacia en la resolución de tareas.

f) **Aprendizaje experiencial:** La RA Se alinea con el ciclo de aprendizaje experiencial y permite la aplicación inmediata del conocimiento, la motivación, la reflexión, la práctica en el mundo real y el fortalecimiento del trabajo en equipo.

g) **Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML):** Esta teoría sugiere que los estudiantes adquieren conocimiento de manera más auténtica a través de la combinación de texto e imágenes, en lugar de solo texto.

h) **Enseñanza justo a tiempo (JITT):** Implica a los estudiantes en el proceso de aprendizaje de manera activa y efectiva, utilizando la tecnología y los materiales educativos de manera dinámica para mejorar la experiencia de aprendizaje en el aula.

i) **Modelo de aceptación de la tecnología (TAM):** Este modelo se enfoca en cómo los estudiantes perciben y utilizan la tecnología, considerando factores como la facilidad de uso, la calidad del sistema y la interactividad.

(Amanatidis, 2022) Detalla que, en cuanto a la metodología para desarrollar videojuegos educativos basados en RA, se pueden apreciar enfoques que integran estos principios pedagógicos en el diseño y desarrollo de juegos de aprendizaje de RA destacando que en la creación de experiencias de juego inmersivas y contextualizadas que fomenten la participación de los estudiantes y la aplicación de conocimientos. Además, se destaca la importancia de la evaluación continua y la formación profesional para los educadores en el uso efectivo de la RA y la realidad virtual (RV) en el aula.

Por su parte, (Bacca et al., 2015) desarrollaron el proyecto denominado "Paint-cAR" para mejorar la motivación y la participación de los estudiantes a través de la RA en un entorno de educación técnica y vocacional. Para ello se abordó en la educación de la Formación Profesional y Técnica (VET), que se define como programas educativos diseñados para que los estudiantes adquieran conocimientos, habilidades y competencias específicas para una ocupación, oficio o clase de ocupaciones. En este sentido, los estudiantes que se inscriben en programas VET suelen haber completado la educación secundaria y, después de finalizar el programa VET, pueden optar por ingresar a la universidad o incorporarse al mercado laboral en una ocupación específica. El proyecto se llevó a cabo en el contexto de programas VET relacionados con el mantenimiento de automóviles. Teniendo en cuenta lo anterior, los autores elaboraron el proyecto “Paint-cAR” haciendo las siguientes acciones:

a) **Definición del equipo de co-creación:** Se formó un equipo multidisciplinario que incluyó expertos en el dominio de la formación profesional y técnica (VET) (profesores), desarrolladores de software, diseñadores gráficos y expertos en tecnología educativa con experiencia en el enfoque de diseño universal para el aprendizaje (UDL)[1].

b) **Reuniones preliminares:** El equipo se reunió inicialmente para identificar las principales características de la necesidad educativa y las características de los estudiantes. También se discutió la idea general del entorno de aprendizaje y las posibilidades de utilizar RA en ese contexto.

[1] De acuerdo con el portal HEADCLKC (2021) el Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL) apoya a todos los niños, incluidos los bebés y niños pequeños con discapacidades, para ayudarlos a participar más plenamente en el aprendizaje. Este no reemplaza las modificaciones curriculares individualizadas necesarias para algunos niños en particular.

c) **Comprensión profunda del dominio de aprendizaje:** Se realizó un esfuerzo para comprender en profundidad el dominio de aprendizaje, sus características y cómo se concibe el proceso de aprendizaje. Para ello los profesores grabaron videos para que los desarrolladores de software y expertos en tecnología educativa pudieran comprender cómo es el dominio de aprendizaje y cómo se realizan los procesos que deben enseñarse en un contexto real.

d) **Identificación y selección de la necesidad educativa a abordar**: Se identificaron varias necesidades educativas y se analizaron para proporcionar una solución, evaluando múltiples propuestas educativas, y se determinó si RA era la mejor opción para abordar la necesidad. Igualmente se identificaron las características de los estudiantes en términos de sus fortalezas, debilidades, preferencias e intereses.

e) **Diseño de la aplicación RA:** Los desarrolladores y expertos en tecnología educativa propusieron un diseño que siguiera un enfoque de aprendizaje inclusivo, como el diseño universal para el aprendizaje (UDL). Se siguieron principios recomendados por Meyer, Rose y Gordon, que incluyen proporcionar múltiples medios de presentación, múltiples medios de expresión y múltiples medios de compromiso.

f) **Primer prototipo de la aplicación RA:** Después de llegar a un consenso en el diseño, se implementó un primer prototipo de la aplicación ar. Los profesores proporcionaron el contenido que debía incluirse en la aplicación, como textos, gráficos, videos, etc. También se involucraron diseñadores gráficos para crear modelos 3D de objetos que se aumentarían y para abordar problemas de interfaz de usuario.

g) **Primeras pruebas con estudiantes:** El primer prototipo se probó con estudiantes en un entorno real, y se recopiló información sobre la interacción del usuario, la motivación, la atención a las necesidades educativas y cómo la aplicación abordaba las necesidades educativas especiales de los estudiantes.

h) **Evaluación:** Los resultados de las pruebas con estudiantes se evaluaron para identificar problemas de diseño. Si se necesitaba un rediseño, el proceso volvía a comenzar desde la fase 3 o 5.

(Caro et al., 2019) En didáctica y aplicaciones de realidad aumentada en la educación superior en Colombia, argumenta que la RA es un proceso de aprendizaje constructivista, y que los elementos y materiales digitales diseñados para las clases deben de ser orientados a que los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos y desarrollar habilidades, destrezas y competencias a través de las tecnologías de la información. Asimismo, los autores comentan que los materiales educativos digitales se consideran mediadores pedagógicos y apoyos para el proceso de aprendizaje y enseñanza, donde recomiendan que el profesor no debe perder su rol, ya que las redes de información son parte del soporte y apoyo a la labor docente, y en cuanto a los actores educativos se convierten en elementos interactuantes y sujetos a educar y a educarse permanentemente.

Respecto a la metodología aplicada (Caro et al., 2019) para la elaboración de proyectos de realidad aumentada (RA) exponen la siguiente paso a paso:

I. **Diseño y construcción de materiales digitales:** El proceso comienza con el diseño y la construcción de materiales digitales que empleen tecnología de Realidad Aumentada,

implicando la creación de contenido en línea que será utilizado para la enseñanza y el aprendizaje.

II. **Uso de aplicaciones y programas:** Los docentes se apoyarán en aplicaciones y programas de edición y publicación, que pueden ser de uso libre o licenciados, para crear estos materiales digitales y sus propios ambientes, para ello es importante que se cuente con un banco de elementos que permitan la selección y uso de herramientas tecnológicas adecuadas para la creación de contenido y contexto de RA.

III. **Consideración de la educabilidad en redes de la información:** La implementación de la RA se vincula con la consideración de nuevos modelos pedagógicos adaptados a las tecnologías y orientados hacia la educabilidad en redes de información, donde se sugiere que la metodología es la adaptación de modelos pedagógicos tradicionales a las necesidades de la educación en línea y la RA.

IV. **Replanteamiento de paradigmas de aprendizaje:** La metodología expone un replanteamiento de los paradigmas de aprendizaje, considerando niveles de cognición y modelos de enseñanza, donde se trabajará con la interactividad, la simulación de eventos y la inmersión en el aprendizaje como parte de la metodología.

V. **Desarrollo de modelos didácticos:** Es importante el desarrollo de prácticas de RA donde se aprovechen las tecnologías de la información para crear ambientes de enseñanza y aprendizaje efectivos, para ello será de vital importancia la selección del ambiente, la temática, los métodos tecnológicos y espacios necesarios que permitan promover la interacción entre estudiantes, profesores y fuentes de información en línea.

VI. **Evaluación crítica y ajustes:** La implementación de la RA en la educación requiere evaluación crítica y ajustes constantes, por lo tanto, los materiales digitales de RA deben ser diseñados y evaluados de manera crítica para asegurar que sean efectivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, esto señala que estas prácticas de educación mediante la RA deberán ser evaluadas y monitoreadas, para obtener retroalimentación con la cual poder mejorar y realizar los ajustes pertinentes.

VII. **Formación de docentes:** Finalmente la baja familiaridad de los docentes con las tecnologías, es probable que la metodología también incluya la formación de docentes en el uso de la Realidad Aumentada y las tecnologías relacionadas, por tal motivo, resulta imperativo gestionar procesos, métodos y prácticas efectivas donde los docentes puedan mejorar su conocimiento y puesta en práctica los elementos de RA para así poder orientar a los estudiantes al uso y aprendizaje efectivo mediante estas técnicas.

(Claros-Perdomo et al., 2019) Señala que la realidad aumentada puede ser usada para la elaboración de proyectos de educación mediante la gamificación y el m-learning, ya que esta ha puesto en la mesa el uso de los celulares y las tecnologías móviles, donde se puede utilizar diferentes dispositivos y escenarios, para la creación de modelos educativos que faciliten la enseñanza y el aprendizaje en diferentes disciplinas. En este sentido, actualmente la incursión de tecnologías emergentes en las aulas de clase de educación básica, media y superior ha ganado bastante relevancia en los últimos años haciendo que la implementación de nuevos modelos y técnicas de enseñar. Los autores en su investigación exponen una metodología mediante el uso

de la gamificación[2] y el m-learning para la elaboración de proyectos de realidad aumentada en el área educativa.

- **Evaluación de la gamificación en la educación:** Antes de implementar la gamificación, es importante evaluar su efectividad en el contexto educativo, para ello es preciso investigar y comprender los diferentes enfoques y elementos de la gamificación y su impacto en el proceso de enseñanza/aprendizaje.
- **Identificación de elementos de gamificación compatibles:** Dado que no todos los elementos diseñados para la gamificación son compatibles con todas las motivaciones de los estudiantes, es esencial identificar elementos que se ajusten a los objetivos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes.
- **Formación de docentes en RA y gamificación:** Ya que la implementación de la gamificación y la realidad aumentada RA en las aulas de clase puede ser limitada debido a la falta de capacitación y tiempo de los docentes, es necesario proporcionar formación adecuada a los educadores, mediante talleres y recursos de desarrollo profesional sobre cómo aplicar la gamificación en la enseñanza.
- **Combinación de elementos de gamificación y RA:** Se recomienda combinar diferentes elementos de gamificación para intensificar los efectos en los estudiantes, donde se puede usar la combinación de recompensas, desafíos y estrategias de juego para mantener a los estudiantes motivados y comprometidos, al igual que usar la realidad aumentada dentro de este proceso educativo para poder conservar la motivación, la exploración y el deseo

[2] Gonzales y Spinal (2019) La Gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, ya sea para absorber mejor algunos conocimientos, mejorar alguna habilidad, o bien recompensar acciones concretas, entre otros muchos objetivos.

de comprender como el material impartido en clases se puede aplicar en un contexto virtual y real.

- **Diseño de actividades de aprendizaje gamificadas mediante RA:** Las actividades de aprendizaje gamificadas pueden ser de diferentes tipos a través de la realidad aumentada, como competitivas, colaborativas y adaptativas, es así como el diseño de las actividades debe ser cuidadoso y considerar el nivel de exigencia para evitar que los estudiantes se sientan abrumados mediante la aplicación de la nueva tecnología.

- **Evaluación de la motivación:** La evaluación de la motivación de los estudiantes al interactuar con herramientas de gamificación es un aspecto fundamental, para ello se deben realizar evaluaciones antes y después de la implementación de la gamificación para medir su impacto en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

- **Uso de tecnología de RA móvil en gamificación:** La gamificación también puede integrarse con el aprendizaje móvil y la RA (m-learning)[3], a través del uso de dispositivos móviles y los sistemas de RA para acceder a recursos educativos y actividades gamificadas, donde será esencial evaluar cómo los estudiantes utilizan sus dispositivos móviles con fines educativos y si esto contribuye al proceso de aprendizaje.

- **Evaluación de la actitud de los docentes hacia la gamificación mediante la RA:** Es importante evaluar la disposición y actitud de los docentes hacia la gamificación y proporcionarles el apoyo necesario para su implementación, ya que las actitudes de los

[3] Androla (2019) describe que m-learning es un tipo de aprendizaje que utiliza cualquier dispositivo móvil —smartphone, PDA, tablet, PocketPC, etc.— que tenga conectividad inalámbrica como herramienta para la enseñanza y adapta a él la metodología. Sus principales características son la multifuncionalidad, la conectividad, la personalización, la diversidad, la flexibilidad y la accesibilidad.

docentes hacia la gamificación y la realidad aumentada es un área poco estudiada en el entorno educativo.

Por su parte, (Lampropoulos et al., 2022) en el trabajo que realizaron centraron su investigación la Realidad Aumentada y la gamificación en el proceso educativo, ya que el avance tecnológico transformó la educación especialmente en la era digital y en el contexto de la pandemia de COVID-19, donde la tecnología se ha vuelto aún más importante en la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, el estudio buscó abordar las cambiantes necesidades de los estudiantes, que indagan por un aprendizaje más significativo y personalizado, así como entornos de aprendizaje más atractivos y motivadores puesto que los estudiantes de hoy son nativos digitales y están acostumbrados a usar dispositivos digitales y medios de comunicación de manera habitual lo cual ha cambiado la forma en que adquieren conocimientos y buscan experiencias de aprendizaje más interesantes y participativas.

En este sentido, la combinación de realidad aumentada y gamificación ha demostrado aumentar la participación, la motivación, el compromiso activo, la adquisición de conocimientos y el rendimiento académico de los estudiantes, al tiempo que promueve el desarrollo cognitivo y socioemocional, pero existe la importancia de seguir enfoques educativos adecuados y fomentar la innovación y la mejora continua en la tecnología educativa para aprovechar al máximo ya que estos enfoques en la educación y desarrollar herramientas de evaluación estandarizadas y estudios transculturales.

Por otra parte, (Celis P, 2020) comenta que la globalización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) permite que las personas incorporen dispositivos de comunicación en sus vidas hasta el punto en que se han vuelto esenciales en la rutina diaria de los individuos en todas las etapas de su vida, dando lugar a una evaluación de la importancia de

las TIC desde dos perspectivas. Por un lado, la posibilidad de mantener una comunicación constante y llevar consigo una gran cantidad de información relevante en todo momento. Por otro lado, se ha observado un cambio significativo en el comportamiento social de las personas, ya que la interacción social ha experimentado una transformación radical, a veces amenazada por el uso generalizado de dispositivos móviles.

La educación no es ajena a esta inmersión tecnológica, ya que la mayoría de las instituciones educativas en el país se encuentran en un proceso de incorporación de herramientas tecnológicas para agilizar sus procedimientos administrativos y mejorar el proceso de enseñanza de sus estudiantes. En este contexto, (Celis P, 2020) propone una metodología para la elaboración de proyectos de RA para la enseñanza de arquitectura de la computadora y superar las brechas existentes y deficiencias académicas.

i. **Contextualizar el Problema**:

- Realizar una reunión virtual con los docentes de la Institución para contextualizar el problema en los estudiantes.
- Identificar posibles falencias, áreas de mejora y posibles soluciones.

ii. **Iniciar el Proyecto**:

- Aplicar diferentes métodos de comunicación con los estudiantes donde se explican a detalle las pautas, acciones y pasos a seguir mediante la aplicación de la realidad aumentada.

iii. **Planificar los Contenidos RA**:

- Planificar los contenidos a mostrar a través de la realidad aumentada en colaboración con los docentes.
- Decidir con que temas visuales y atractivos comenzar para los estudiantes, enfocándose en la arquitectura de las computadoras.

iv. **Estudiar Componentes y Buscar Objetos 3D**:

- Realizar un estudio de los componentes de una computadora.
- Buscar objetos 3D gratuitos en línea que puedan utilizarse en la aplicación de realidad aumentada.

v. **Determinar la Secuencia de Escenas RA**:

- Determinar la secuencia y la cantidad de escenas en las que se mostrarán los objetos 3D en la aplicación RA.

vi. **Preparar a los Estudiantes para la Aplicación RA**:

- Instruir a los estudiantes a descargar la aplicación Scope en sus teléfonos móviles desde la tienda de aplicaciones.
- Proporcionar los elementos complementarios tecnológicos necesarios para la visualización de los contenidos diseñados en RA.

vii. **Intervenir en el Proyecto**:

Programar sesiones de trabajo con los estudiantes de la siguiente manera:

a. En la primera sesión se orienta a los estudiantes sobre la preparación de sus dispositivos para visualizar elementos de realidad aumentada, incluyendo la descarga de la aplicación Scope y del proyecto ArquitecturapcAR.

b. La segunda sesión aborda la exploración y explicación de los marcadores necesarios para visualizar los contenidos con realidad aumentada.

c. La tercera sesión se enfoca en la visualización de temas relacionados con la computadora, hardware y software.

d. La cuarta sesión se dedica a la exploración de dispositivos de entrada, salida y almacenamiento.

e. La quinta sesión aborda los dispositivos internos de una computadora.

f. La sexta sesión se centra en la socialización del instrumento de evaluación diseñado con Google Forms.

viii. **Registrar el Avance de los Estudiantes**:

- Evaluar el progreso de los estudiantes en la comprensión de los temas tratados con realidad aumentada, se implementa una estrategia flexible de evaluación que incluye encuestas de satisfacción y cuestionarios de conocimiento.

ix. **Desarrollar el Componente Tecnológico**:

- Elegir la herramienta de desarrollo Aumentaty Creator para crear la aplicación de realidad aumentada, considerando su facilidad de uso y capacidad de trabajar sin conexión.

- Desarrollar la aplicación ArquitecturapcAR con la herramienta Aumentaty Creator, que profundiza en la arquitectura de computadoras y sus componentes.
- Seleccionar la aplicación Scope como el visualizador de realidad aumentada en dispositivos móviles.

x. **Implementar Prácticamente**:

Debido a las limitaciones de la educación remota, se presenta una estrategia de implementación práctica del proyecto:

a. Los estudiantes revisan los contenidos en una cartilla impresa.

b. Se envía un tutorial para descargar e instalar la aplicación Scope y el proyecto ArquitecturapcAR en dispositivos móviles.

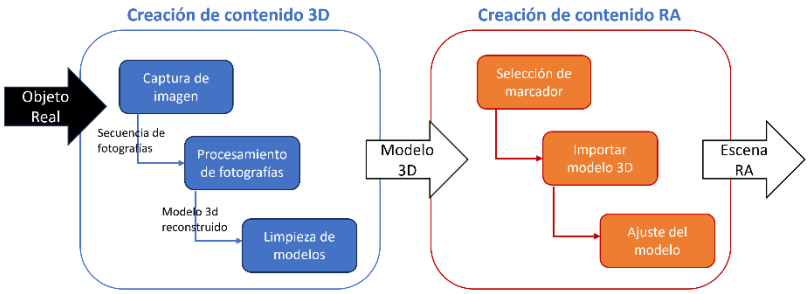
c. Los estudiantes practican la visualización de los temas de la cartilla en realidad aumentada.

xi. **Evaluar el Proyecto**:

- Evaluar la práctica, los contenidos y las impresiones de los estudiantes sobre el uso de la aplicación con realidad aumentada mediante un formulario de Google.

En cuanto a (Camba & Contero, 2015) exponen una metodología para la creación de contenido de Realidad Aumentada (RA) basada en marcadores mediante el uso de datos 3D de objetos reales y una herramienta de autoría interna Figura 15

Figura 15 Metodología RA *(Camba & Contero, 2015)*



Nota: Adaptado y extraído de (Camba & Contero, 2015)

El proceso inicia con la generación automática de geometría 3D a partir de una serie de fotografías de un objeto real. Este paso se lleva a cabo utilizando una herramienta de modelado basada en imágenes, específicamente Autodesk Memento. La singularidad de este enfoque radica en su capacidad para eliminar la necesidad de habilidades avanzadas de modelado 3D, permitiendo a educadores crear modelos personalizados sin requerir experiencia especializada.

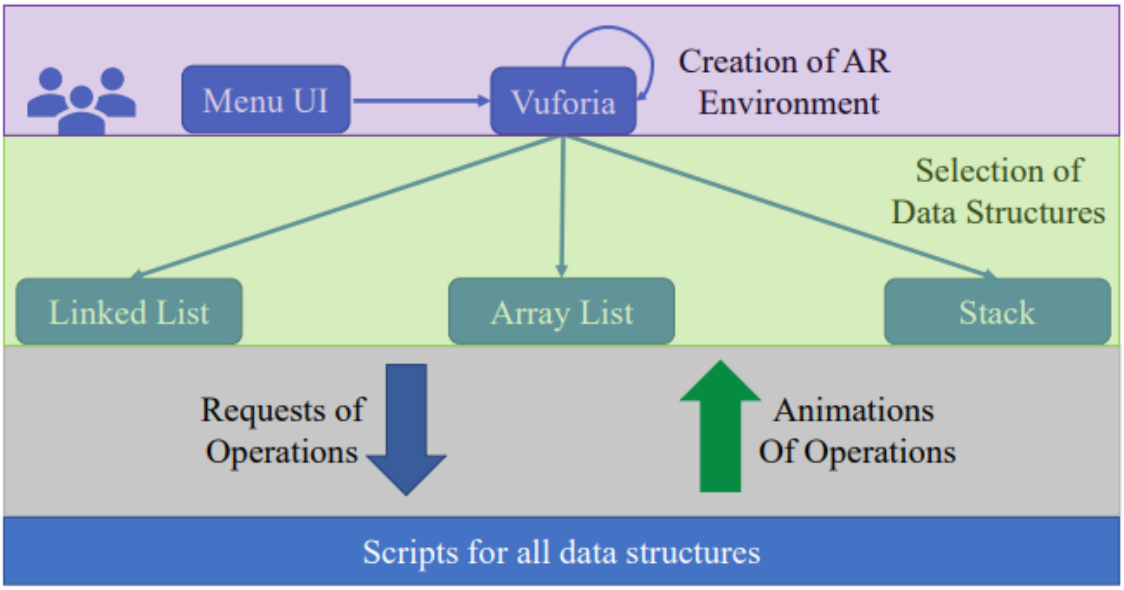
Una vez obtenida la geometría 3D, se procede al segundo paso: la conversión de este modelo en un elemento interactivo de RA vinculado a un marcador único. Este paso se realiza mediante una aplicación de autoría de RA diseñada internamente, conocida como Aumentaty Author.

La metodología propuesta destaca por su enfoque accesible y eficiente. No se requieren habilidades específicas de modelado 3D ni experiencia en paquetes CAD. La herramienta de autoría de RA proporciona una interfaz intuitiva, eliminando la necesidad de habilidades de programación. Esto permite a educadores crear contenido de RA de manera rápida y sencilla, respaldando así prácticas de enseñanza innovadoras. Finalmente, subrayan la importancia de la calidad en la captura de imágenes para garantizar una reconstrucción 3D precisa.

Mientras tanto (Narman et al., 2020) aborda la problemática asociada al aprendizaje de estructuras de datos en estudiantes de ciencias de la computación, especialmente en aquellos sin experiencia en programación. Donde desarrollan una solución mediante el uso de Realidad Aumentada (RA) como herramienta de enseñanza, comparando un enfoque estándar y uno con animaciones web. Destacan que la accesibilidad a dispositivos inteligentes a precios más bajos ha hecho que la RA sea más asequible para los estudiantes.

Se desarrolla una aplicación de RA que visualiza operaciones en estructuras de datos como listas de arrays, listas enlazadas y pilas. Siguen la definición de RA como la integración de objetos virtuales 3D en un entorno real 3D en tiempo real. La aplicación se crea utilizando el software Unity y se emplea el software Vuforia para la funcionalidad de reconocimiento de imágenes de acuerdo con la estructura propuesta en la Figura 16.

Figura 16 Modelo de la aplicación (Narman et al., 2020)



Nota: Extraído de (Narman et al., 2020)

Adicionalmente se detalla cómo la aplicación recopila información sobre el tipo de estructura de datos que el usuario desea utilizar y crea un entorno de RA en función de esta información. Se utilizan módulos separados para las operaciones de las listas enlazadas, listas de arrays y pilas, la interfaz es simple para reducir la complejidad y mejorar la experiencia del usuario y la aplicación se despliega en plataformas Android e iOS con cambios mínimos, gracias a la compatibilidad con múltiples plataformas de Unity.

En la sección de análisis y experimento, muestran que la aplicación de RA es la más atractiva para los estudiantes, con un 54% seleccionándola como la mejor. Además, el 84% la considera la más interesante. En cuanto a la comprensión de conceptos, el 38% de los estudiantes cree que la aplicación de RA les ayuda mejor, mientras que el resto tiene opiniones divididas entre otros métodos. Finalmente, la encuesta revela que el 85% de los estudiantes quiere ver más contenido de RA en el aula, y la mayoría estaría dispuesta a utilizar aplicaciones de RA como herramienta de aprendizaje destacando que la aplicación de RA desarrollada podría ser valiosa para la enseñanza de estructuras de datos, ya que logra involucrar a los estudiantes de manera efectiva.

4.2.3 Conclusión

En conclusión, para la creación de contenido de Realidad Aumentada (RA) las metodologías propuestas por diversos autores y que dependen del contexto del aplicativo son: La metodología de (Bacca et al., 2015) del proyecto "Paint - cAR" para mejorar la motivación y la participación de los estudiantes a través de la RA en un entorno de educación técnica y vocacional. Por otro lado, (Caro et al., 2019) que proponen una metodología para la elaboración de proyectos de realidad aumentada (RA) que incluye el diseño y construcción de materiales digitales. Asimismo, (Celis P, 2020) propone una metodología para la elaboración de proyectos de RA para la enseñanza de arquitectura de la computadora. (Amanatidis, 2022) detalla una metodología para desarrollar videojuegos educativos basados en RA, destacando la importancia de la evaluación continua y la formación profesional para los educadores en el uso efectivo de la RA y la realidad virtual (RV) en el aula. Finalmente (Iqbal et al., 2022) proponen una metodología para la implementación de la realidad aumentada en la educación, incluyendo diferentes API, capacidades de interacción, bibliotecas, agentes y dispositivos de visualización. Además, destacan la importancia de la calidad en la captura de imágenes para garantizar una reconstrucción 3D precisa.

En resumen, la creación de contenido de RA implica una combinación de procesos técnicos, diseño de materiales digitales, desarrollo de aplicaciones y formación docente, lo que demuestra la complejidad y la importancia de abordar esta tecnología desde múltiples perspectivas. Los autores enfatizan la necesidad de considerar aspectos técnicos, pedagógicos y de diseño para lograr una implementación exitosa de la realidad aumentada en el contexto educativo.

4.3 Herramientas tecnológicas más comunes en los proyectos de realidad aumentada en la educación P3

4.3.1 Síntesis de artículos

El siguiente compendio de artículos son el resultado de la revisión sistemática que da respuesta a la presente pregunta de investigación.

Tabla 20 Compendio Artículos P3

Titulo	Autor	Aporte
Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization	(Sannikov et al., 2015)	Señalan necesario la plataforma Unity por la simplicidad, flexibilidad y soporte multiplataforma, en cuanto a las bibliotecas para la RA recomiendan el uso de Vuforia y ArUco, la primera que se usaría para la creación de versiones móviles del CEI y la segunda, parte de Open CV utilizada para el trabajo en plataformas fijas debido a su política de licencia aceptable, en cuanto a los dispositivos que se necesitarían el reproductor de estéreo 3D monitor, TV o proyector con gafas polarizadas
Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation	(Santos et al., 2014)	Describen que para la elaboración de proyectos de realidad aumentada usar tres categorías diferentes, primero en el hardware, elementos de visualización y la interfaz física. Recomienda softwares empleados para realizar el seguimiento en tiempo real y la renderización en 3D, entre las bibliotecas están ARToolkit, Eyesweb, Junaio, Wikitude y Zooburst y herramientas de gestión del contenido como Hewlett-Packard Mediascape Toolkit (mscape).
Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education	(Lai & Cheong, 2022)	Muestran que la arquitectura de software para Realidad Aumentada (RA) necesita del desarrollo de varios componentes esenciales, incluyendo el almacenamiento de bases de datos, sensores diseñados para activar marcadores de RA o para utilizar el GPS en aplicaciones basadas en ubicación de los estudiantes.
Augmented reality: Examining its value in a music technology classroom. Practice and potential	(Cook, 2019)	Herramientas de exploración del contenido en un contexto real como Aurasma Hp Reveal y Moovly para la reproducción de contenido de animación.
Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química	(Merino et al., 2015)	Emplearon el lenguaje de C# a través del software Visual Studio, con la biblioteca de RA QT el cual es un software libre de código Abierto

Titulo	Autor	Aporte
Development of mobile markerless augmented reality for cardiovascular system in anatomy and physiology courses in physiotherapy education	(Rosni et al., 2020)	Herramientas para la creación del contenido de RA como Arcore, 3d Unity Tool, Autodesk 3ds Max, Artoolkit, Vuforia, Wikitude y Maxst y señalan proceso de desarrollo de creación de modelos de 3D a partir de imágenes
Zero-Programming Augmented Reality Authoring Tools for Educators: Status and Recommendations	(Vert & Andone, 2017)	Herramientas como Layar creator, Aurasma Hp Reveal, Wikitude Studio, Blippbuilder, Augment Manager y Playme AR creator, destacan Aurasma Studio como la plataforma más completa entre las herramientas de autoría sin programación
Wireless communications engineering education via Augmented Reality	(Sahin et al., 2016)	Para plataformas móviles utilizando el complemento Vuforia para Unity3D. Además, se aborda la operación del servidor de experimentos, la implementación de SDR y el diseño del laboratorio experimental, se explora la visualización de patrones de radiación de antenas como un enfoque de enseñanza utilizando la aplicación de RA.
Creating learning activities using Augmented Reality tools	(Figueiredo et al., n.d.)	Recomiendan herramientas populares como Wikitude, Layar, Metaio, Aurasma and Augment.
A Review on Augmented Reality Authoring Toolkits for Education	(Dengel et al., 2022)	Recomiendan las siguientes herramientas: Vuforia, Unity y Unreal Engine 4

Nota: Elaboración propia del autor

4.3.2 Hallazgos

A lo largo de la revisión sistemática de la información se abordaron una serie de documentos que permitieron determinar cuáles son las herramientas tecnológicas más usadas en los proyectos de realidad aumentada. (Santos et al., 2014) describen que para la elaboración de proyectos de realidad aumentada por lo general se usan tres categorías diferentes, primero en el hardware se necesitan primero dispositivos de computaciones tales como computadoras de escritorio y smartphones, luego de ello es imprescindible tener elementos de visualización tales como monitores, proyectores, dispositivos de visualización como gafas de RA, del mismo modo está la interfaz física, es decir el escenario en el cual se va a llevar a cabo el proceso de RA.

Frente al software empleado (Santos et al., 2014) señalan que para estos proyectos es sumamente importante diseñar un software exclusivo o propio para cada proyecto dado que en el mismo se

potenciará el cálculo del hardware como también la visualización de contenido y la interacción del usuario. Para algunos proyectos también se hace el uso de lo que se denominan bibliotecas o librerías para RA, las cuales consisten en código abierto o comerciales para realizar el seguimiento en tiempo real y la renderización en 3D, entre las bibliotecas más destacadas están:

- ARToolkit (incluyendo FLARToolkit, NyARToolkit): Biblioteca que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real (Wikipedia-ARToolKit, 2023).
- Eyesweb: Apoya la investigación sobre interfaces expresivas multimodales y sistemas interactivos multimedia. Usado ampliamente para diseñar y desarrollar aplicaciones multimedia, de música y de danza en tiempo real (kvraudio, 2023).
- Junaio: Aplicación con funcionalidad Creator y una API para que los desarrolladores y proveedores de contenido RA generen experiencias móviles de realidad aumentada para los usuarios finales (Wikipedia-Junaio, 2023).
- Wikitude: SDK de reconocimiento y seguimiento de imágenes, renderizado de modelos 3D, superposición de vídeo y RA basada en la ubicación (Wikipedia-Wikitude, 2023).
- Zooburst: Web en la que podemos crear vistosos libros en 3D. En los libros creados con esta herramienta podemos incluir imágenes, texto y enlaces (ZooBurst, 2023).

(Santos et al., 2014) También señala que es necesario contar también con lo que se denominan las herramientas de gestión del contenido, las cuales se encargan de la gestión del contenido desde el almacenamiento hasta la entrega al dispositivo tales como Hewlett-Packard

Mediascape Toolkit (mscape). Por otro lado, (Cook, 2019) para un proyecto de realidad aumentada en música, como tecnología se empleó el iPad como interfaz para las aplicaciones de RA debido a su portabilidad y conectividad inalámbrica, esencial para la interacción y exploración del contenido en un contexto real. La aplicación seleccionada en este caso fue el Aurasma Hp Reveal, la cual es una aplicación basada en la nube elegida por su capacidad para manejar las limitaciones de procesamiento y recursos del iPad, ya que la aplicación permite la creación y gestión de contenidos de RA en la nube, lo que facilita la escalabilidad y el mantenimiento. Como instrumento complementario se hizo uso de Moovly una aplicación para la reproducción de contenido de animación de RA que luego se cargaba en el sitio web de Aurasma para su acceso a través de la aplicación Aurasma en el iPad.

(Cook, 2019) Para el diseño del entorno de RA se empleó la libreta de tareas para alojar imágenes objetivo que, al ser reconocidas por la aplicación, activaban videos de RA animados dado que permitía una secuencia de aprendizaje estructurada y así los estudiantes podrían revisar y repetir el contenido de RA en cada paso. Por otro lado, (Vert & Andone, 2017) comentan acerca del uso de herramientas de autorías tales como Layar creator, Aurasma Hp Reveal, Wikitude Studio, Blippbuilder, Augment Manager y Playme AR creator. Estas herramientas tienen unas características comunes, como lo es la edición basada en web, productos independientes ya que no requieren plugins ni integración con otros softwares, todas presentan compatibilidad, todas presentan tanto mantenimientos periódicos como actualizaciones y cuentan con gratuidad lo que hace posible que su accesibilidad sea para todo público en especial en la educación.

Es importante destacar que la mayoría de estas herramientas de RA se emplean para una variedad de actividades educativas entre las cuales destacan; visualización interactiva de

modelos 3D a partir de imágenes 2D en libros de texto, enriquecimiento de textos con videos y animaciones, la exploración interactiva y descubrimiento de activos escolares y museísticos, las exposiciones interactivas y comunicación de trabajos científicos y los juegos educativos básicos como búsquedas del tesoro o puzles, destacando Aurasma Studio como la plataforma más completa entre las herramientas de autoría sin programación En cuanto a proyectos de RA en la educación especialmente en casos de medicina, (Rosni et al., 2020) describen que para el desarrollo de un proyecto de Realidad Aumentada (RA) enfocado en el sistema cardiovascular para un programa de fisioterapia se necesitan de varias tecnologías y herramientas específicas para la creación del contenido de RA.

a) Arcore: plataforma de desarrollo de software (sdk) de google para crear aplicaciones de RA en dispositivos Android, el cual proporciona características como la comprensión del entorno, el seguimiento del movimiento y la estimación de la luz.

b) 3d Unity Tool: utilizado para la creación de contenido de RA específicamente para el desarrollo de modelos 3d y la creación de interfaces interactivas.

c) Autodesk 3ds Max: software para el desarrollo de modelado en 3d, texturización y procesos de animación.

d) Lenguaje de programación c#: utilizado para scripting en Unity para navegación e interactividad del usuario.

e) MRI (imagen por resonancia magnética): utilizada para escanear y reconstruir modelos 3d del corazón humano.

f) Artoolkit, Vuforia, Wikitude y Maxst: otras herramientas de desarrollo de RA disponibles, aunque en este proyecto se seleccionó Unity por su flexibilidad y alto rendimiento.

(Rosni et al., 2020) señalan que para el proceso de desarrollo del proyecto de RA se deberán considerar la creación de modelos de 3D a partir de imágenes de resonancia magnética, para poder obtener los modelos 3D realistas del corazón humano, luego los modelos se transformaron luego en activos para su uso en aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) mediante el software Unity y el desarrollo del contenido de RA involucró el uso de Unity y ARCore para integrar los modelos 3D en una experiencia de RA envolvente. Conjuntamente los autores hacen énfasis especial en el diseño de la interfaz y la interacción, centrando la atención en la presentación eficaz de la información, la entrada y retroalimentación del sistema, la superposición de texto y la inclusión de contenido de audio para enriquecer la experiencia del usuario.

Con respecto a proyectos de RA en educación física (Lai & Cheong, 2022) muestran que la arquitectura de software para Realidad Aumentada (RA) necesita del desarrollo de varios componentes esenciales, incluyendo el almacenamiento de bases de datos, sensores diseñados para activar marcadores de RA o para utilizar el GPS en aplicaciones basadas en ubicación de los estudiantes. También es crucial el diseño de objetos y las escenas multimedia de los deportes. En cuanto a la Interfaz de Usuario y la Experiencia de Usuario en estas temáticas se necesitan ser rigurosamente probadas para asegurar su accesibilidad y funcionalidad, especialmente para los nuevos usuarios.

En lo que respecta al modelado 3D los objetos virtuales se programan para imitar comportamientos del mundo real añadiendo realismo a la experiencia de RA, donde paralelamente el proceso de evaluación de usuarios es vital, por lo que se necesitaría de las

pruebas en entornos reales para garantizar la eficacia del software. Otro aspecto importante es el uso de códigos QR, un método simple y efectivo para activar objetos en RA. Finalmente, la importancia de integrar la RA con teorías y prácticas pedagógicas necesita de la adopción de enfoques pedagógicos que sean compatibles y no excluyentes, para maximizar el potencial educativo de la tecnología de RA especialmente en el campo de la educación física (Lai & Cheong, 2022).

De igual manera, (Sannikov et al., 2015) comentan que para la creación de contenido educativo basado en realidad aumentada y visualización 3D, se necesitan; módulo de captura de video en directo, módulo para la búsqueda de áreas de marcadores especiales en el video capturado, módulo para la decodificación de marcadores y obtención de información codificada, módulo de lógica para trabajos de laboratorio virtual con modelos 3D y otro módulo de creación y reproducción de la imagen final, incluyendo 3D. De igual mente es necesaria la plataforma Unity para la simplicidad, flexibilidad y soporte multiplataforma, en cuanto a las bibliotecas para la RA recomiendan el uso de Vuforia y ArUco, la primera que se usaría para la creación de versiones móviles del CEI y la segunda, parte de Open CV utilizada para el trabajo en plataformas fijas debido a su política de licencia aceptable, en cuanto a los dispositivos que se necesitarían el reproductor de estéreo 3D monitor, TV o proyector con gafas polarizadas.

En relación con proyectos de RA para la enseñanza y aprendizaje de química, (Merino et al., 2015) describen que desde el punto de vista tecnológico emplearon el lenguaje de C# a través del software Visual Studio, con la biblioteca de RA QT el cual es un software libre de código abierto donde cada una de las actividades a realizar se pueden descargar como una aplicación web teniendo cuenta el tipo de proyecto, las aplicaciones por lo general tienen un peso aproximado de 50MB donde se pueden usar en dispositivos Windows en cualquier tipo de versión

En línea con lo anterior (Sahin et al., 2016) explora la creciente demanda de educación en ingeniería inalámbrica, impulsada por la proliferación de dispositivos inalámbricos en la vida diaria. Se destaca la dificultad de visualizar intuitivamente el funcionamiento de los nodos de red. Se presenta una aplicación de realidad aumentada (RA) diseñada para cursos de comunicaciones inalámbricas. Esta aplicación permite la visualización de ejercicios de laboratorio inalámbricos, mostrando enlaces entre nodos, patrones de radiación de antenas y velocidad de transferencia de datos.

El estudio integrar un marco de aplicación de RA en una plataforma de radio definida por software (SDR). Detalla la implementación de la aplicación para plataformas móviles utilizando el complemento Vuforia para Unity3D. Además, se aborda la operación del servidor de experimentos, la implementación de SDR y el diseño del laboratorio experimental, se explora la visualización de patrones de radiación de antenas como un enfoque de enseñanza utilizando la aplicación de RA.

La introducción de la aplicación de RA en cursos de comunicaciones inalámbricas demuestra ser efectiva para aumentar el interés y las ganancias de aprendizaje de los estudiantes. Se señala la necesidad de futuras investigaciones para expandir el uso de la aplicación en diferentes cursos y explorar interacciones adicionales del usuario con la configuración experimental.

Por otro lado (Figueiredo et al., n.d.) en su trabajo " Creación de actividades de aprendizaje utilizando herramientas de Realidad Aumentada," mencionan varias herramientas de realidad aumentada junto con sus características y aplicaciones. A continuación, se presenta un resumen de lo que se destaca sobre cada una de estas herramientas:

- Wikitude

  Se describe como una herramienta que ofrece el Wikitude World Browser y el Wikitude SDK.

  El Wikitude World Browser es una aplicación de navegador web de realidad aumentada que presenta datos sobre puntos de interés en tiempo real.

  El Wikitude SDK es un kit de desarrollo de software que permite a los desarrolladores crear contenido de realidad aumentada. Sin embargo, se menciona que su uso puede requerir habilidades de programación.

- Layar

  Se presenta como una herramienta que proporciona el Layar App y el Layar Creator.

  El Layar App es un navegador web de realidad aumentada, mientras que el Layar Creator es una herramienta que permite crear documentos interactivos sin programación.

  Se destaca que el uso de Layar Creator no requiere habilidades de programación y facilita la creación de documentos interactivos para actividades educativas.

- Metaio

  Entrega el junaio, el metaio Creator y un desarrollo SDK.

  Junaio es un navegador de realidad aumentada gratuito.

  Metaio Creator es una herramienta para crear y publicar escenarios y experiencias de realidad aumentada. Sin embargo, se menciona que es una herramienta de pago.

El desarrollo SDK de metaio también es una herramienta de pago utilizada para desarrollar aplicaciones de realidad aumentada.

- Aurasma

  Se compone de la Aurasma App y el Aurasma Studio.

  La Aurasma App es un navegador de realidad aumentada que utiliza técnicas avanzadas de reconocimiento de imágenes.

  El Aurasma Studio es una plataforma en línea que permite a los maestros crear y publicar su propio contenido de realidad aumentada de manera intuitiva y sin conocimientos de programación.

  Tanto la aplicación como el estudio de Aurasma son gratuitos, lo que hace que sea accesible para la creación de contenido educativo.

- Augment

  Es una aplicación gratuita para Android e iOS que utiliza realidad aumentada para visualizar modelos 3D activados por códigos QR.

  Los autores eligen Augment debido a su accesibilidad, gratuidad y facilidad de uso sin requerir programación. Se destaca su utilidad para la visualización de modelos 3D en entornos educativos.

Según (Dengel et al., 2022), en su trabajo “Una revisión sobre los kits de herramientas de creación de realidad aumentada para la educación” algunas de las herramientas destacadas para la creación de experiencias de realidad aumentada (RA) incluyen:

- Vuforia: Una plataforma de desarrollo de RA que permite la creación de experiencias interactivas y de seguimiento de objetos en entornos reales. Es conocida por su capacidad para reconocer y rastrear imágenes y objetos en 3D.

- Unity: Un motor de desarrollo de videojuegos que también se utiliza para crear experiencias de RA. Ofrece herramientas para la creación de gráficos en 3D, animaciones y físicas, lo que lo hace útil para el desarrollo de aplicaciones de RA.
- Unreal Engine 4: Similar a Unity, es un motor de desarrollo de videojuegos que también se utiliza para crear experiencias de RA. Ofrece herramientas avanzadas para la creación de gráficos en 3D y efectos visuales.

Estas herramientas abordan desafíos como la creación de objetos 3D, interacciones con gestos, validación de interacciones, simulación de cámara y comunicación de conceptos en entornos de RA.

4.3.3 Conclusión

En conclusión, para la creación de entornos de realidad aumentada es necesario tener definido a que categoría de hardware se realizara la implementación de proyectos de RA debido a que se requiere dispositivos como computadoras y smartphones. Además, es esencial contar con elementos de visualización, como monitores, proyectores y dispositivos específicos de RA, como gafas y la interfaz física, es decir, el escenario en el cual se lleva a cabo el proceso de RA.

De acuerdo con los diferentes estudios para crear aplicaciones de realidad aumentada las herramientas más comunes son las siguientes ordenadas por nivel de conocimiento:

1. Wikitude
2. Blippbuilder
3. Aurasama
4. Unity
5. Arcore
6. Vuforia

4.4 Discusión.

Frente al análisis de la información sobre proyectos de realidad aumentada realizados los diferentes estudios abordados muestran la adaptabilidad y la eficacia de la RA en la mejora de procesos y experiencias en sectores tan variados como la educación, la navegación en espacios, la biblioteca y la enseñanza de ciencias naturales, entre otros. Uno de los hallazgos recurrentes en estos trabajos es la aceptación y el rápido crecimiento de la RA como tecnología accesible, principalmente debido a la evolución y la integración de dispositivos inteligentes y software avanzado, donde este avance tecnológico permite crear experiencias inmersivas y accesibles para una amplia gama de usuarios, lo que a su vez fomenta la innovación y la aplicación de la RA en diferentes contextos.

En el ámbito educativo, varios proyectos han explorado el uso de la RA para enriquecer la experiencia de aprendizaje, como se evidencia en los estudios de (López P et al., 2019) y (Celis P, 2020), donde estos trabajos destacan cómo la RA puede motivar a los estudiantes y mejorar la comprensión de conceptos complejos a través de experiencias educativas interactivas y contextualizadas. Asimismo, el proyecto de (Ramírez O, 2018) sobre la mejora del desplazamiento en espacios desconocidos mediante RA muestra cómo esta tecnología puede ser aplicada para resolver problemas prácticos y funcionales en diversos entornos.

No obstante, también se han identificado limitaciones en la implementación y desarrollo de proyectos de RA. Por ejemplo, (Ramírez O, 2018) señala problemas de compatibilidad entre diferentes plataformas y software, como IndoorAtlas y ARKit resaltando la necesidad de una mayor madurez tecnológica para su integración efectiva. Del mismo modo, los trabajos de (Puentes & Peralta, 2014) y (Wang et al., 2013) subrayan la importancia de abordar problemas técnicos y de adaptar la RA a las necesidades reales de los usuarios para maximizar su potencial.

Con lo que se puede decir que a través de la revisión del estado del arte de los proyectos de RA indican que un campo en constante evolución y con un gran potencial para transformar múltiples aspectos de la vida cotidiana y profesional. Aunque existen desafíos, especialmente en términos de integración tecnológica y adaptación a contextos específicos las perspectivas futuras son prometedoras con un creciente interés en la investigación y la aplicación práctica de la RA en diversas áreas.

Frente a la identificación de las metodologías e implementaciones que se utiliza en los proyectos de RA, se destacan varios aspectos fundamentales reflejados en las investigaciones de diferentes autores. Según (Iqbal et al., 2022) es crucial la definición clara de objetivos y la identificación del público al cual ira dirigido en el inicio de cualquier proyecto de RA, puesto que esto garantiza que el contenido y la implementación de la RA estén alineados con las necesidades y expectativas de los usuarios, ya sean estudiantes de diferentes niveles educativos o un público más amplio, la selección del idioma y el diseño de la experiencia de aprendizaje son también pasos esenciales para crear experiencias atractivas y efectivas utilizando la realidad aumentada en la educación.

Por otro lado, (Santos et al., 2014) resaltan la importancia de seleccionar las herramientas de hardware y software adecuadas, incluyendo dispositivos de visualización y bibliotecas de desarrollo para la renderización 3D, dicho enfoque multidimensional es fundamental para el desarrollo técnico efectivo de elementos como modelos 3D, aplicaciones RA o contenido digital, asegurando su integración efectiva en el entorno real. Por su lado, (Meneses J, 2017) incide en la importancia de la metodología aplicada en la creación de proyectos de RA destacando la necesidad de elegir correctamente el software y las herramientas para un desarrollo exitoso, puesto que cada selección se basará en la complejidad y las necesidades específicas del proyecto.

De igual manera, (Lampropoulos et al., 2022) discuten cómo la combinación de realidad aumentada y gamificación puede mejorar significativamente la participación y el rendimiento de los estudiantes, subrayando la relevancia de seguir enfoques educativos adecuados y la necesidad de innovar y mejorar continuamente en la tecnología educativa, y el aprendizaje de temas complejos de los estudiantes. En contraste, (Buchner & Kerres, 2023) abordan las preocupaciones sobre la calidad metodológica en la investigación de RA en educación sugiriendo un cambio de enfoque hacia la identificación de cuándo y cómo la RA apoya efectivamente el aprendizaje y la enseñanza, queriendo decir que es necesario ir más allá de comparar la RA con otros medios y centrarse en diseños de estudio que aborden preguntas más relevantes sobre su implementación efectiva en contextos educativos.

Finalmente, (Celis P, 2020) refleja la importancia de adaptar las metodologías de RA al contexto educativo específico, considerando no solo la tecnología sino también los cambios en el comportamiento social y la interacción provocados por la globalización de las TIC puesto que la RA incluye el diseño de materiales educativos digitales como mediadores pedagógicos y la capacitación de educadores en su uso eficaz. Es así que las metodologías e implementaciones en proyectos de RA muestran la necesidad de un enfoque holístico que considere desde la definición de objetivos, la selección de herramientas hasta la evaluación y mejora continua del proceso de aprendizaje, y la realidad aumentada en el ámbito educativo involucra la integración de tecnología avanzada como también la profunda comprensión de los principios pedagógicos y la adaptación a las necesidades cambiantes de los estudiantes en la era digital actual.

Frente a las tecnologías y herramientas usadas en proyectos de realidad aumentada se hallaron diferentes instrumentos tecnológicos. (Santos et al., 2014) recalcan la importancia de tres categorías de herramientas en los proyectos de RA: hardware, software y herramientas de gestión

de contenido. En hardware, se necesitan dispositivos de computación como computadoras y smartphones, y elementos de visualización como monitores y dispositivos de visualización de RA. En cuanto al software es necesario diseñar un software exclusivo para cada proyecto que optimice tanto el cálculo del hardware como la visualización de contenido y la interacción del usuario y, las bibliotecas de RA más destacadas incluyen ARToolkit, Eyesweb, Wikitude, Junaio.

(Cook, 2019) aborda el uso de tecnologías específicas en un proyecto de RA en música, utilizando iPad como interfaz y la aplicación Aurasma Hp Reveal, por su capacidad para manejar las limitaciones de procesamiento del iPad y se complementó con Moovly para la reproducción de contenido animado de RA. Por su parte, (Vert & Andone, 2017) mencionan herramientas de autoría como Layar Creator, Aurasma Hp Reveal, Wikitude Studio y otras, destacando su edición basada en web, independencia de plugins y compatibilidad con diferentes plataformas.

Por otro lado, (Rosni et al., 2020) describen un conjunto específico de herramientas necesarias para un proyecto de RA enfocado en el sistema cardiovascular, que incluye ARCore, Unity 3D Tool, Autodesk 3ds Max y el lenguaje de programación C#, apoyándose también de herramientas adicionales como ARToolkit, Vuforia, Wikitude y Maxst. Por su lado, (Lai & Cheong, 2022) muestran la necesidad de una arquitectura de software completa para RA en educación física, que incluye almacenamiento de bases de datos, sensores, diseño de objetos y escenas multimedia, y herramientas para pruebas de usuario.

(Sannikov et al., 2015) comentan la necesidad de módulos específicos para la captura y procesamiento de video en proyectos de RA, recomendando la plataforma Unity para su flexibilidad y soporte multiplataforma, y bibliotecas como Vuforia y ArUco para diferentes aplicaciones. Por su parte, (Merino et al., 2015) describen el uso del lenguaje C+ y el software

Visual Studio con la biblioteca de RA QT para proyectos de enseñanza y aprendizaje de química destacando la capacidad de estas herramientas para adaptarse a diferentes versiones de Windows y dispositivos.

4.5 Conclusión

En este capítulo se logró obtener una comprensión integral de las metodologías utilizadas y las herramientas tecnológicas más comunes. Al abordar la primera pregunta de investigación sobre el estado del arte de los proyectos de RA para la educación, se exploraron diversas aplicaciones y enfoques innovadores que evidencian el crecimiento y la diversificación de esta tecnología en el campo educativo y en respuesta a la segunda pregunta sobre las metodologías utilizadas en proyectos de RA para la educación, se identificó un conjunto variado de enfoques que van desde la creación de contenido personalizado hasta la integración de la RA con enfoques pedagógicos específicos. Finalmente, respecto a la tercera pregunta sobre las herramientas tecnológicas más comunes, se destacó la importancia de dispositivos de hardware como computadoras y smartphones, así como elementos de visualización específicos para RA. En el ámbito del software, la creación de herramientas exclusivas para cada proyecto y el uso de bibliotecas especializadas, como ARToolkit, Wikitude, Unity, Vuforia y Arcore se presentaron como prácticas habituales.

En conjunto, estos estudios reflejan la gran diversidad de enfoques que rodean la aplicación de la RA en el ámbito educativo, de este modo, se da solución del objetivo específico denominado “Identificar las diferentes metodologías e implementaciones que se utiliza en la RA para la educación”

.

5 CAPITULO V RECOMENDACIONES

La revisión sistemática, basada en el método de Barbara Kitchenham, establece una serie de pasos metodológicos clave para la búsqueda de artículos primarios, los cuales, en las últimas se analizan los resultados obtenidos con el fin se ser usados en las conclusiones y recomendaciones y así ofrecer respuestas a los objetivos específicos planteados. Este enfoque facilita la obtención de resultados concluyentes y contribuye a la rigurosidad del proceso de revisión, por lo anterior en este capítulo se le dará solución al objetivo específico recomendar metodologías e implementaciones para proyectos futuros de realidad aumentada en el programa de ingeniería informática del Colegio Mayor del Cauca.

5.1 Recomendaciones para proyecto futuros para la educación

Tras el análisis de los resultados de la revisión sistemática recomendamos las siguientes metodologías para la formulación de proyectos de realidad aumentada como el procedimiento denominado “ProRa” del autor (Meneses J, 2017), la metodología usada en el trabajo “Retos actuales y futuras líneas de investigación en realidad aumentada para la educación” del autor (Iqbal et al., 2022), la metodología del estudio” Experiencias de aprendizaje con realidad aumentada: Encuesta sobre el diseño y la evaluación de prototipos” del autor (Santos et al., 2014) y la metodología del estudio “Implementación De La Realidad Aumentada Para Enseñar La Arquitectura De La Computadora Y Superar Las Deficiencias Académicas Presentadas En El Tema, Durante El Primer Periodo Por Los Estudiantes De La Institución Educativa San José De Llanitos” autor (Celis P, 2020)

En este sentido, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos. De acuerdo con el trabajo denominado “Augmented Reality Experiences in Informal Education” de (Petrovich et al., 2018) determina que es sumamente importante la integración curricular de la RA en el entorno

educativo de la universidad ya que el fomentar el uso de la RA en el aprendizaje práctico de conceptos espaciales, técnicos, donde desde los laboratorios virtuales se podrían aplicar simulaciones de RA para complementar la enseñanza teórica en el campo de la ingeniería. De esta manera, ampliar el uso más allá del aula académica, llevando a través de talleres, conferencias y ferias tecnológicas, lo cual permitirá a los estudiantes involucrarse en estos entornos poniendo en alto a la universidad en estos campos innovadores de la educación, además los estudiantes que se involucren este proceso podrán mejorar sus habilidades, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación, además el integrar enfoques pedagógicos que incorporen la RA para crear ambientes de aprendizaje híbridos por medio de experiencias educativas más atractivas para el sector académico.

Del mismo modo es importante que los apartados metodológicos de formulación de proyectos educativos en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, especialmente en el programa de ingeniería informática se haga uso de dispositivos tecnológicos y herramientas informáticas que permitan el diseño de aplicaciones de RA accesibles desde diversos dispositivos móviles, computadores tomando oportunidad la ubiquidad entre los estudiantes. Otros aspectos metodológicos, contemplados serían la capacitación para docentes y estudiantes con el acompañamiento permanente puesto que ayudaría abordar los problemas y desafíos que surjan durante la marcha. De igual manera es importante que se consideren desde los futuros proyectos en la universidad el manejo de la privacidad y seguridad para garantizar el tratamiento adecuado de los estudiantes o usuarios que hagan uso de estas herramientas educativas innovadoras (Petrovich et al., 2018).

Tomando como referencia el trabajo de (Narman et al., 2020) denominado “Augmented Reality for Teaching Data Structures in Computer Science”, se plantean las siguientes

recomendaciones, primero para la formulación de proyectos en RA en la universidad es necesario el uso de las plataformas y herramientas digitales específicas, donde se pueden emplear Vuforia para la funcionalidad de RA y Unity para el desarrollo debido a su soporte de realidad aumentada y facilidad de uso en la creación de animaciones y aplicaciones interactivas. Otro aspecto clave, es el reconocimiento de imágenes de RA para la visualización de objetos y conceptos las cuales van de la mano con el diseño de la interfaz y la experiencia del estudiante, se recomienda que la metodología empleada para el desarrollo de estos trabajos sea bajo un diseño sencillo pero que sean efectivos, dado que el contar con un modelo menos complejo facilitaría el acceso y la interacción en RA.

De igual manera, otra de las recomendaciones en la implementación de los futuros proyectos es la aplicación práctica y la educación continua, haciendo referencia al uso de la RA a través de la práctica donde los estudiantes puedan mejorar sus competencias por medio del aprendizaje inmersivo. Por otro lado, en el documento hecho por (Camba & Contero, 2015) proponen la metodología basa en el uso de herramientas 3D de modelado las cuales se formulan en imágenes, el adoptar estos métodos por parte de los estudiantes de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, permitirá crear modelos 3D a través de imágenes que contenga objetos reales, para ello se puede emplear Autodesk Memento teniendo en cuenta las limitaciones de objetos con superficies transparentes, reflectantes o poco iluminadas. Otro, elemento recomendado para utilizar en los proyectos de RA de la universidad sería el uso de Aumentaty Author para convertir modelos 3D en elementos interactivos de RA ya que permite un control total sobre tipos y tamaños de marcadores, y ofreciendo interfaces gráficas para la calibración de cámaras y la creación de patrones.

En cuanto al enfoque relacionado con la usabilidad, se recomienda que tanto los docentes como los estudiantes puedan elegir herramientas que no requieran habilidades de programación avanzadas, y que permitan a educadores y estudiantes crear y experimentar con contenido de RA de manera sencilla y natural. Otro de los elementos claves que describe (Camba & Contero, 2015) es el tema de la planeación para ello es fundamental determinar mediante estudios previos la usabilidad que tendría dicho proyecto de RA en la institución y en el área de la ingeniería siendo clave la realización de comités educativos donde se evalúen las propuestas partiendo de la metodología y como las herramientas que se van a utilizar, ya que todos esto involucraría un presupuesto y tiempo como factores decisivos en la elaboración de los proyectos.

Tomando como insumo el trabajo hecho por (Sahin et al., 2016) denominado “Wireless Communications Engineering Education via Augmented Reality”, se pueden extraer las siguientes recomendaciones metodológicas, primero la aplicación de RA para el aprendizaje de conceptos invisibles, es decir visualizar aspectos de la ingeniería informática que son difíciles de comprender debido a su naturaleza intangible o abstracta, como las señales de RF en comunicaciones inalámbricas, esto también se puede tener en cuenta para que en los proyectos que tengan una naturaleza más compleja tenga una comprensión más intuitiva y práctica, como por ejemplo aspectos físicos y matemáticos.

Un elemento clave, mencionado por autores como (Bacca et al., 2015), (Caro et al., 2019) y (Celis P, 2020) es la retroalimentación abarcada en el control y el feedback, el cual hace alusión que es indispensable que cada uno de los proyectos cuente con indicadores de medición, con los cuales se pueda determinar el impacto ya sea positivo o negativo de la aplicación de la RA en los proyectos de educación en la institución, con ello se podrán obtener métricas como usuarios activos, retención y satisfacción de experiencia, para evaluar la efectividad de las herramientas

de RA en el aprendizaje de los estudiantes, centrándose en la comprensión y el interés en los temas tratados. De esta forma, proponer una serie de ajustes basados en los resultados de las evaluaciones con las cuales los proyectos puedan mejorarse.

De este modo se da solución al objetivo específico denominado “Recomendar metodologías e implementaciones para proyectos futuros de realidad aumentada en el programa de ingeniería informática del Colegio Mayor del Cauca”.

5.2 Propuesta Marco de Procesos.

5.2.1 Objetivo

Desarrollar aplicaciones de realidad aumentada para la educación superior en la facultad de ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca.

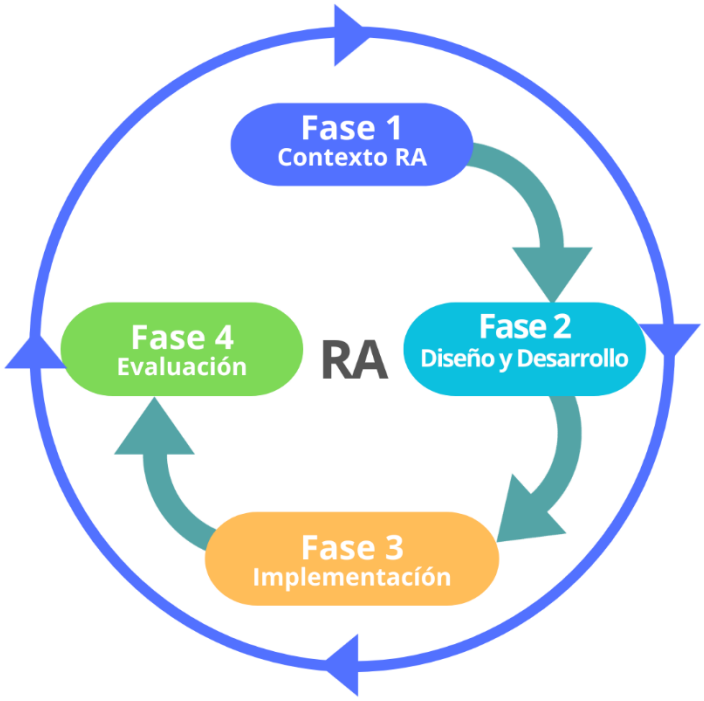
5.2.2 Descripción

El resultado del análisis de literatura relacionada con los procesos de implementación de realidad aumentada para la educación revela que los enfoques existentes comparten similitudes en sus etapas. En particular, se ha identificado que numerosos estudios recurren a métodos empíricos fundamentados en metodologías de desarrollo, como es el caso de Mobile-D según la investigación de (Puentes & Peralta, 2014), entre otros. No obstante, es notable destacar que la mayoría de estos métodos podrían adaptarse de manera efectiva a un marco de procesos de acuerdo con la Figura 17 que se adapta del trabajo realizado por (Tovar et al., 2014) donde se describe una metodología mixta para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) basados en realidad aumentada, formada por la metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI y la ingeniería de software basada en componentes (ISBC).

- AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) es una metodología para el desarrollo de OVA que se centra en las necesidades de los estudiantes y el aprendizaje significativo.

- ISBC (Ingeniería de software basada en componentes) es una metodología para el desarrollo de software que se basa en la reutilización de componentes.

Figura 17 Propuesta Marco de Procesos



Nota: Elaboración propia del autor

Adicionalmente para una efectiva ejecución de la presente propuesta, es necesario tener definido el nivel de conocimiento del sujeto que hará uso del presente marco de acuerdo con lo siguiente:

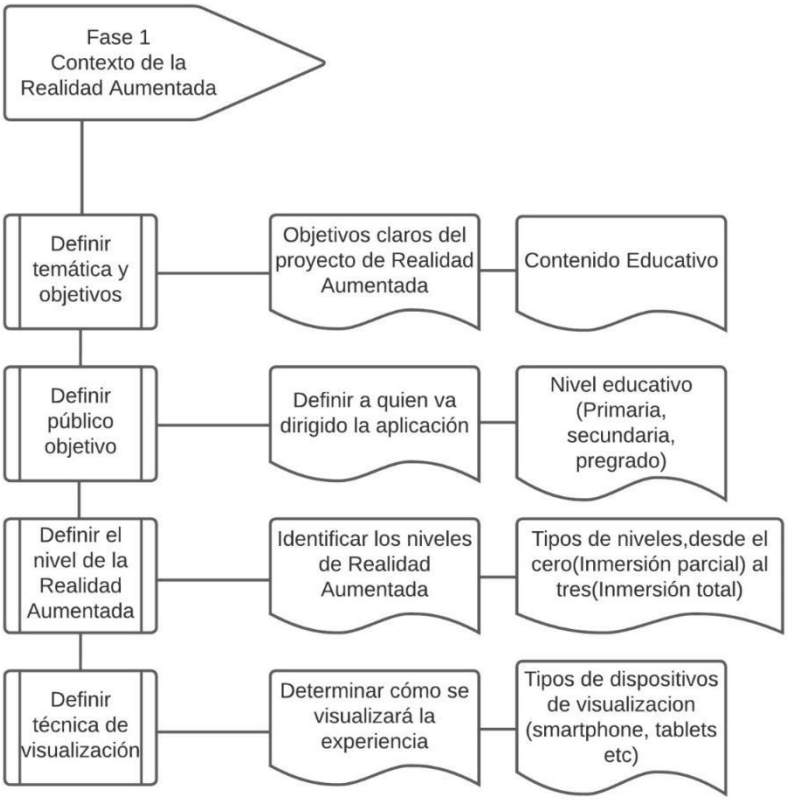
- **Nivel Principiante (NP):** Todo aquel con conocimiento básico y con experiencia previa sobre la creación de tecnologías emergentes.
- **Nivel Avanzado (NA):** Todo aquel con experiencia en la creación de tecnologías emergentes. Se espera que los participantes en este nivel posean un conocimiento sólido de los conceptos fundamentales y hayan trabajado en proyectos previos relacionados.

5.2.3 Fases

5.2.3.1 Fase1: Contexto de la Realidad Aumentada.

Para la elaboración de esta sección se consideraron aspectos como objetivos, temática y recursos disponibles, de acuerdo con los hallazgos obtenidos en la revisión literaria se proponen los siguientes ítems descritos en la Figura 18 que aplican para los niveles **NP** y **NA**:

Figura 18 Fase 1: Contexto de la Realidad Aumentada



Nota: Elaboración propia del autor

5.2.3.1.1 Definir temática y objetivos:

Según (Iqbal et al., 2022) se debe iniciar el proceso definiendo claramente los objetivos del proyecto de RA en el aprendizaje, deben de estar alineados con el contenido educativo relevante y adaptados al nivel educativo específico al que se dirige el proyecto (Santos et al., 2014), Finalmente (Meneses J, 2017) sugiere definir claramente la idea del proyecto de RA, incluyendo los alcances, la población objetivo y los requerimientos funcionales y no funcionales, lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.1.2 Definir público objetivo:

De acuerdo (Iqbal et al., 2022) se debe determinar a quién va dirigida la aplicación, donde se tendría que identificar si el público objetivo son estudiantes de un nivel educativo en particular, como primaria, secundaria o universidad, o si se trata de una aplicación destinada a un público más amplio, lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.1.3 Definir nivel de realidad aumentada:

Identificar los niveles de RA a utilizar, que van desde el nivel 0 (utilización de códigos de barras o códigos QR) hasta el nivel 3 (inmersión total). La elección se basa en el tipo de proyecto y su complejidad (Meneses J, 2017), lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.1.4 Definir técnica de visualización:

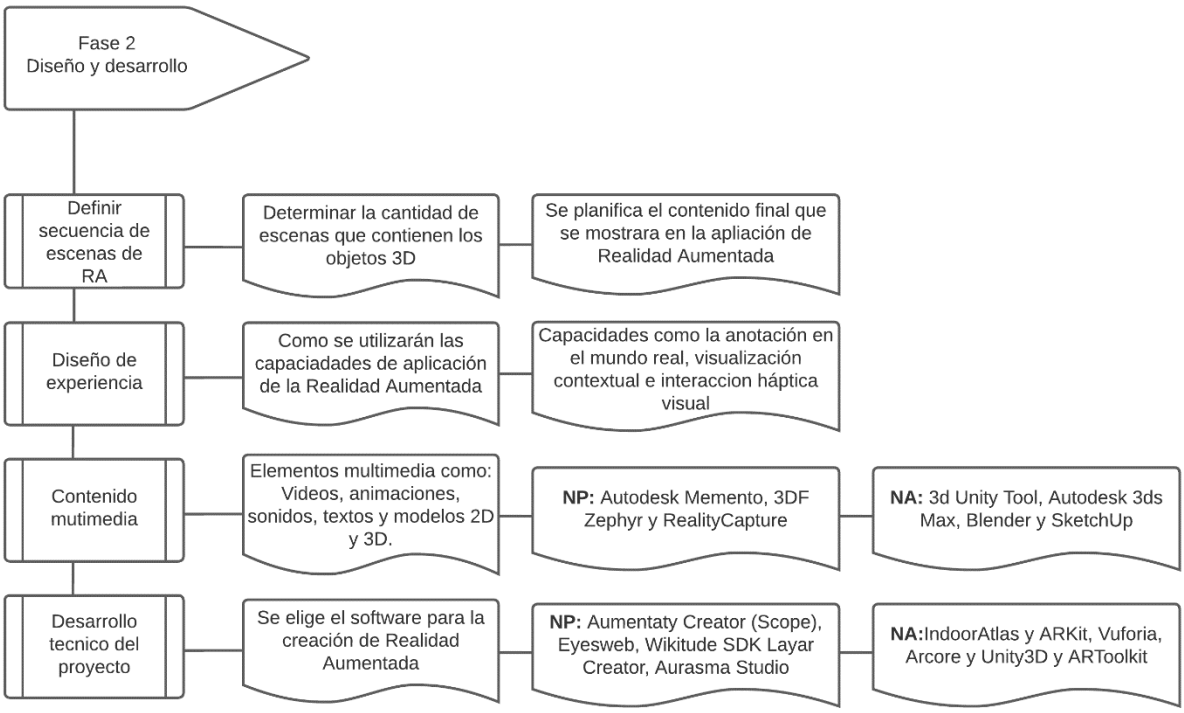
Determinar cómo se visualizará la experiencia. Esto puede incluir visualización con dispositivos que se llevan en la cabeza (dispositivos inmersivos que usan rastreo por sensor), visualización de mano (a través de smartphones o tablets), o

visualización espacial (para interacciones en ubicaciones específicas) (Meneses J, 2017), lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.2 Fase2: Diseño y Desarrollo

La elaboración de esta sección considera el nivel de conocimiento (**NP y NA**) del usuario quien utilizará el marco de procesos, así como los contenidos, softwares y métodos que se utilizarán. De acuerdo con la revisión de literatura descrita en la Figura 19.

Figura 19 Fase 2: Diseño y Desarrollo



Nota: Elaboración propia del autor

5.2.3.2.1 Definir secuencia de escenas RA:

Este ítem (Celis P, 2020) determina la secuencia y la cantidad de escenas en las que se mostrarán los objetos 3D en la aplicación de RA y se planifica los

contenidos a mostrar a través del aplicativo, para finalmente decidir con que temas visuales y atractivos comenzar, lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.2.2 Diseño de experiencia:

(Santos et al., 2014) Diseñar la experiencia de aprendizaje en RA, teniendo en cuenta cómo se utilizarán las capacidades de la RA, como la anotación del mundo real, la visualización contextual y la interacción háptica visual para crear una experiencia de aprendizaje atractiva y efectiva utilizando la RA mediante la concepción de contenido digital que se superpone al entorno real a través de dispositivos como smartphones o HMDs (Head-Mounted Displays) (Iqbal et al., 2022), lo anterior aplica para **NP** y **NA**.

5.2.3.2.3 Contenido multimedia:

De acuerdo con (Iqbal et al., 2022) se debe generar o adquirir el contenido que se utilizará en la aplicación de RA, se deben diseñar o adquirir los diferentes elementos multimedia, como videos, animaciones, sonidos, textos y modelos 2d/3d, que enriquecerán la experiencia de RA. Estos elementos se pueden desarrollar internamente, descargar de fuentes externas o vincular a contenido disponible en la web (Meneses J, 2017).

Si la adquisición o diseño de videos, imágenes y audio resulta imposible, se sugiere recurrir a las siguientes plataformas como alternativas recomendadas:

- **Pexels:** Ofrece fotos de stock completamente gratuitas y de alta calidad, sujetas a la licencia de Pexels. Todas las fotos están etiquetadas, son fáciles de encontrar en las búsquedas (Pexels, 2023).

- **Pixabay:** Comunidad de creativos que comparten imágenes y videos. Todos los contenidos se publican bajo Creative Commons CC0, lo que los hace seguros de usar sin pedir permiso ni dar crédito al artista (Pixabay, 2023)
- **Motion Elements:** Mercado de microstock principal de Asia para los realizadores de video de todo el mundo. Ofrece todo tipo de productos, desde videos de stock, música, modelos 3D, After Effects y plantillas de Apple Motion unidos a la licencia libre de derechos y transparente de MotionElements (Motion Elements, 2023).

El contenido clave en los entornos de realidad aumenta son los objetos 2D/3D que son representados en el ambiente real, la disponibilidad de estos dependerá del nivel de conocimiento, por tal motivo se considera lo siguiente:

Para un **nivel principiante (NP)** las siguientes herramientas serán de gran ayuda para adquirir el contenido 2D/3D necesario:

- **Autodesk Memento:** Herramienta de modelado basada en imágenes para la generación automática de geometría 3D a partir de una serie de fotografías de un objeto real (Camba & Contero, 2015). La singularidad de este enfoque radica en su capacidad para eliminar la necesidad de habilidades avanzadas de modelado 3D, permitiendo a educadores crear modelos personalizados sin requerir experiencia especializada.
- **3DF Zephyr: S**oftware de fotogrametría de 3Dflow para reconstruir automáticamente modelos 3D a partir de fotografías (3Dflow, 2023).

- **RealityCapture:** Software que permite crear escenas de realidad virtual, mallas texturizadas en 3D, proyecciones ortográficas, mapas georreferenciados y mucho más a partir de imágenes (RealityCapture, 2023).

Para un **nivel avanzado (NA)** se recurrirá a la elaboración de modelos 2D/3D de objetos, se consideran los siguientes ítems que, de acuerdo con el análisis realizado, son los más utilizados:

- **3d Unity Tool:** Utilizado para la creación de contenido de RA específicamente para el desarrollo de modelos 3d y la creación de interfaces interactivas (Rosni et al., 2020).
- **Autodesk 3ds Max:** Software para el desarrollo de modelado en 3d, texturización y procesos de animación (Rosni et al., 2020).
- **Blender:** Software de modelado 3D y animación que se utiliza para crear contenido tridimensional, este se puede utilizar para crear contenido virtual y combinarlo con la cámara del dispositivo, implicando el uso de RA para visualizar modelos 3D en entornos del mundo real (Meneses J, 2017).
- **SketchUp:** Software de diseño gráfico y modelado en 3D que se utiliza en entornos de arquitectura, diseño industrial y más, el que podría utilizarse para crear modelos 3D que luego se integren en experiencias de RA (Meneses J, 2017).

5.2.3.2.4 Desarrollo técnico del proyecto:

Según (Meneses J, 2017) posteriormente a definir los elementos multimedia y la plataforma seleccionada, se debe elegir el software adecuado para la creación del proyecto de RA. Esto puede variar según el nivel de conocimiento, la complejidad y las necesidades del proyecto. Algunos softwares pueden no requerir conocimientos de programación, mientras que otros permiten un desarrollo más personalizado y complejo, Según el análisis literario, se han identificado las siguientes herramientas disponibles para la creación de entornos de realidad aumentada:

Para un **nivel principiante (NP)** las herramientas adecuadas serán las que conlleven el menor conocimiento de programación como los siguientes:

- **Aumentaty Creator y Scope:** Herramienta de software que permite crear escenas de RA y publicarlas en la Comunidad Aumentaty y visualizarlas en Scope (Celis P, 2020).
- **Eyesweb:** Plataforma de software abierta para el diseño y desarrollo de sistemas e interfaces multimodales en tiempo real (Santos et al., 2014).
- **Wikitude SDK:**

  Es un kit de desarrollo de software que permite a los desarrolladores crear contenido de realidad aumentada. Sin embargo, se menciona que su uso puede requerir habilidades de programación (Figueiredo et al., n.d.).
- **Layar Creator**

  Es una herramienta que permite crear documentos interactivos sin programación. Se destaca que el uso de Layar Creator no requiere habilidades

de programación y facilita la creación de documentos interactivos para actividades educativas (Figueiredo et al., n.d.).

- **Aurasma Studio:**

  Es una plataforma en línea que permite a los maestros crear y publicar su propio contenido de realidad aumentada de manera intuitiva y sin conocimientos de programación (Figueiredo et al., n.d.).

Para un **nivel avanzado (NA)** la construcción de la navegabilidad y la personalización de entornos es un requerimiento fundamental lo que genera una dependencia directa con el conocimiento en tecnologías emergentes como:

- **IndoorAtlas y ARKit**: Opción más viable y sencilla para el desarrollo de sistemas de navegación en interiores, desarrollo integrado con Xcode(IDE) y el lenguaje de programación Swift para entornos Apple (Ramírez O, 2018).

- **Vuforia y Unity3D:** Desarrollo de software (SDK) para crear aplicaciones de Realidad Aumentada. Con el SDK, se puede agregar funcionalidad avanzada de visión por computadora a la aplicación, lo que permite reconocer imágenes, objetos y espacios (Sahin et al., 2016).

- **Arcore:** Plataforma de desarrollo de software (sdk) de google para crear aplicaciones de RA en dispositivos Android, el cual proporciona características como la comprensión del entorno, el seguimiento del movimiento y la estimación de la luz (Rosni et al., 2020).

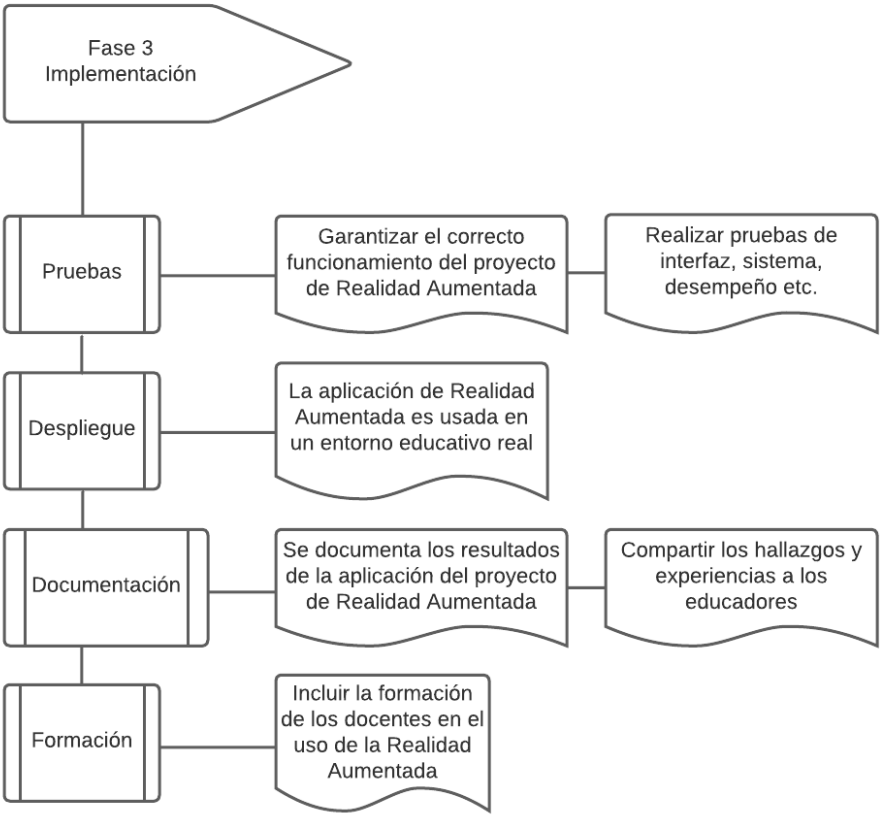
- **ARToolkit (incluyendo FLARToolkit, NyARToolkit):** Biblioteca que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real (Santos et al., 2014).

Entre ellas, sobresalen Arcore, Vuforia y Unity3D, siendo la elección dependiente del nivel de conocimiento, adicionalmente (Ramírez O, 2018) deberá llevar a cabo una investigación para identificar las tecnologías, evaluándolas en función de criterios como la fecha de publicación, la disponibilidad del kit de desarrollo de software (SDK), el acceso al SDK y la documentación disponible, ya que ayudaría a determinar si la tecnología es la más adecuada para el proyecto de RA.

5.2.3.3 Fase 3: Implementación

Durante esta etapa, se procede a implementar el aplicativo en el entorno educativo real proporcionando orientación y capacitación a los maestros y estudiantes sobre cómo utilizarlo de manera efectiva (Santos et al., 2014), siguiendo la estructura descrita en la Figura 20, que aplica para **NP** y **NA**:

Figura 20 Fase 3: Implementación



Nota: Elaboración propia del autor

5.2.3.3.1 **Pruebas:** De acuerdo con (Iqbal et al., 2022) es necesario llevar a cabo pruebas de la aplicación de RA para garantizar su correcto funcionamiento y que cumpla con los objetivos de aprendizaje para así recopilar comentarios de usuarios beta, esto incluye pruebas de interfaz de usuario, pruebas del sistema, pruebas de desempeño y pruebas

de estrés. Se deben documentar los resultados y solucionar los problemas identificados (Meneses J, 2017).

5.2.3.3.2 **Despliegue:** De acuerdo con (Meneses J, 2017) una vez que se han superado con éxito las pruebas y se ha validado el proyecto, se puede proceder al cierre. Esto implica entregar el proyecto al cliente, si es el caso, y firmar un acta de aprobación y si el proyecto ha sido aprobado, se procede a lanzarlo para que los usuarios puedan acceder a él. Esto puede implicar la creación de instaladores o enlaces de descarga, según la tecnología utilizada.

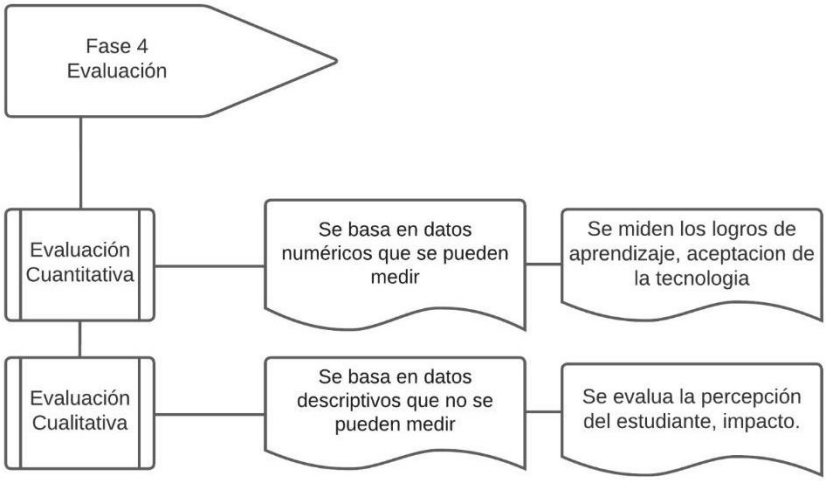
5.2.3.3.3 **Documentación:** Documentar el proceso para compartir los hallazgos y la experiencia con otros educadores y profesionales interesados en proyectos de RA educativa (Santos et al., 2014).

5.2.3.3.4 **Formación:** (Caro et al., 2019) Incluir la formación de docentes en el uso de la Realidad Aumentada y las tecnologías relacionadas, a través de procesos, métodos y prácticas efectivas donde los docentes puedan mejorar su conocimiento y puedan poner en práctica los elementos de RA para así poder orientar a los estudiantes al uso y aprendizaje efectivo mediante estas técnicas.

5.2.3.4 Fase 4: Evaluación

En esta etapa, se procede a la evaluación de la aplicación de realidad aumentada mediante métodos específicos Figura 21, para analizar la precisión y la calidad del contenido que aplican para **NP** y **NA**.

Figura 21 Fase 4: Evaluación



Nota: Evaluación propia del autor

Los resultados de las evaluaciones revelan de manera concluyente que la aplicación de realidad aumentada es altamente efectiva o no en el proceso de aprendizaje, a través de la combinación de cuestionarios y encuestas debido a que se destacan como un enfoque efectivo para obtener una evaluación cuantitativa y cualitativa. Estos instrumentos permiten recopilar datos estructurados sobre la utilidad, la satisfacción del usuario y otros aspectos clave, siendo las preguntas abiertas una fuente de percepciones más detalladas.

Como parte de este proceso, se elaboró un ejemplo práctico de un proyecto de RA denominado “Guía interactiva de Arduino en realidad aumentada” que se incluye en un anexo del informe.

5.3 Conclusión

En el presente capítulo se logra recomendar directrices metodológicas para proyectos de realidad aumentada en el ámbito educativo. A través del análisis detallado de los artículos primarios seleccionados en la Revisión Sistemática de Literatura, se ha logrado identificar patrones y mejores prácticas que respaldan la creación de proyectos de realidad aumentada.

Además, se logra desarrollar una propuesta de marco de proceso que sirve como guía estructurada para la ejecución de futuros proyectos de realidad aumentada en el ámbito educativo. Este marco se ha diseñado con la intención de ser adaptable y flexible, permitiendo su personalización para satisfacer las necesidades específicas del programa de ingeniería informática en el Colegio Mayor del Cauca.

Por lo anterior se da por cumplido el objetivo específico recomendar metodologías e implementaciones para proyectos futuros de realidad aumentada en el programa de ingeniería informática del Colegio Mayor del Cauca

6 CONCLUSIONES

A través de la revisión sistemática de la literatura, se logra concluir que la Realidad Aumentada ha mostrado una notable capacidad de adaptación y eficiencia en la mejora de procesos y experiencias en campos diversos como la educación, la orientación espacial y la enseñanza de diversas materias en el ámbito de la educación, debiéndose principalmente a su rápida adopción y la evolución en la integración de dispositivos inteligentes y software avanzado, abriendo un amplio espectro de posibilidades para experiencias inmersivas y accesibles, catalizando la innovación y diversificación de aplicaciones en múltiples contextos.

De igual manera, se logró identificar que RA se destaca por enriquecer significativamente el proceso de aprendizaje, al motivar a los estudiantes y facilitar la comprensión de conceptos complejos mediante interacciones educativas contextualizadas donde la RA se posiciona como un recurso pedagógico de gran valor. No obstante, diversos autores reconocen retos en su implementación, especialmente en lo referente a la compatibilidad entre plataformas y software mostrando fuertemente la necesidad de una evolución tecnológica para su integración más efectiva y universal.

Asimismo, se determinó que la eficacia de los proyectos de RA dependen críticamente de las metodologías y herramientas empleadas, donde una definición precisa de objetivos y un conocimiento profundo del público objetivo son fundamentales para alinear el contenido y la implementación de la RA con las expectativas y necesidades de los estudiantes, por lo que la elección correcta del hardware y software idóneos, son vitales para el desarrollo técnico y la integración exitosa de la RA en contextos reales.

Además, se logró conocer que el éxito de los proyectos de RA depende en gran medida de la selección adecuada de herramientas tecnológicas específicas donde el uso de hardware, software y herramientas de gestión de contenido apropiados es crucial, siendo la elección de tecnologías específicas y herramientas de autoría adecuadas es determinante para crear experiencias de RA efectivas y accesibles.

Se logra proponer un marco de proceso basado en las recomendaciones del análisis de la literatura. El marco consta de 4 fases: contexto, diseño y desarrollo, implementación y evaluación.

En la fase de contexto se definen los objetivos del proyecto de realidad aumentada, a quien va dirigido y el tipo de realidad aumentada. En la fase de Diseño y desarrollo se define la secuencia de la Realidad aumentada, luego se diseña la experiencia, posteriormente se crea el contenido multimedia y finalmente se hacer el desarrollo técnico. En la fase de implementación, se llevan a cabo las pruebas, despliegue, documentación y formación. En la fase de evaluación, se revisan los resultados del proceso de manera cuantitativa y cualitativa. El marco se aplica para el contexto educativo, como en instituciones de educación superior. Puede ayudar a mejorar la eficiencia y la eficacia de los procesos, así como a garantizar que se cumplan los objetivos.

Finalmente, la revisión sistemática de la literatura en RA destaca el significativo potencial de esta tecnología para transformar no solo la educación sino también otros sectores, ya que a pesar de enfrentar desafíos técnicos y de integración, la RA se mantiene como un campo de estudio y aplicación práctica de creciente interés. Donde en la elaboración de proyectos de RA en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, en el programa de ingeniería las implementaciones metodológicas adecuadas y la selección de herramientas tecnológicas

pertinentes son claves para capitalizar el éxito y la efectividad de los proyectos futuros en la universidad.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3Dflow. (2023). *3DF ZEPHYR*. https://www.3dflow.net/3df-zephyr-photogrammetry-software/

Aisenberg F, H., & Fernandes, R. F. (2016). Desmitificación de la revisión de la literatura como base para la redacción científica: el método ssf. *Revista ACB*, *21*(3), 973–986. https://brapci.inf.br/index.php/res/download/158756

Amanatidis, N. (2022). Augmented Reality in Education and Educational Games-Implementation and Evaluation: A Focused Literature Review. *Computers and Children*, *1*(1), em002. https://doi.org/10.29333/cac/11925

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk, & Graf, S. (2015). Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training. *Procedia Computer Science*, *75*, 49–58. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203

Buchner, J., & Kerres, M. (2023). Media comparison studies dominate comparative research on augmented reality in education. *Computers & Education*, *195*, 104711. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104711

Cabero A, J., & Puentes P, A. (2020). La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. *Revista Humanidades y Ciencia Sociales*, *66*(2), 35–51. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8931217.pdf

Cabrero, A. (2020). *Aprendizaje Colaborativo. Construcción conjunta de aprendizajes*. Universidad EIA. https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2020/09/6.-Aprendizaje-colaborativo.pdf

Cadena Cairasco, A. F., Jurado Eraso, M. A., & Pabón Santacruz, P. J. (2020). Desarrollo de una herramienta didáctica basada en realidad extendida para un curso de física en ingeniería ambiental. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, *12*(1), 202–214. https://doi.org/10.46571/JCI.2020.1.18

Camba, J. D., & Contero, M. (2015). From reality to augmented reality: Rapid strategies for developing marker-based AR content using image capturing and authoring tools. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344162

Caro G, A. (2008). *Revisiones Sistemáticas de la Literatura* [Diapositivas Power Point>, Universidad del Bio-Bio Chile]. http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/182/presentacion/Presentaci%C3%B3n-ColoquioUBB1.pdf

Caro, L. Á., H. Flores, N. Rojas, & A. Vélez, V. (2019). *Didáctica y aplicaciones de realidad aumentada en la educación superior en Colombia*. *1*. https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/3338/Didactica%20y%20aplicaciones%20de%20realidad%20aumentada.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Carrizo, D., & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, *26*, 45–54. https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000500045

Celis P, C. A. (2020). *Implementación De La Realidad Aumentada Para Enseñar La Arquitectura De La Computadora Y Superar Las Deficiencias Académicas Presentadas En El Tema, Durante El Primer Periodo Por Los Estudiantes De La Institución Educativa San José De Llanitos* [Proyecto de grado Magister, Universidad de Santander UDES].

https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/f0239788-8fe5-4e9c-b5df-be479f3ab0c3/content

Claros-Perdomo, D. C., Millán-Rojas, E. E., & Gallego-Torres, A. P. (2019). Uso de la realidad aumentada, gamificación y m-learning. *Revista Facultad de Ingeniería*, *29*(54), e12264. https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.12264

Cook, M. J. (2019). Augmented Reality: Examining its value in a music technology classroom. Practice and potential. *Waikato Journal of Education*, *24*(2), 23–38. https://doi.org/10.15663/wje.v24i2.687

De Miguel, R. (2020). *Realidad Aumentada para potenciar la capacidad de innovación del alumnado. Portal web Educación 3.0*. https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/usos-realidad-aumentada-aulas

Dengel, A., Iqbal, M. Z., Grafe, S., & Mangina, E. (2022). A Review on Augmented Reality Authoring Toolkits for Education. *Frontiers in Virtual Reality*, *3*. https://doi.org/10.3389/frvir.2022.798032

Dybå, T., & Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*, *50*(9–10), 833–859. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.01.006

Figueiredo, M. J. G., Gomes, J. D. C., & Gomes, C. M. C. (n.d.). *Proceedings of the 2 nd Experiment@ International Conference-Online Experimentation Creating learning activities using Augmented Reality tools*. http://www.aurasma.com/

García, B., & Martín P, J. (2018, January). *Realidad aumentada: el futuro del aprendizaje en las aulas. Portal web ThinkBig Telefónica*. https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-aulas

García, C., & Urdiales, G. (2021, May 20). *La realidad virtual reinventa la enseñanza en las aulas universitarias. Diario virtual de España El Economista*. https://www.eleconomista.es/especial-formacion/noticias/11208798/05/21/La-realidad-virtual-reinventa-la-ensenanza-en-las-aulas-universitarias.html

García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, *23*, e28600. https://doi.org/10.14201/eks.28600

Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C., & Marín Marín, J. A. (2019). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, *15*(1), 36–46. https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03

Grijalva, P. K., Cornejo, G. E., Gomez, R. R., Real, K. P., & Fernandez, A. (2019). Herramientas colaborativas para revisiones sistemáticas. *Revista Espacios*, *40*(25), 9. https://www.revistaespacios.com/a19v40n25/a19v40n25p09.pdf

Guerra, C. (2022). *Introducción a la Realidad Aumentada, aprende sobre la tecnología de Hoy que cambiará el mañana. Por tal web de cesar guerra*. https://www.cesarguerra.mx/introduccion-la-realidad-aumentada-ar-presentacion/

Iqbal, M. Z., Mangina, E., & Campbell, A. G. (2022). Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, *6*(9), 75. https://doi.org/10.3390/mti6090075

Jiménez, N. (2023, May 24). *Realidad aumentada: la apuesta clave de la USC a la hora de dar cátedra en salud. Portal web de la USC Universidad Santiago de Cali*. https://www.usc.edu.co/realidad-aumentada-la-apuesta-clave-de-la-usc-a-la-hora-de-dar-catedra-en-salud/

Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., Sqalli, M. T., Aqle, A., Shah, A., & Salim, S. S. (2020). Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE Access*, *8*, 78779–78807. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608

Kitchenham, B. A., Brereton, P., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, *80*(4), 571–583. https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009

Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, *51*(1), 7–15. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009

Klimova, A., Bilyatdinova, A., & Karsakov, A. (2018). Existing Teaching Practices in Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, *136*, 5–15. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.232

kvraudio. (2023). *EyesWeb Open Platform*. https://www.kvraudio.com/product/eyesweb-open-platform-by-infomus-lab

Lai, J. W., & Cheong, K. H. (2022). Educational Opportunities and Challenges in Augmented Reality: Featuring Implementations in Physics Education. *IEEE Access*, *10*, 43143–43158. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166478

Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences*, *12*(13), 6809. https://doi.org/10.3390/app12136809

León, M., Cerda, C., Rehbein, L., & Saiz, J. L. (2021). Diseño y validación de un Escala de Inmersión Digital para Adolescentes. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, *47*(3), 229–249. https://doi.org/10.4067/S0718-07052021000300229

López B, J., Pozo S, S., Fuentes C, A., & Rodríguez G, A. M. (2021). Eficacia contrastada de la Realidad Aumentada en el aprendizaje de la reanimación cardiopulmonar. *Revista Educación Médica Superior*, *35*(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412021000100004

López P, C. A., Hormechea J, K. del C., González R, L. A., & Camelo Q, Y. A. (2019). *Uso de la Realidad Aumentada como Estrategia de Aprendizaje para la Enseñanza de las Ciencias Naturales* [Trabajo de Grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0c837120-a7fb-4787-8f88-a9f6d0791c55/content

Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, *91*(3), 149–155. https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.07.009

Maquilón S, J. J., Mirete R, A. B., & Avilés O, M. (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, *20*(2), 183–203. https://www.redalyc.org/pdf/2170/217050478013.pdf

Martínez P, S., Fernández R, B., & Barroso O, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Revista Campus Virtuales*, *10*(1), 9–19. http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644

Mejía C, J. C. (2020). *Contribuciones al uso de realidad aumentada para apoyar procesos de educación patrimonial en zonas rurales* [Trabajo de posgrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6041/Contribuciones%20al%20uso%20de%20realidad%20aumentada%20para%20apoyar%20procesos%20de%20educaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mendoza Fuentes, C. A. (2022). Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia didáctica. *Zona Próxima*, *35*, 67–85. https://doi.org/10.14482/zp.35.371.302

Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. de J., & Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented Reality: Survey. *Applied Sciences*, *13*(18), 10491. https://doi.org/10.3390/app131810491

Meneses J, D. F. (2017). *Procedimiento para el desarrollo de proyectos en realidad aumentada (RA)* [Proyecto de grado, Universidad de Pamplona].

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5444/1/Meneses_2017_TG.pdf

Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, *26*(2), 94–99. https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004

Molina Rivera, E. A., & Muñoz Velasco, J. A. (2019). *Construyendo mi Conocimiento - Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada para soportar el Aprendizaje Activo en el aula* [Proyecto de investigación, Universidad del Cauca]. http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/handle/123456789/1712?show=full

Montenegro-Rueda, M., & Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 95–114. https://doi.org/10.51302/tce.2022.858

Motion Elements. (2023). *Acerca de nosotros*. https://www.motionelements.com/es/about

Narman, H. S., Berry, C., Canfield, A., Carpenter, L., Giese, J., Loftus, N., & Schrader, I. (2020). Augmented Reality for Teaching Data Structures in Computer Science. *2020 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 1–7. https://doi.org/10.1109/GHTC46280.2020.9342932

Núñez Roberto. (2020, September 11). *Introducción a la Realidad Aumentada. Portal web Domestika*. https://www.domestika.org/es/courses/131-introduccion-a-la-realidad-aumentada

Ortiz B, G. K., & Peña A, E. A. (2021). *La realidad aumentada: una estrategia didáctica y de liderazgo educativo para las asignaturas transversales en la Universidad Uniagustiniana, Sede Tagaste, Bogotá* [Trabajo de posgrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/14264/2/TM.ED_OrtizGinna-PenaEdgar_2021

Ortiz-Martinez, E.-F., Benavides-Zúñiga, D.-A., Amador-Donado, S., Marceles-Villalba, K., & Camacho-Ojeda, M.-C. (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

Ospino M, J. D., & Maza Á, F. J. (2022). Estrategias para el fomento de la CTI en la educación básica secundaría y media. Una revisión sistemática de la literatura. *Revista CIES Centro de Investigaciones Escolme*, *13*(2), 125–147. http://revista.escolme.edu.co/index.php/cies/article/view/422

Peña-Azpiri, M. Á., & Escudero-Nahón, A. (2020). Aproximaciones al aprendizaje ubicuo en ambientes educativos formales. Una revisión sistemática de la literatura, 2014-2019. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *12*(23), 187–212. https://doi.org/10.22430/21457778.1716

Perdomo, B., Gonzalez Martinez, O., & Barrutia Barreto, I. (2020). Competencias digitales en docentes universitarios: una revisión sistemática de la literatura. *EDMETIC*, *9*(2), 92–115. https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i2.12796

Petrovich, M., Shah, M., & Foster, A. (2018). Augmented Reality Experiences in Informal Education. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 815–819. https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615396

Pexels. (2023). *Quiénes somos*. https://www.pexels.com/es-es/about/

Pixabay. (2023). *Acerca de nosotros*. https://pixabay.com/es/service/about/

Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, *46*, 187–203. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12

Puentes, A., & Peralta, D. (2014). *Fomento de la Consulta en la Biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia a través de una Aplicación de Realidad Aumentada* [Proyecto de grado, Universidad Piloto de Colombia]. http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/1144

Ramírez O, N. (2018). *Desarrollo de un aplicativo de realidad aumentada para mejorar el desplazamiento en espacios desconocidos. Caso de estudio* [Universidad Autónoma de Bucaramanga]. http://hdl.handle.net/20.500.12749/7039

RealityCapture. (2023). *Sobre nosotros*. https://www.capturingreality.com/

Reyes, C., & Benitez, J. (2020). *Desarrollo de una aplicación que utiliza realidad aumentada para indicar sobre el correcto uso de los equipos más utilizados por los estudiantes de los laboratorios de telecomunicaciones ofrecidos por la universidad piloto de Colombia* [Proyecto de investigación, Universidad Piloto de Colombia]. http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9905/DESARROLLO%20

DE%20UNA%20APLICACI%c3%93N%20QUE%20UTILIZA%20REALIDAD%20AUMENTADA%20PARA%20INDICAR%20SOBRE%20EL%20CORRECTO%20USO%20DE%20LOS%20EQUIPOS%20M%c3%81S%20UTILIZADOS%20POR%20LOS%20ESTUDIANTES%20DE%20LOS%20LABORATORIOS%20DE%20TELECOMUNICA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Rosni, N. S., Kadir, Z. A., Mohamed Noor, M. N. M., Abdul Rahman, Z. H., & Bakar, N. A. (2020). Development of mobile markerless augmented reality for cardiovascular system in anatomy and physiology courses in physiotherapy education. *2020 14th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/IMCOM48794.2020.9001692

Sahin, C., Nguyen, D., Begashaw, S., Katz, B., Chacko, J., Henderson, L., Stanford, J., & Dandekar, K. R. (2016). Wireless communications engineering education via Augmented Reality. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–7. https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757366

Sannikov, Sergey., Zhdanov, F., Chebotarev, P., & Rabinovich, P. (2015). Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization. *Procedia Computer Science*, *66*, 720–729. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.11.082

Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, *7*(1), 38–56. https://doi.org/10.1109/TLT.2013.37

Semana. (2020, July 15). *Colombianos se midieron a crear soluciones de realidad virtual y son un éxito*. https://www.semana.com/emprendimiento/articulo/emprendimientos-colombianos-con-soluciones-de-realidad-virtual-y-aumentada/291802/

Soares Q, J., & Rodrigues S, A. (2020). Revisión sistemática de la literatura como método de investigación aplicado a la música. *La Revisión Documental En Investigación Musical. Algunas Experiencias*, *4*(2), 23–50. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7828398

Sosa Jiménez, E. J., López Martínez, J. L., & Aguilar Vera, R. A. (2020). Intervención de la Tecnología de Realidad Aumentada en la Educación: Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, *7*(2), 19–30. https://doi.org/10.32671/terc.v7i2.2

Torres C, P. C., & Cobo B, J. K. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, *21*(68), 31–40. https://www.redalyc.org/pdf/356/35652744004.pdf

Tovar, L. C., Bohórquez, J. A., & Puello, P. (2014). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA. *Formación Universitaria*, *7*(2), 11–20. https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000200003

Vert, S., & Andone, D. (2017). Zero-Programming Augmented Reality Authoring Tools for Educators: Status and Recommendations. *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 496–498. https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.129

Vieira, G. (2022, July 25). *Participa en la conferencia: Tendencias de las narrativas con Realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial. Portal web Universidad de Antioquia*. https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/!ut/p/z1/1VRNc9owEP0r5cBRI1nyl46OwxAMtTEJEHTpCFlp1NqWwYKk_fWVG2by0QHaSXuoL9aO3r59eqsVZPAWsprv1WdulK55aeMV8z-FNMZO5KLJcJbEKPLjaBBcLyY4xHD5GoDGjoeifDBNb7J4eplgyOx2mnsDB8c2P5nFKHfJYoEoHUUROeSjI1-Efi__BICd1r-ADDJRm8bcw1Wjt4aXu0LyPuLt6-heV_JpvatVwQvZfuCCFz1BepxWSvC2j4Su7Kbgwpon2y5L6NpIi9c_o1K1hhe6jyrVWgjoCGSXCwoJ5GMjt0a3dl2CShkga1ByYAn3ctt2JTsUr21nNjvFO92NUAVcBeIOe5wiwH1HAtf3A7CmhQeo47qUBh4Wa_K2T78awU63YdnVe-l0SFwP5Wh8iX3q4FEavAVkIzJAOU29KRmOsBuQA-DUXTmnYmVPERw9RebA5V7JBziv9bayt_f6D026OlfBRe-s8ET_7BHC1qPsIhlOPjooi_FfoT-q3vmn9OP3qk_ODat9jdSXzYZFdmS7wXo08Pa_mtmmms_nVUi-ga-zq-8XKRjG6_Dh5q46_JZRr_cD-d-YtQ!!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?page=udea.generales.interna&urile=wcm:path:/PortalUdeA/asPortalUdeA/asHomeUdeA/Unidades%2BAcad%2521c3%2521a9micas/Comunicaciones/asContenidos/asListado/Mision-academica-de-expertos-del-MIT-en-la-Universidad-de-Antioquia

Vixtha V, F. (2017). Interactividad y Multimedialidad: elementos que la Hipermediación aporta a la Comunicación Educativa. *Revista Razón y Palabra*, *21*(98), 206–220. https://www.redalyc.org/pdf/1995/199553113015.pdf

Wang, X., Kim, M. J., Love, P. E. D., & Kang, S.-C. (2013). Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. *Automation in Construction*, *32*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.11.021

Wikipedia-ARToolKit. (2023). *ARToolKit*. https://es.wikipedia.org/wiki/ARToolKit

Wikipedia-Junaio. (2023). *Junaio*. https://en.wikipedia.org/wiki/Junaio

Wikipedia-Wikitude. (2023). *Wikitude*. https://en.wikipedia.org/wiki/Wikitude

ZooBurst. (2023). *ZooBurst – libros 3D*. https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/12/04/zooburst-libros-3d/