

Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación

Summary of Reviews on Augmented Reality in Education

Wilma GAVILANES [1](#); María J. ABÁSULO [2](#); Blanca CUJI [3](#)

Recibido: 04/12/2017 • Aprobado: 14/12/2017

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Metodología aplicada](#)
 - [3. Búsqueda de artículos](#)
 - [4. Análisis de artículos](#)
 - [5. Resultados](#)
 - [6. Conclusiones](#)
- [Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

La Realidad Aumentada (RA) está considerada como una de las tecnologías emergentes más prometedoras de la actualidad que está revolucionando los procesos educativos en todos los niveles de formación académica por su alto nivel de motivación e innovación. El objetivo del presente artículo es analizar artículos de revisión sobre RA en educación para determinar cuáles son los grupos destinatarios, áreas de aplicación; metodologías, tipo de aplicaciones, tecnologías, software utilizados; ventajas, desventajas señaladas; y por último los trabajos futuros vislumbrados.

Palabras clave: Realidad Aumentada, Educación, Procesos Educativos, Aplicaciones educativas, Tecnología, Revisión

ABSTRACT:

Augmented Reality (AR) is considered one of the most promising emerging technologies today that is revolutionized educational processes at all academic levels due to its high level of motivation and innovation. The aim of this article is to analyze review articles on AR in education to determine the target groups and areas of application; methodologies, type of applications, technologies and software used; advantages and disadvantages; and finally the future works glimpsed.

Keywords: Augmented Reality, Education, Educational Processes, Educational Applications, Technology, Review

1. Introducción

(Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011) describen seis tecnologías o prácticas emergentes con mayor impacto en la docencia, el aprendizaje y la investigación: el aprendizaje ubicuo (u-learning), el aprendizaje móvil (m-learning), la computación afectiva, el aprendizaje basado en juegos, las analíticas de aprendizaje y la Realidad Aumentada. La Realidad Aumentada (RA) fue definida originalmente por (Azuma & T., 1997) como una tecnología que

combina elementos reales y virtuales, creando escenarios interactivos, en tiempo real y registrado en el espacio tridimensional. La RA permite al usuario, mediante el uso de dispositivos tecnológicos, percibir la realidad accediendo e interactuando en tiempo real con información aumentada - imágenes, modelos 3D, vídeos, audio, e incluso sensaciones táctiles- de acuerdo a su ubicación en el contexto real.

Las aplicaciones de RA se pueden diferenciar según se utilicen dispositivos de visualización específicos como gafas de RA (*Head Mounted Display*), o un simple monitor, o un dispositivo móvil (*Hand Held*), (Manresa et al., 2011). Algunas aplicaciones de RA analizan el vídeo capturado de la escena real en busca de elementos conocidos, como marcadores o imágenes previamente colocadas en la escena real, sobre los cuales se superpone la información sintética al ser visualizados. Otras aplicaciones realizan el seguimiento o *tracking* del usuario contando con dispositivos específicos denominados sensores inerciales- giroscopios y acelerómetros- que permiten conocer cambios de orientación y aceleración. Los dispositivos móviles - al integrar GPS, brújula y sensores inerciales posibilitaron la difusión de aplicaciones denominadas de geolocalización.

El objetivo de la presente investigación es analizar artículos de revisión recientes sobre el uso de RA en educación, para determinar: cuáles son los grupos destinatarios y áreas de aplicación; metodologías, tipo de aplicaciones, tecnologías, software utilizados; ventajas, desventajas señaladas y por último los trabajos futuros vislumbrados.

2. Metodología aplicada

Con el propósito de resumir el estado del arte de la RA aplicada a la educación se realizó la búsqueda y análisis de artículos de revisión (*review articles, systematic reviews, survey articles, overview articles*). Los artículos de revisión permiten identificar, evaluar, e interpretar toda la investigación disponible y relevante sobre un área de investigación, una pregunta de investigación particular o un fenómeno de interés. De esta forma permiten tener una idea de los principales avances y descubrimientos recientes, las brechas significativas en la investigación, debates actuales, ideas de hacia dónde se dirige la investigación.

Para realizar la presente revisión del estado del arte sobre RA y educación, seguimos los seis pasos señalados por (Kitchenham, 2004) para realizar una revisión sistemática:

- 1- Establecer un protocolo de revisión: en este primer paso se especifican preguntas de investigación que deben ser respondidas y el método a seguir para responderlas.
- 2- Establecer una estrategia de búsqueda: en el segundo paso se especifica una búsqueda mecanizada de la bibliografía que sea reproducible.
- 3- Establecer criterios de inclusión y exclusión: se especifica cómo decidir si incluir o no las publicaciones encontradas en el paso anterior.
- 4- Establecer categorías: se especifica una taxonomía según la cual las publicaciones seleccionadas en el paso anterior serán clasificadas.
- 5- Clasificar las publicaciones: de acuerdo a la taxonomía definida en el paso anterior se clasifican las publicaciones seleccionadas.
- 6- Interpretar y resumir los resultados para responder a las preguntas de investigación especificadas en el primer paso.

Estos seis pasos se describen a continuación agrupados según se relacionen con la búsqueda de artículos (pasos 1 a 3 en la sección 3), el análisis de los artículos (pasos 4 y 5 en la sección 4), y los resultados (paso 6 en la sección 5).

3. Búsqueda de artículos

Como primer paso, la definición del protocolo de revisión, se formularon las siguientes

preguntas de investigación (PI):

PI1: ¿Cuáles son las áreas de aplicación y grupos destinatarios de las actividades educativas con RA?

PI2: ¿Qué tipo de actividades educativas con RA se utilizan? ¿Qué tipo de pedagogía se aplica al utilizar RA? ¿Cuáles son los nuevos roles de los actores de la educación al utilizar RA?

PI3: ¿Qué tipo de tecnologías y herramientas informáticas han sido utilizadas para generar y/o ejecutar aplicaciones y/o escenas de RA?

PI4: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de RA en el contexto educativo?

PI5: ¿Qué metodologías se han utilizado para el diseño, creación de contenidos y evaluación de actividades educativas con RA?

PI6: ¿Cuáles son las líneas de investigación actuales y futuras de RA en la educación?

Para responder a estas preguntas, en lugar de realizar una revisión sistemática de artículos de investigación propiamente dicha, se propuso realizar una búsqueda y análisis de artículos de revisión sistemática sobre RA y educación para reunir los hallazgos encontrados en los mismos.

En el segundo paso, relacionado con la definición de la estrategia de búsqueda, se decidió utilizar Harzing's Publish or Perish (O'English, n.d.) la cual es una herramienta para consultar y trabajar con los resultados y estadísticas bibliométricas de Google Académico (*Scholar Google*), que hace referencia a las áreas de las ciencias sociales, las artes, las humanidades e ingeniería. Para localizar artículos de revisión sobre el tema Realidad Aumentada aplicada a educación se definió la siguiente expresión lógica de palabras claves que aparecieran en título del artículo: "Augmented Reality" AND ("Educat*" OR "Learn*" OR Usability) AND (Review OR Survey OR "Analy*"). Dado que la herramienta no permite utilizar esta cadena de búsqueda se realizó la siguiente modificación de la misma para luego ajustar la búsqueda a la expresión anterior de forma manual: "Augmented Reality" AND ("Educat*" OR "Learn*" OR Usability OR Review OR Survey OR "Analy*")."

El tipo de documentos se limitó a artículos publicados en revistas y congresos desde el 2014 a Marzo del 2017.

A continuación, en el tercer paso se definen los criterios de inclusión y exclusión (tabla 1).

Tabla 1
Criterios de Inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none">-Se trata efectivamente de una revisión sistemática de artículos sobre RA y Educación.- Publicado entre 2014 al 2017-Artículo de calidad científica publicado en revista indexada y/o congreso reconocido internacionalmente.	<ul style="list-style-type: none">-Se trata de artículo de investigación que describe una experiencia particular.-Artículos que mencionan RA pero hablan de RV.-Artículos de revisión de RA en educación específica de un área (por ej. medicina)

Fuente: Elaboración propia

De un total de 55 artículos que arrojó la búsqueda, se realizó una selección de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión analizados junto con la publicación y su respectivo índice de calidad, el objetivo del artículo, la cantidad de artículos revisados y años de publicación que consideró el estudio, las palabras claves utilizadas en la búsqueda y por último las bases de datos que fueron consultadas.

Tabla 2
Artículos de revisión seleccionados

Artículo Publicación (calidad)	Objetivo	Cantidad de art.- Años	Palabras clave	Bases de datos revisadas
(Akçayır & Akçayır, 2017) Educational Research Review, Elsevier (CiteScore :5.82 SRJ: 2.389)	Revisión sistemática de RA utilizada en contextos educativos en aprendizaje formal, informal y capacitación en un lugar de trabajo.	68 art. 2007 al 2015	"Augmented Reality" OR "Augmenting Reality"	SSCI, filtrado con WOS
(Fombona, Pascual-Sevillana, & González-Videgaray, 2017): Comunicar (CiteScore: 2.19 SRJ: 1.162)	Síntesis relacionada a RA y m-learning en la cual se describen conceptualizaciones básicas, recursos utilizados y ventajas encontradas	92 art. 2015 al 2016	"mlearning " OR "mobile learning" OR "mobile-learning") AND "augmented reality"	Web of Science
(Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017): Innovations in Smart Learning, Springer	Revisión de la literatura sobre RA en entornos educativos considerando los factores que incluyen los usos, ventajas, características y efectividad de la realidad aumentada en los entornos educativos	55 art. 2011 al 2016	"augmented reality"	Sociales (SSCI)
(Fombona, J., & Pascual, M. J., 2017) Edmetic: Revista de Educación Mediática y TIC	Revisa las evidencias científicas sobre la implementación de la tecnología de RA desde una perspectiva educativa	1336 art. 2015 al 2016	"Realidad Aumentada", "Augmented Reality", "AR" y "RA",	SCOPUS Journal (SJM) y del SCImago Journal Rank (SJR)
(Dey et al., 2016) International Symposium In Mixed and Augmented Reality:Proceedings	En este estudio se presenta una investigación de artículos de RA que presentan estudios de usuarios considerando aspectos como: número de participantes, edad, sexo, área de estudio y proceso experimental	291 Art. 2005 al 2014	Augmented Reality AND involve user studies	Scopus y Google Scholar
(Yılmaz & Batdı, 2016): Egitim ve Bilim (CiteScore: 0.39 SRJ:	Determina la eficiencia de las Aplicaciones de RA en el entorno de aprendizaje	12 Art. 2015 al 2016	"augmented reality" AND education	Google Scholar, Ebscohost, ScienceDirect y Web

0.289)				of Science
(Diegmann et al., 2015) Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik: Proceedings	Realiza una revisión sistemática sobre RA enfocados en 5 ámbitos: aprendizaje basado en el descubrimiento, Entrenamiento de habilidades, Aplicaciones de formación, Juegos de AR, Libros de AR, para detallar los posibles beneficios de cada una de estas, para determinar sus beneficios	25 Art. 2012 al 2014	"Augmented Reality" AND "Educat*" OR "Learn*" OR "Teach*" OR "College" OR "School" AND "Benefi*" OR "Advantage*"	EEE Xplore, ProQuest, AIS, AISEL, and ACM, EBSCO, ScienceDirect
(Prendes, 2015) Píxel-Bit (h5:17)	Recopilación de proyectos llevados a cabo en centros educativos de España y que sirva como perspectiva general del estado del arte de la aplicación de la tecnología de RA en el ámbito de la educación española.	84 Art. 2008 al 2011	"Realidad Aumentada" "Augmented Reality" "Realitat augmentada"	IN-RECS CSCI ICYT ISOC
(Santos et al., 2014) IEEE Transactions on learning technologies (CiteScore :3.31 SRJ: 0.927)	Se revisan experiencias de aprendizaje con RA para determinar su utilidad, enfocada a niveles primarios y secundarios	87 Art. 2007 al 2012	("augmented reality") AND (educat OR instruct OR learn OR teach OR train)	EdITLib Biblioteca Digital, IATED Digital Library ,Inderscience, Diario sabios, ScienceDirect, Springer, Taylor & Francis en línea,Biblioteca en línea de Wiley.
(Radu, 2014): Personal and Ubiquitous Computing, Springer (CiteScore: 3.12, SRJ: 0.648)	Hace una comparación con aplicaciones de RA versus aquellas que no han utilizado AR. Identifica una lista de aspectos positivos y negativos de las experiencias de RA en los estudiantes	26 Art -N/E	AR AND (learning OR cognition OR usability)	N/E
(Phon, Ali, & Halim, 2014): IEEE Teaching and Learning in Computing and Engineering	Hace una revisión sobre RA y su potencial en contexto educativo y el aprendizaje colaborativo.	10 Art. 2000 al 2013	augmented and mixed reality, collaborative learning AND education	IEEE databases and Google Scholar
(Bacca, et al., 2014)	El estudio considera	30	Educational	Google H5 para la

Educational Technology & Society (CiteScore: 2.47 SRJ: 1.103)	categorías para analizar el estado actual y tendencias tales como, los usos de la RA en contextos educativos, así como sus ventajas, limitaciones, eficacia; la disponibilidad de adaptación y personalización de procesos en aplicaciones educativas	art. 2013 al 2014	Techonology	categoría "Educational Techonology" ordenadas según JCR
---------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------	-------------	---------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

4. Análisis de artículos

El cuarto paso de nuestra revisión fue definir categorías de acuerdo a las preguntas de investigación (PI) y según estas, las publicaciones seleccionadas serán clasificadas.

PI1: ¿Cuáles son las áreas de aplicación y grupos destinatarios de las actividades educativas con RA?

1. C1: Áreas de aplicación
2. C2: Grupos destinatario

PI2: ¿Qué tipo de actividades educativas con RA se utilizan? ¿Qué tipo de pedagogía se aplica al utilizar RA? ¿Cuáles son los nuevos roles de los actores de la educación al utilizar RA?

1. C3: Tipo de actividad educativa con RA
2. C4: Pedagogía aplicada
3. C5: Rol profesor
4. C6: Rol alumno

PI3: ¿Qué tipo de tecnologías y herramientas informáticas han sido utilizadas para generar y/o ejecutar aplicaciones y/o escenas RA?

1. C7: Tecnología utilizada
2. C8: Herramientas informáticas

PI4: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de RA en el contexto educativo?

1. C9: Ventajas
2. C10: Desventajas

PI5: ¿Qué metodologías se han utilizado para el diseño, creación de contenidos y evaluación de actividades docentes con RA?

1. C11: Metodología para diseño e implementación
2. C12: Metodología para evaluación

PI6: ¿Cuáles son las líneas de investigación actuales y futuras de RA en la educación?

1. C13: Líneas de investigación abiertas

A continuación, el quinto paso es analizar las publicaciones de acuerdo a las categorías definidas en el paso anterior. En la tabla 3 se muestran las categorías analizadas en cada artículo de revisión seleccionado y se relacionan con la pregunta de investigación, así como también con las categorías propuestas en esta investigación.

Tabla 3

Relación de las preguntas de investigación y categorías definidas en los artículos

Artículo	Categorías analizadas en el artículo	PI propuesta	Categorías
(Akçayır & Akçayır, 2017)	Tipo de alumno	PI1	C2
	Tecnologías	PI3	C7
	Ventajas	PI4	C9
	Desventajas	PI4	C10
(Fombona, Pascual-Sevillana, & González-Videgaray, 2017)	Uso y dimensión lúdico-motivacional (Ventajas)	PI4	C9
	Factores de deslocalización espacial	PI3	C7
	Materias con implementación de la RA	PI1	C1
(Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017)	Tipo de estudiantes	PI1	C2
	Hardware, software	PI3	C7, C8
	Ventajas	PI4	C9
(Fombona, J., & Pascual, M. J, 2017)	Ventajas	PI4	C9
	Desventajas	PI4	C10
(Dey et al., 2016)	Áreas de aplicación	PI1	C1
	Metodologías de evaluación	PI5	C12
	Tecnologías aplicadas	PI3	C7
	Futuras oportunidades de investigación	PI6	C13
(Yilmaz & Batdı, 2016)	Pedagogías aplicadas	PI2	C4
	Ventajas	PI4	C9
	Desventajas	PI4	C10
(Diegmann et al., 2015)	Áreas de Aplicación	PI1	C1
	Ventajas del uso de RA en educación	PI4	C9
	Área de aplicación	PI1	C1
	Tipo de Actividades	PI2	C3

(Prendes, 2015)	Tecnología utilizada	PI3	C7
	Software utilizado	PI3	C8
	Ventajas del uso de RA en educación	PI4	C9
	Desventajas del uso de RA en educación	PI4	C10
(Santos et al., 2014)	Tecnología utilizada	PI3	C7
	Software, contenido	PI3	C8
(Radu, 2014)	Uso de RA, funciones y soportes	PI3	C7
	Metodología de evaluación	PI5	C12
	Ventajas del uso de RA en educación	PI4	C9
	Desventajas del uso de RA en educación	PI4	C10
(Phon, Ali, & Halim, 2014)	Áreas de aplicación	PI1	C1
	Usuarios	PI1	C2
	Metodologías de evaluación	PI5	C12
	Tecnología aplicada	PI3	C7
	Ventajas	PI4	C9
	Desventajas	PI4	C10
(Bacca, et al., 2014)	Población que usa RA	PI1	C1
	Tipo de aplicación	PI1	C2
	Tecnología aplicada	PI3	C7
	Software utilizado	PI3	C8
	Ventajas	PI4	C9
	Desventajas	PI4	C10

Fuente: Elaboración Propia

5. Resultados

El sexto y último paso de la metodología consta de la interpretación y resumen de los

resultados. A continuación se intenta dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas a partir de los hallazgos de los artículos analizados.

PI1: ¿Cuáles son las áreas de aplicación y grupos destinatarios de las actividades educativas con RA?

En el estudio realizado por (Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017) el 40,0% presentan estudios relacionados al campo de la ciencia, que es el dominio más estudiado en el uso de la RA en la educación, en áreas como matemáticas, física y geometría; geografía y ecología (16,36%); ingeniería, manufactura y construcción (14,55%), salud (7,27%) y servicio (7,27%). En el estudio propuesto por (Bacca, et al., 2014) el 40.6% fueron aplicaciones en el área de las ciencias, el (21,9%) en el campo humanidades y arte, el 12,5% en ciencias sociales; 15,6% en ingeniería, manufactura y construcción; y 3,1% en salud y bienestar. En el estudio de (Dey et al., 2016) revisa trabajos de RA que incluyeron estudios de usuario y también presenta resultados cuantitativos en relación al área de aplicación: medicina (27,3%), educación (26,1%), entretenimiento y juegos (8,7%), industria (18,6%), navegación y conducción (14,3%), turismo y exploración (5%). En los trabajos investigativos propuestos por (Yilmaz & Batdı, 2016), (Diegmann et al., 2015), (Prendes, 2015), (Phon, Ali, & Halim, 2014), no especifican datos cuantitativos y señalan áreas de aplicación diversas como ciencias básicas, química, biología, física, matemáticas, ingeniería, arquitectura, comunicación, educación lingüística, historia, astronomía, formación de habilidades mecánicas y el entrenamiento de habilidades espaciales.

En lo que corresponde a los grupos destinatarios se relacionan a todos los niveles de formación. En el estudio realizado por Akçayır & Akçayır(2017) la mayoría de casos se destinaron a estudiantes K-12 (51%), seguido por estudiantes universitarios (29%), estudiantes adultos (7%), kindergarden (1%), profesores (3%). En el estudio realizado por Chen, Liu, Cheng, & Huang, (2017) la RA se ha aplicado principalmente en los centros de educación superior (23,64%) y educación obligatoria, (16,36% primaria y 18,18% secundaria), educación preescolar (5%). Para Dey et al.,(2016) el 35% de los artículos analizados presentaron estudios de usuario de nivel universitario y 12% del público en general. Para (Bacca et al., 2014), los artículos analizados se relacionan a licenciatura (33%), nivel primario y secundario (18,6%), aprendizaje informal (2%) y preescolar (0%). Prendes (2015) no especifican datos cuantitativos y detalla estudios destinados a estudiantes de primaria, secundaria y universidad. Phon, Ali, & Halim(2014) tampoco especifican datos cuantitativos, reuniendo estudios destinados a niños de preescolar, básica, secundaria, universitarios y adultos.

PI2: ¿Qué tipo de actividades educativas con RA se utilizan? ¿Qué tipo de pedagogía se aplica al utilizar RA? ¿Cuáles son los nuevos roles de los actores de la educación al utilizar RA?

En lo que corresponde al tipo de actividades educativas con RA que se pueden desarrollar en el aula de clase, se pueden mencionar según lo detallado en el artículo de revisión de (Prendes, 2015):

1. Juegos educativos: ayudan a presentar contenidos de diferentes formas activando los distintos sentidos del estudiante mientras aprende en forma lúdica.
2. Modelado y visualización de objetos 3D: utilizando un software adecuado se pueden modelar objetos 3D que pueden visualizarse en dispositivos móviles.
3. Libros aumentados: mediante la utilización de un dispositivo con cámara capturando el libro real la lectura tradicional se ve enriquecida con la visualización de modelos 3D y otra información virtual.
4. Material didáctico, permite apoyar en los procesos pedagógicos en la presentación de contenidos interactivos, en distintas modalidades de formación, mlearning, elearning.
5. Aplicaciones de geolocalización: donde los estudiantes desempeñan un papel activo relacionándose con su entorno geográfico real.

En lo que corresponde a pedagogías (Yilmaz & Batdı, 2016) en su trabajo de investigación manifiesta que la RA se aplica en forma pertinente en el aula clase:

1. Por la facilidad de presentación de contenidos y la portabilidad en medios móviles permite que la formación profesional sea más accesible y dinámica, presentando escenarios que pueden ser complejos y peligrosos.
2. Propicia el enfoque «aprender haciendo» conocido como aprendizaje activo (basado en actividades, proyectos, etc.) .
3. Proporciona oportunidades para "aprender juntos, proporciona el desarrollo de actividades mentales.

También se mencionan otras consideraciones pedagógicas, en el apartado de ventajas encontradas, según el estudio propuesto por (Akçayır & Akçayır, 2017).

En cuanto a los nuevos roles de los actores de la educación al utilizar RA, no se describen en ninguno de los artículos revisados.

PI3: ¿Qué tipo de tecnologías y herramientas informáticas han sido utilizadas para generar y/o ejecutar aplicaciones y/o escenas RA?

Akçayır & Akçayır (2017) es su revisión presenta un estudio cuantitativo que identifica los siguientes datos sobre el uso de tecnología: dispositivos móviles (60%), computadoras de escritorio (24%), 16% Kinect, HMD, gafas de visión 3D. Dey et al.,(2016) reporta un uso de HMDs (34,9%) o computadoras de mano (34,2%). Para (Fombona, Pascual-Sevillana & González-Videgaray, 2017), los recursos utilizados son computadoras portátiles, tablets, teléfonos inteligentes o reproductores multimedia. En el estudio de Chen, Liu, Cheng, & Huang (2017) se habla de la utilización de smartphone como herramienta de apoyo al proceso educativo. Revisiones como las de (Yılmaz & Batdı, 2016) no presenta datos cuantitativos pero mencionan el uso de computadoras, tabletas y dispositivos móviles. En Prendes (2015) y Radu (2014) enfatizan el uso de dispositivos móviles.

En el trabajo desarrollado por (Santos et al., 2014) es la única revisión que menciona herramientas informáticas para el diseño de recursos con RA, sin hacer un análisis cuantitativo se mencionan: ARToolkit, FLARToolkit, NyARToolkit, Eyesweb, Junaio, Wikitude y Zooburst.

PI4: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de RA en el contexto educativo?

Todos los artículos analizados, a excepción de (Dey et al., 2016) presenta un análisis de ventajas, las cuales fueron resumidas en la Tabla 4. Algunos autores realizan la agrupación de las ventajas en categorías relevantes desde un enfoque pedagógico. Sólo el trabajo de (Bacca et al., 2014) presenta como resultados cuantitativos los porcentajes de artículos analizados que señalan cada ventaja encontrada.

Tabla No. 4
Ventajas de la RA señaladas en los artículos de revisión analizados

Artículo	Tipo Ventaja	Ventajas
(Akçayır & Akçayır, 2017)	Resultados del alumno	Mejora el logro, la satisfacción, la motivación y rendimiento del aprendizaje Proporciona una actitud positiva Disminuye la carga cognitiva Aumento de la confianza Mejora la capacidad espacial
	Contribuciones pedagógicas	Mejora el disfrute Aumenta el nivel de compromiso y el interés Proporciona oportunidades de colaboración y autoaprendizaje Combina el mundo físico y virtual

		<p>Habilita el aprendizaje multi-sensorial</p> <p>Construcción de aprendizaje</p> <p>Aprendizaje situado</p> <p>Aprendizaje basado en el estudiante</p>
	Interacción	Proporcionar oportunidades de interacción estudiante-estudiante, material-estudiante, estudiante-profesor
	Otras Habilidades	<p>Visualización de conceptos invisibles, eventos y conceptos abstractos</p> <p>Fácil de usar para los estudiantes</p> <p>Reduce el costo del material de laboratorio</p>
(Fombona, Pascual-Sevillana, & González-Videgaray, 2017)	Conceptualización y tipologías	<p>Potencial de uso de los dispositivos portátiles inteligentes</p> <p>Reducción de costos</p> <p>Seguridad en experimentaciones peligrosas,</p> <p>Accesibilidad para personas con discapacidad</p>
	Factores de uso	<p>Permite entender conceptos abstractos de forma divertida</p> <p>Potencial atractivo para los estudiantes, motivación cuando aprenden</p>
	Implementación en áreas	<p>Beneficios en el aprendizaje de las ciencias</p> <p>Aplicación de forma asertiva en ingeniería y laboratorios virtuales</p>
(Chen, Liu, Cheng, & Huang, 2017)	Resultados de aprendizaje	<p>Mejora la motivación y el rendimiento del aprendizaje</p> <p>Suministra el contenido gráfico y la interacción.</p> <p>Compromiso más profundo de los estudiantes,</p> <p>Actitud positiva en la efectividad del uso de RA</p>
(Fombona, J., & Pascual, M. J, 2017)		<p>Efecto multisensorial en el estudiante</p> <p>Motivación y mejora del rendimiento académico</p> <p>Completar y comprender mejor los contenidos de aprendizaje</p> <p>Mejora habilidad de comprensión espacial</p> <p>Entornos digitales inmersivos enriquecen y explican la realidad</p> <p>Presentación de contenidos abstractos</p> <p>Configuración de espacios peligrosos, astronómicos o tan mínimos que son imposibles de reproducir en el aula</p> <p>Aplicación de tecnología de la geolocalización y donde los estudiantes desempeñen un papel activo relacionándose con su entorno geográfico real</p> <p>Enseñanza en áreas técnicas en la química, matemáticas y la física</p> <p>Uso fácil y agradable de la RA por parte de los estudiantes</p>
(Yilmaz & Batdı, 2016)	Ambientes de Aprendizaje	<p>Atractivos espacios de aprendizaje</p> <p>Proveen oportunidades de aprender haciendo</p> <p>Proveen retroalimentación de los objetos que son difíciles de obtener,</p>

		<p>manipular o concretizar</p> <p>Incrementa la responsabilidad del curso</p> <p>Proveen información y conceptos abstractos</p> <p>Integración educativa haciendo fáciles los contenidos</p> <p>Genera un ambiente agradable de trabajo</p> <p>Fácil accesibilidad a los contenidos por medio de recursos móviles</p> <p>Interactividad</p> <p>Provee mayor facilidad de aprendizaje y uso comfortable fuera de la clase</p>
	Efectos en el dominio cognitivo	<p>Proveen presentación e información del mundo</p> <p>Facilitan la asociación de ideas en la memoria</p> <p>Desarrollan diferentes vías de pensamiento</p> <p>Procesos de experimentación – acción</p> <p>Apoyan el uso de la tecnología en el aula</p> <p>Proveen pensamiento creativo</p> <p>Facilitan el aprendizaje</p> <p>Los productos integran ciencia y tecnología</p> <p>Activación de las funciones mentales</p> <p>Habilidades del pensamiento crítico</p> <p>Proveen soluciones a problemas</p> <p>Proveen recuperación del conocimiento</p> <p>Proveen el desarrollo de inteligencia visual</p>
(Diegmann et al., 2015)	Estado de ánimo	<p>Motivación</p> <p>Atención</p> <p>Concentración</p> <p>Satisfacción</p>
	Enseñanza	<p>Estudiantes centrados en el aprendizaje</p> <p>Mejora el aprendizaje colaborativo</p>
	Presentación	<p>Detalles</p> <p>Accesibilidad de información</p> <p>Interactividad</p>
	Tipo de Aprendizaje	<p>Mejora la curva de aprendizaje</p> <p>Creatividad</p>
	Comprensión del contenido	<p>Entrenamiento de Habilidades</p> <p>Memoria</p>
	Recursos	<p>Reducción de coste</p>

(Prendes, 2015)		<p>Fluida interacción entre el entorno real y el virtual</p> <p>Posibilita contenidos didácticos que son inviables de otro modo</p> <p>Aporta interactividad,, experimentación, colaboración</p> <p>Aplica el enfoque «aprender haciendo» conocido como aprendizaje activo (basado en actividades, proyectos, etc.) y «aprender jugando»</p>	
(Santos et al., 2014)		<p>Atención, confianza, relevancia, satisfacción</p> <p>Disfrute, competencia, utilidad</p> <p>Favorece el aprendizaje colaborativo</p> <p>Desarrolla habilidades de comprensión y percepción</p> <p>Fácil uso del computador con videojuegos</p> <p>Actitud y experiencias del elearning</p> <p>Relevancia en la presentación de contenidos</p> <p>Percepciones al utilizar RA, Actitud, facilidad de uso, interesante</p>	
(Radu, 2014)		<p>Aumento de la motivación de los estudiantes</p> <p>Mayor comprensión del contenido</p> <p>Ayuda a desarrollar la comprensión de estructuras espaciales</p> <p>Asociaciones lingüísticas</p> <p>Retención de memoria a largo plazo</p> <p>Mejora del rendimiento de la tarea física</p> <p>Mejora de la colaboración</p> <p>Mejora del rendimiento académico</p>	
(Phon, Ali, & Halim, 2014)		<p>Ayuda a desarrollar el pensamiento crítico</p> <p>Resolución de problemas y comunicaciones a través de tareas colaborativas</p> <p>Ayuda a visualizar complejos conceptos de aprendizaje</p> <p>Ayuda a comprender y aprender nuevos conceptos y fenómeno que no se puede ver en el mundo real</p> <p>Mejora del aprendizaje</p>	
(Bacca, et al., 2014)		<p>Logro de Aprendizaje</p> <p>Motivación</p> <p>Facilidad de Interacción</p> <p>Colaboración</p> <p>Bajo Costo</p> <p>Aumentar la experiencia</p> <p>Información en el mismo lugar</p> <p>Aprendizaje situado</p> <p>Aprendizaje basado en el estudiante</p> <p>Captar la atención del estudiante</p>	<p>43.75%</p> <p>31.25%</p> <p>15.63%</p> <p>18.75%</p> <p>12.50%</p> <p>12.50%</p> <p>12.50%</p> <p>9.38%</p> <p>9.38%</p> <p>9.38%</p> <p>9.38%</p>

	Divertido	12.50%
	Exploración	6.25%
	Incrementa la capacidad de innovación	6.25%
	Crea actitudes positivas	3.13%
	Conciencia	3.13%
	Anticipación	3.13%
	Autenticidad	0.00%
	Novedades tecnológicas	

Fuente: Elaboración Propia

En la mayoría de los trabajos revisados, predomina la motivación como una de las ventajas principales, por la forma de presentar contenidos, utilizando el Pc o los dispositivos móviles, los cuales son accesibles para la mayoría de los usuarios, provocando mayor comprensión y mejoras en los resultados de aprendizaje.

Tabla 5
Desventajas de RA señaladas en los artículos de revisión analizados

Artículo	Desventajas
(Akçayır & Akçayır, 2017)	<p>Problema de usabilidad por una tecnología inadecuada, errores de diseño de la interfaz, problemas técnicos o la falta de experiencia del docente en el manejo de tecnología.</p> <p>Requiere de tiempos excesivos de lectura y genera cansancio en los estudiantes</p> <p>Costos muy elevados cuando se manejan grupos grandes y las sesiones de trabajo pueden no ser exitosas para implementar algunas aplicaciones de realidad aumentada</p>
(Fombona, J., & Pascual, M. J, 2017)	<p>Cuando se usa la RA en forma sistemática en planes de estudio las actitudes y las motivaciones de los estudiantes podrían no ser tan positivas</p> <p>Dificultad en el uso de interfaces, aunque con el avance de la tecnología esto puede mejorar</p> <p>Aspectos legislativos hasta ahora inexplorados, donde surgen nuevos retos y cuestiones para la aceptación plena de la tecnología de RA</p> <p>El factor novedad que ha despertado la motivación de todos, con el tiempo puede disminuir</p>
(Yılmaz & Batdı, 2016)	<p>Requerimientos tecnológicos muy elevados</p> <p>Causa problemas oculares cuando se utiliza demasiado</p> <p>No sentir la configuración experimental con el sentido del tacto</p> <p>Se genera un proceso virtual y deja de lado la experimentación en el ambiente real</p>
(Prendes, 2015)	<p>Elevado coste de implementaciones de RA en los centros educativos</p>

	por el acceso a la tecnología requerida.														
(Santos et al., 2014)	Problemas de usabilidad y acceso a los recursos tecnológicos No existe una metodología desarrollada														
(Radu, 2014)	Dificultades de usabilidad por la disponibilidad de los equipos que se necesitan Integración no apropiada en el aula clase , genera despiste No considera las diferentes formas de aprendizaje de los estudiantes														
(Phon, Ali, & Halim, 2014)	Problemas técnicos(cámara, internet, GPS) La RA incorporando teléfonos móviles o PDA los limita a pequeñas pantallas, esto genera dificultades para explorar y ver los contenidos virtuales 3D														
(Bacca, et al., 2014)	<table> <tr> <td>Diseñado para un conocimiento específico</td> <td>3.13%</td> </tr> <tr> <td>Los profesores no pueden crear un nuevo aprendizaje</td> <td>3.13%</td> </tr> <tr> <td>Dificultades para mantener la información</td> <td>9.38%</td> </tr> <tr> <td>Prestar demasiada atención a la información virtual</td> <td>6.25%</td> </tr> <tr> <td>Períodos cortos de evaluación</td> <td>3.13%</td> </tr> <tr> <td>Industria tecnológica</td> <td>6.25%</td> </tr> <tr> <td>No especifica estudio</td> <td>68.75%</td> </tr> </table>	Diseñado para un conocimiento específico	3.13%	Los profesores no pueden crear un nuevo aprendizaje	3.13%	Dificultades para mantener la información	9.38%	Prestar demasiada atención a la información virtual	6.25%	Períodos cortos de evaluación	3.13%	Industria tecnológica	6.25%	No especifica estudio	68.75%
Diseñado para un conocimiento específico	3.13%														
Los profesores no pueden crear un nuevo aprendizaje	3.13%														
Dificultades para mantener la información	9.38%														
Prestar demasiada atención a la información virtual	6.25%														
Períodos cortos de evaluación	3.13%														
Industria tecnológica	6.25%														
No especifica estudio	68.75%														

Fuente: Elaboración Propia

PI5: ¿Qué metodologías se han utilizado para el diseño, creación de contenidos y evaluación de actividades docentes con RA?

En lo que corresponde a la metodología para el diseño y creación de contenidos con RA, ninguna de las investigaciones han expuesto sobre este tema directamente, sin embargo en el trabajo propuesto por (Santos et al., 2014) se mencionan algunas estrategias de diseño utilizadas:

1. Activar la exploración: diseñar contenido para RA no lineal que permita a los estudiantes probar diferentes tipos de escenarios.
2. Promover la colaboración: diseñar contenido para RA que posibilite el intercambio de ideas, asignando a los estudiantes diferentes roles o la tarea de negociar unos con otros para llegar a una solución.
3. Asegurar el interés: diseñar contenido para RA que permita a los estudiantes concentrarse más y comprometerse en un nivel constante.

Dey et al.,(2016) señala que entre las formas de evaluación de las experiencias educativas se ha utilizado el desempeño (61%), seguido por el llenado de cuestionarios (50%), análisis

perceptivo (18%), entrevistas (14%) y tareas colaborativas (7%). En el artículo revisado por Phon, Ali, & Halim (2014) si bien no especifica valoraciones cuantitativas, se señala la utilización de pretest-postest, observaciones, entrevistas y registros digitales del comportamiento, cuestionarios y grabación de vídeo.

PI6: ¿Cuáles son las líneas de investigación actuales y futuras de RA en la educación?

Akçayır & Akçayır (2017) propone investigar el uso de aplicaciones de RA para apoyar el aprendizaje ubicuo, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje informal, la forma en que se deben utilizar, qué métodos y técnicas deben ser más eficaces en cuanto a tema, grupo edad, características de la interfaz, etc.

Fombona, Pascual-Sevillana & González-Videgaray (2017) manifiestan que es necesario crear un marco teórico conceptual consensuado y asimilado por la comunidad educativa sobre RA y educación.

Chen, Liu, Cheng & Huang (2017) remarcan la necesidad de realizar más estudios teniendo en cuenta la diferencia entre el proceso cognitivo y la inmersión psicológica entre RA y el contexto del proceso educativo, además de considerar un modelo a seguir del docente para diseñar e implementar los recursos de aprendizaje con RA en el aula de clase.

Así como también Dey et al. (2016) propone hacer un análisis más detallado para identificar las limitaciones y desafíos de los experimentos basados en el usuario.

En Yılmaz & Batdı (2016) manifiestan que es necesario realizar estudios experimentales sobre RA en el futuro ya que la tecnología y las aplicaciones móviles siguen desarrollándose.

En Prendes (2015) se propone determinar cuál es el nivel de RA que consigue mejores resultados, según los contenidos a tratar, qué tipos de aplicaciones son más útiles dependiendo de variables como el tipo de RA, nivel de los alumnos o nivel de uso de las TIC y, en definitiva, sobre los beneficios del uso de la tecnología de RA en el aula.

Para Santos et al. (2014) propone realizar investigaciones que pueden hacerse en la exploración de visualización contextual y visualización háptica.

Radu (2014) propone desarrollar un cuestionario heurístico y validar su utilidad para identificar experiencias educativas con RA, así como también considerar que para el diseño de contenidos es necesario contar con una metodología que integre pedagogía con tecnología, de tal manera que sea aplicable a lo largo del currículo de forma dinámica e interactiva.

Phon, Ali, & Halim (2014) señala que son necesarias otras investigaciones para superar las deficiencias y mejoras de la tecnología actual de RA para el sistema educativo.

Bacca et al. (2014) manifiesta que se necesita más investigaciones para identificar los beneficios de esta tecnología para mejorar los procesos de aprendizaje.

6. Conclusiones

En el presente artículo se han analizado más de una decena de artículos de revisión actuales sobre RA aplicada a la educación. A partir de ellos puede concluirse que la RA se aplica en educación abarcando a todos los niveles de formación desde educación preescolar hasta universitaria, en diversas áreas principalmente las ciencias, matemáticas y geometría, así como otras áreas de aplicación señaladas son, geografía, ecología, humanidades, arte e ingeniería.

Entre las ventajas señaladas en todos los artículos de revisión se encuentra el aumento de la motivación y el interés de los alumnos al usar RA. Sin embargo, uno de los artículos señala como una posible desventaja que el factor novedad que despierta la motivación de los estudiantes con el tiempo pueda verse disminuido.

En la mayoría de los artículos se señala como ventaja la mejora de los resultados de aprendizaje, habiendo utilizado en algunos casos la validación del proceso mediante pre-test y

post- test.

Los recursos tecnológicos más utilizados en el desarrollo de la fase experimental han sido, dispositivos móviles, computadoras de escritorio, HMD, gafas de visión 3D y otros, en la revisión propuesta por (Akçayır & Akçayır, 2017). Entre las desventajas en la utilización de recursos educativos con RA se señalan problemas de usabilidad y acceso a los recursos tecnológicos, requerimientos de tiempos excesivos de lectura y ligero cansancio en los estudiantes. Cada uno de estos aspectos se va superando con el avance de la ciencia y la tecnología. Según (Navarro & al. 2016) en la actualidad se diseñan recursos tecnológicos con una mayor ergonomía, facilidad de uso pedagógico y aparecen nuevas interfaces amigables que generan facilidades de uso y accesibilidad para todos. Así también señala (Fombona Cadavieco & Vázquez Cano, 2017) que un 67,7% de la población de educación inicial y media en España, así como 63,3% en bachillerato y 89,5 % de formación profesional, disponen de medios tecnológicos de alta gama.

Otro de los aspectos fundamentales a señalar es la necesidad de metodologías para integrar RA en los procesos educativos que permita asegurar que la incorporación de RA no se convierta en un problema tecnológico sino en un aporte educativo y pedagógico.

Entre las líneas futuras a desarrollar se menciona el analizar las potencialidades de RA para estudiantes con necesidades especiales y la primera infancia, determinar los nuevos roles de docentes y estudiantes, así como establecer los elementos para el diseño e implementación de aplicaciones con RA, identificando los recursos tecnológicos y pedagógicos en el aula.

Referencias bibliográficas

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.

Azuma, R. T., & T., R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.

Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. In *Springer Science+Business Media Singapore 2017* (pp. 13-18).

Dey, A., Billingham, M., Lindeman, R. W., & Swan II, J. E. (2016, September). A Systematic Review of Usability Studies in Augmented Reality between 2005 and 2014. In *Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), 2016 IEEE International Symposium on* (pp. 49-50). IEEE.

Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Van den Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of Augmented Reality in Educational Environments-A Systematic Literature Review. *Wirtschaftsinformatik*, 3(6), 1542-1556.

Fombona, J., Pascual-Sevillana, Á., & González-Videgaray, M. (2017). M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository. *Comunicar*, 25(52), 63-72.

Fombona, J., Sevillano, P., & Ángeles, M. (2017). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS.

Fombona Cadavieco, J., & Vázquez Cano, E. (2017). Posibilidades de utilización de la Geolocalización y Realidad Aumentada en el ámbito educativo. *Educación XX1*, 20(2).

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). Resumen Informe Horizon 2011: Enseñanza Universitaria. *Instituto de Tecnologías Educativas*, (2011), 5-9.

Kitchenham, B., & Stuart Charters. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature

Manresa Yee, C., Abásolo Guerrero, M. J., Más Sansó, R., & Vénere, M. (2011). Realidad virtual y realidad aumentada Interfaces Avanzadas.

Navarro, C.X., Molina, A., Redondo, M.A., & Juarez-Ramirez, R. (2016). Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. *IEEE-RITA*, 11(1), 33-40.

O'English, L. (n.d.). Academic Profiles: Tools for Expanding Visability and Discovering Reach: Google Scholar and "Publish or Perish."

Prendes, C. (2015): Realidad Aumentada y Educación: análisis de experiencias prácticas, en PixelBit. *Revista de Medios y Educación*, 46 (1), pp. 187-203

Phon, D. N. E., Ali, M. B., & Halim, N. D. A. (2014). Collaborative Augmented Reality in Education: A Review. In *2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering* (pp. 78–83). IEEE.

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.

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.

Yilmaz, Z. A., & Batdı, V. (2016). A Meta-Analytic and Thematic Comparative Analysis of the Integration of Augmented Reality Applications into Education. *Education and Science*, 41(188), 273–289.

1. Aspirante a Doctor en Ciencias Informáticas, Magister en Tecnologías de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales, Ingeniera en Sistemas. Universidad Técnica de Ambato. wilmalgavilanesl@uta.edu.ec

2. Investigador adjunto CICPBA, Profesor asociado, Universidad Nacional de La Plata, mjabasolo@lidi.info.unlp.edu.ar

3. Aspirante a Doctor en Ciencias Informáticas, Magister en Gestión de Base de Datos, Magister en Educación, Ingeniera en Sistemas. Universidad Técnica de Ambato. blancarcujic@uta.edu.ec

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 15) Año 2018

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]