



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

**LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA
UNIVERSITARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA E QUÍMICA DE
GRADUAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**AUGMENTED REALITY IN THE TEACHING AND LEARNING OF UNDERGRADUATE BIOLOGY AND
CHEMISTRY: A SYSTEMATIC REVIEW**

Derling José Mendoza Velazco¹, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero², Alicia Gabriela Paredes Benavides³,
Cinthya Katherine Sanango Gualpa⁴

e381766

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i8.1766>

PUBLICADO: 08/2022

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de establecer una revisión bibliográfica documental sobre la realidad aumentada en la educación universitaria con respecto a las áreas de la biología y de la química. Como metodología investigación se aplicó el enfoque multi método o también conocido como método mixto toda la investigación. el diseño fue de tipo documental, estableciéndose una revisión bibliográfica de 564 artículos de investigación relacionados a la biología la ciencia y la química aplicándose la realidad aumentada. a través de los criterios de inclusión y exclusión se considerarán 180 artículos para la revisión investigativa. entre los principales resultados se puede determinar que a partir del año 2012 la realidad aumentada se ha vuelto muy popular en la educación. por otra parte, la realidad aumentada ofrece ventajas afiliadas a la innovación educativa facilitando el proceso de enseñanza y aprendizaje. los retos de la realidad aumentada están sustentados en los altos costos de los dispositivos y la brecha tecnológica.

PALABRAS CLAVE: Realidad aumentada. Educacion virtual. Educacion universitaria. Investigacion multimetodo

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer uma revisão documental da literatura sobre a realidade aumentada na educação universitária no que diz respeito às áreas de biologia e química. A metodologia de pesquisa aplicada foi a abordagem multimétodo ou também conhecida como método misto toda pesquisa. o desenho foi do tipo documental, estabelecendo uma revisão de literatura de 564 artigos de pesquisa relacionados à biologia, ciência e química aplicando a realidade aumentada. através dos critérios de inclusão e exclusão, 180 artigos serão considerados para a revisão da pesquisa. entre os principais resultados pode ser determinado que desde 2012 a realidade aumentada se tornou muito popular na educação. por outro lado, a realidade aumentada oferece vantagens associadas à inovação educacional facilitando o processo de ensino e aprendizagem. os desafios da realidade aumentada são suportados pelos altos custos dos dispositivos e pela lacuna tecnológica.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade aumentada. Educação virtual. Educação universitária. Pesquisa multimétodo.

ABSTRACT

This study was developed with the aim of establishing a documentary literature review on augmented reality in university education with respect to the areas of biology and chemistry. The research

¹ Cámara Minera del Perú CAMIPER y Universidad Tecnica de Manabi UTM - Peru y Ecuador

² IMF Smart Education of Universidad Particular de San Gregorio Portoviejo and Universidad Nacional de Educación UNAE, Spain and Ecuador

³ Universidad Nacional de Educación UNAE, Ecuador

⁴ Universidad Nacional de Educación UNAE, Ecuador



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA Y QUÍMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

methodology applied was the multi-method approach or also known as mixed method all research. the design was documentary type, establishing a literature review of 564 research articles related to biology, science and chemistry applying augmented reality. through the inclusion and exclusion criteria, 180 articles will be considered for the research review. among the main results it can be determined that since 2012 augmented reality has become very popular in education. on the other hand, augmented reality offers advantages affiliated to educational innovation facilitating the teaching and learning process. the challenges of augmented reality are supported by the high costs of the devices and the technological gap.

KEYWORDS: Augmented reality. Virtual education. University education. Multi-method research.

INTRODUCCION

Se buscan constantemente nuevos métodos y herramientas para potenciar y aumentar el interés de los alumnos y mejorar el proceso de aprendizaje. Entre estas herramientas, la realidad aumentada (RA) es una tecnología que llama la atención por sus diversas características (WANG et al., 2018). La RA puede definirse como una tecnología que permite superponer simultáneamente objetos virtuales a imágenes reales (AZUMA, 1997). Así, los objetos virtuales se ven en el mismo entorno que el mundo real (AZUMA et al., 2001). La tecnología de RA se utiliza en muchos ámbitos, como el educativo, ya que permite una perfecta integración de los contenidos virtuales con el mundo real (AZUMA et al., 2011). Los estudios revelan que la RA proporciona muchas ventajas en la educación. Gracias al contenido digital que añade a la imagen real, la RA permite a los estudiantes tener experiencias de aprendizaje diferentes y eficaces. La RA facilita el aprendizaje (ENYEDY et al., 2015; MARTIN et al., 2016) al concretar conceptos abstractos (BUJAK et al., 2013; IBÁÑEZ et al., 2014; LAINE et al., 2016). Asimismo, las investigaciones muestran que la RA atrae la atención de los estudiantes (BRESSLER; BODZIN, 2013; BUJAK et al., 2013; HUANG et al., 2016) y aumenta la motivación (CHANG; HWANG, 2018; IBÁÑEZ et al., 2015). Las lecciones en las que se utiliza la RA son más divertidas (GUN; ATASOY, 2017) y agradables generando la participación de los estudiantes en clase (GIASIRANIS; SOFOS, 2017; WOJCIECHOWSKI; CELLARY, 2013). Sin embargo, existen algunos desafíos en relación con el uso de la RA en la educación universitaria. El hecho de que algunos equipos de RA sean de alto costo o valor y esto puede figurar como un desafío (KÜÇÜK et al., 2016; BILLINGHURST et al., 2003). La dificultad de desarrollar materiales educativos de RA (CHANG et al., 2016) y la naturaleza de esta actividad, requiere mucho tiempo creando importantes desafíos para los profesores (LAINE et al., 2016). Los profesores pueden no tener las habilidades y el tiempo para utilizar la RA en el aula (GAVISH et al., 2015; DUNLEAVY et al., 2009). Además, el número limitado de herramientas de autoría de RA gratuitas y de materiales educativos de RA que los profesores pueden utilizar fácilmente es un factor que limita el uso de la RA en la educación superior. Otro reto importante es que los estudiantes necesitan aprender sobre la RA (CAI et al., 2017; HUANG et al., 2016).

La RA es una tecnología popular que se ha convertido en el centro de la investigación educativa en la última década (AKÇAYIR M; AKÇAYIR G, 2017; BACCA et al., 2014; IBÁÑEZ; DELGADO-



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostroza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

KLOOS, 2018; SIRAKAYA; ALSANCAK, 2018). La RA se utiliza en todos los niveles educativos, desde el preescolar hasta la universidad. Además, existen estudios en muchos campos diferentes, como las matemáticas (LIN et al., 2015; MARTIN-GONZALEZ et al., 2016), la física (YOON et al., 2012), la química (YANG et al., 2018), la biología (HWANG et al., 2016; LAINE et al., 2016), astronomía (CHEN; WANG, 2015), educación preescolar (YILMAZ, 2016), historia (HUANG et al., 2016; SOMMERAUER; MÜLLER, 2014) y artes (DI SERIO; IBÁÑEZ; KLOOS, 2013). La educación STEM es una de las áreas en las que la RA puede utilizarse de forma eficaz. Las disciplinas que componen la educación superior no existen por sí solas en el mundo real, coexisten de forma multidimensional y compleja y las personas se enfrentan a estos problemas multidimensionales en sus vidas (PIMTHONG; WILLIAMS, 2018). Por lo tanto, las ciencias de la biología y química universitaria (BQU) se ofrece en muchos países para ayudar a las personas a entender las ciencias y utilizarlas en sus vidas. La BQU permite a las personas alcanzar los objetivos educativos preparándolas para la vida cotidiana y la vida laboral (PIMTHONG; WILLIAMS, 2018). La BQU es un enfoque en el que los estudiantes participan en el diseño o la investigación de las ciencias experimentales y logran experiencias de aprendizaje significativas a través de la integración de la ciencia, la tecnología y las matemáticas (MOORE; SMITH, 2014). La BQU es una metadisciplina que se define como la creación de una nueva disciplina en su conjunto basada en la integración de la información de otras disciplinas (CEYLAN; OZDILEK, 2015). Por otra parte la RA se caracteriza con el apoyo al aprendizaje práctico (Hsiao et al., 2012) y el aprendizaje basado en la indagación (DUNLEAVY et al., 2009), la contribución al desarrollo de la capacidad espacial (Lin et al., 2015) y el aumento de la cooperación (BRESSLER; BODZIN, 2013), de igual forma, la RA es una herramienta eficaz para la educación y formación universitaria. Bujak et al., (2013), Cheng y Tsai (2013) y Wu, Lee, Chang y Liang (2013) destacan que la RA tiene un potencial educativo que puede ser útil en la educación BQU. La RA en la BQU es tanto una práctica educativa como un campo de la investigación educativa. Por lo tanto, este estudio se centró en el uso de la RA en la educación BQU tanto como una práctica educativa como un campo de investigación educativa. Para ello, se buscaban respuestas a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características generales de los estudios RA-BQU?
- ¿Cuáles son las ventajas identificadas en los estudios RA-BQU?
- ¿Cuáles son los desafíos identificados en los estudios RA-BQU?

1 BASE TEORICA

La investigación de los estudios en un campo específico es importante para presentar la situación existente y proporcionar orientación para futuros estudios (KUCUK et al., 2013; SEO; BRYANT, 2009). Se realizaron varios estudios para presentar la situación actual, las ventajas, los retos limitaciones y tendencias en cuanto al uso de la RA en la educación BQU (AKÇAYIR, 2017; BACCA et al., 2014; CHENG; TSAI, 2013; IBÁÑEZ; DELGADO-KLOOS, 2018; RADU, 2014; SIRAKAYA; ALSANCAK, 2018). De igual forma como el estudio desarrollado por Akçayır y Akçayır (2017) se



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostroza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

revisaron sistemáticamente 68 investigaciones de artículos publicados en revistas Indexadas, para demostrar las ventajas y los desafíos del uso de la RA en la BQU. En una meta-revisión, Radu, (2014) reveló los efectos positivos y negativos de la RA en las experiencias de aprendizaje. En otra revisión sistemática, Bacca et al., (2014) se centró en el uso las ventajas, las limitaciones, la eficacia, los retos y las características de la RA en los entornos educativos universitarios.

Sirakaya y Alsancak (2018) identificaron las tendencias en los estudios de RA educativa (publicación año, método, sujetos de investigación, nivel de muestra, número de muestras, herramienta de recopilación de datos, AR tipo, herramienta de imagen de RA). A diferencia de estos estudios, Cheng y Tsai (2013) se centraron en los estudios que utilizan la RA en la enseñanza de las ciencias exactas. Tras un examen exhaustivo de las posibilidades de la RA en la enseñanza de las ciencias experimentales de la biología y la química, los autores hicieron sugerencias para futuros estudios. Como se puede ver, los estudios que evaluaron el uso de la RA desde diferentes perspectivas se llevaron a cabo en entornos educativos de educación superior. Mediante la revisión de siete bases de datos conocidas sobre educación y tecnología (ACM Digital Library, ERIC, IEEEExplore, ISI Web of Science, ScienceDirect, Scopus y Springer), Ibáñez y Delgado (2018) investigaron 28 artículos sobre el uso de la RA en la educación universitaria. Este estudio, que contribuyó significativamente a la literatura, enumeró los artículos individualmente y los categorizó en base a las siguientes características:

- Características generales de las aplicaciones de RA
- Proceso de instrucción
- Evaluación de las intervenciones

Los artículos revisados se analizaron bajo los siguientes títulos:

- Diseño de aplicaciones de realidad aumentada
- Procesos de instrucción
- Medidas de los resultados de los estudiantes

La presente revisión abordó los artículos con un enfoque inductivo. Así, el propósito era contribuir a la literatura centrándose en la situación actual, las ventajas y los retos relacionados con la RA en la educación BQU.

2 Metodología de la Investigación

Para el estudio se usó la metodología multimétodo o método mixto de investigación, al igual para la selección de los artículos de revisión. La selección de los artículos fueron sustentados de revistas significativas en el campo o indexados en bases de datos específicas (ERIC, Pro- Quest, EBSCO, ScienceDirect) como una forma de seleccionar artículos. Para este estudio, los artículos relacionados con la RA en la educación BQU que fueron publicados en revistas indexadas en la base de datos SSCI fueron seleccionados.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

Se utilizó el sitio el buscador o pagina de busqueda de la Web of Science (WOS) para acceder a estos artículos. La opción de búsqueda avanzada se utilizó en el sitio web de WOS con la siguiente cadena de consulta "realidad aumentada AND Biología OR science OR Química". La consulta dio como resultado 564 artículos cuando se seleccionó el periodo de tiempo como "mediados de 2022" (desde 1980), el tipo de tipo de documento como "artículo" y el idioma como "inglês y español" en los filtros de búsqueda. Cuando las categorías educativas (educación e investigación educativa, educación especial, disciplina científica de la educación, psicología educativa) para acceder sólo a los artículos educativos, el número de artículos que se ajustaban a los parámetros de búsqueda era de 1.000. número de artículos que se ajustaban a los parámetros de búsqueda fue de 180. La última búsqueda se realizó el 20 de julio de 2022. Se descargaron los textos completos de estos 180 artículos y su adecuación para la presente investigación fue examinada por los 4 investigadores del presente estudio por separado. La revisión de la idoneidad de los 180 artículos se basó en los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1) preparados utilizando los estudios de revisión de RA anteriores (AKÇAYIR M; AKÇAYIR G, 2017; IBÁÑEZ; DELGADO-KLOOS, 2018; SIRAKAYA et al., 2018). Como resultado de estas evaluaciones, 42 artículos de un total de 180 se consideraron adecuados para los fines de este estudio.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los artículos de investigación

Inclusión	Exclusión
Artículos	Actas de conferencias, capítulos de libros, etc.
Disponible en texto completo	Artículos sólo disponibles en resumen
Artículos empíricos	Editoriales, artículos de revisión y artículos sobre el desarrollo de aplicaciones
Artículos centrados en la RA	Artículos centrados en entornos como la realidad virtual y la realidad mixta, aunque el término RA, se utilice el término realidad virtual
Artículos sobre Educación em Biología y Química	

2.1 Codificación y análisis de los datos

Los investigadores codificaron los artículos que cumplían los criterios de inclusión. Se utilizó el programa Microsoft Excel para codificar los datos. En primer lugar, se codificaron por separado 12 artículos seleccionados al azar para calcular la fiabilidad de la codificación. Se calculó que la fiabilidad entre los evaluadores era de 0,92 mediante el análisis kappa de Cohen (WARRENS, 2015). Los artículos restantes fueron codificados independientemente por los investigadores una vez garantizada



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostroza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

la fiabilidad de la codificación, se llegó a un consenso mediante la discusión de los códigos en los que los investigadores no estaban de acuerdo.

Los datos se analizaron mediante el método de análisis de contenido. El análisis de contenido es un método que incluye la organización del texto, la categorización, la comparación y el desarrollo de resultados teóricos Cohen et al., (2005). Se adoptó el enfoque inductivo sugerido por Miles y Huberman (1994) en análisis de datos. En primer lugar, el esquema de codificación se creó codificando las expresiones que eran significativas en sí mismas. Posteriormente se formaron subcategorías combinando los códigos y las categorías inductivas generando la combinación de subcategorías.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ¿Cuáles son las características generales de los estudios AR-STEM?

Los estudios centrados en el uso de la RA en la educación BQU se realizaron por primera vez en 2012 (Figura 1). El aumento del número de estudios por año es notable. Además, se observó que la mayoría de los 42 artículos que se examinaron (36 artículos) se publicaron después de 2015 (2016-2022).

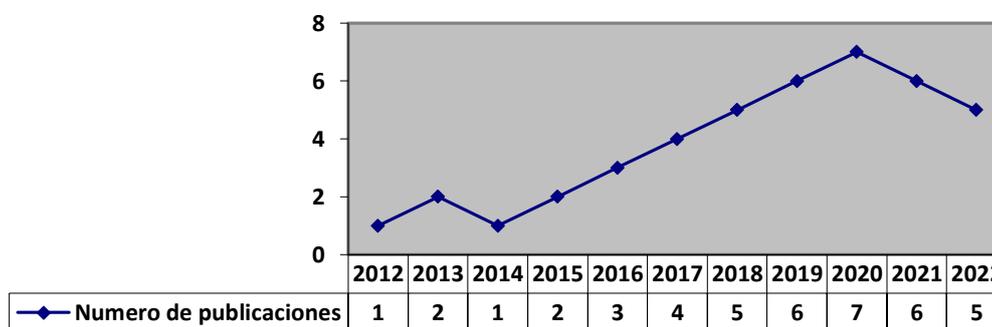


Figura 1. Número de artículos por año.

Del mismo modo, Ibáñez y Delgado-Kloos (2018) afirman que la mayoría de los 28 artículos publicados entre 2010 y 2022 sobre RA en educación BQU fueron publicados después de 2013. El aumento del número de estudios sobre RA-BQU en los últimos años puede indicar que este tema será popular en los próximos años. Los métodos cuantitativos recomendados por Hwang et al., (2016), se utilizaron en aproximadamente la mitad de los estudios que se centraron en el uso de la RA en la educación BQU (52%). Los estudios que utilizaron métodos cuantitativos fueron seguidos por estudios realizados por métodos mixtos (43%) (ENYEDY et al., 2012) y métodos cualitativos (5%) (YANG et al., 2018). Ibáñez y Delgado (2018) también llegaron a una conclusión similar, encontraron que en los estudios de RA en educación BQU se utilizaron métodos cuantitativos (46,4%), mixtos (35,7%) y cualitativos (17,9%), respectivamente. Teniendo en cuenta que los estudios RA-BQU aumentaron significativamente después de 2015 (Figura 1).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGÍA Y QUÍMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

Es normal que se realicen estudios experimentales para determinar la eficacia del uso de la RA en la educación BQU. Otra razón para el predominio de los estudios cuantitativos puede estar relacionada con las ventajas de los métodos cuantitativos, como la generalización de resultados y la facilidad de trabajar con muestras grandes. Se observa que los métodos cuantitativos son mayoritariamente preferidos en los estudios realizados en el ámbito de las tecnologías educativas (BOND; BUNTINS, 2018; KUCUK et al., 2013; ROSS et al., 2010). La escasez de estudios en los que se han utilizado métodos cualitativos se utilizaron métodos interpretativos.

Se encontró que el 74% (31 estudios) de los estudios se llevaron a cabo en entornos universitarios (clase o laboratorio) mientras que el 26% (11 estudios) se realizaron en entornos extra universitarios (proyectos, vinculación, sociedad o campus). En cuanto a los estudios realizados en entornos universitarios, se observó que 5 estudios se realizaron en el laboratorio (MEJÍAS; MÁRQUEZ, 2012) y 26 se llevaron a cabo en entornos de aula (TURAN et al., 2018). En cuanto a los estudios realizados en entornos extra universitarios, se identificó que 4 estudios se realizaron en proyectos de vinculación (HWANG et al., 2016), 5 en comunidades (CHEN; WANG, 2018) y 2 en campus (CHANG et al., 2018). Ibáñez y Delgado (2018), llegaron a una conclusión similar, afirmaron que el 70% de los estudios de RA en la educación BQU se realizan en el aula y el 30% fuera del aula.

El resultado de que el 73% de los artículos de RA basada en marcadores investigados en este estudio de revisión se llevaron a cabo con grupos de muestra grupos en el nivel K-12. Sin embargo, la RA basada en la localización tiene la importante ventaja de permitir a los estudiantes aprender fuera del aula (CHIANG et al., 2014) y apoyar el aprendizaje de la investigación científica científica (CHENG; TSAI, 2013). Esta revisión determinó que todos los estudios de RA basada en la localización se realizaron fuera de la universidad.

La tabla 2 demuestra que los grupos de muestra más preferidos en los estudios AR-BQU fueron los estudiantes de Postgrado o maestría (54,76%), Doctorado (23,80%) y Pregrado o licenciatura (21,42%),

Tabla 2. Distribución de los niveles de la muestra.

Nivel de la muestra	f	%
Doctorado	10	23,80
Maestría / postgrado	23	54,76
Pregrado / Licenciatura	9	21,42

Ibáñez y Delgado (2018), llegaron a resultados similares, enumeraron los grupos de muestra más comunes en los estudios de RA en la educación. Según la Tabla 3, el tamaño de la muestra más común en los estudios RA-BQU fue entre 31 y 100 (69,05%), seguido de los estudios con tamaños de muestra entre 101 y 300 (14,29%) y entre 11 y 30 (11,90%) respectivamente. Ibáñez y Delgado (2018) informaron que el tamaño de la muestra era de 90 o menos en el 75% de los estudios de RA en educación BQU. Solo hubo un estudio realizado con un tamaño de muestra de 1 a 10 y, de nuevo, solo



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostroza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

un estudio con un tamaño de muestra superior a 1000 (2,38%). En los estudios estudios, se determinó que el tamaño de muestra más alto era de 1211 (HSIAO et al., 2012) y el tamaño de muestra más bajo tamaño fue de 10 (OZDAMLI; KARAGOZLU, 2018). Se concluyó que los métodos cuantitativos fueron los más comunes en estos estudios. El hecho de que el tamaño de la muestra común fuera de 31 a 100 puede estar relacionado con el uso de métodos cuantitativos (experimentales) en los estudios de RA-BQU. Este hallazgo es paralelo a los estudios de Bacca et al., (2014) y Sirakaya y Alsancak Sirakaya (2018) donde se concluyó que el tamaño máximo de la muestra en los estudios de RA estaba entre 31 y 100.

Tabla 3. Distribución del tamaño de la muestra.

Tamaño de la muestra	f	%
Entre 1 and 10	1	2.38
Entre 11 and 30	5	11.90
Entre 31 and 100	29	69.05
Entre 101 and 300	6	14.29
Entre 301 and 1000	0	0
Más de 1000	1	2.38

Las herramientas de recolección de datos más comunes utilizadas en los estudios AR-BQU fueron las siguientes (Tabla 4):

Tabla 4. Distribución de los instrumentos de recolección de datos.

Herramienta de recopilación de datos	f	%
Prueba de rendimiento	28	30,76
Encuesta / Cuestionario	21	23,07
Entrevista	20	21,97
Escala de actitud, personalidad o aptitud	13	14,28
Guía de observación	8	8,79
Otros	1	1,09

Como se puede observar la prueba de rendimiento fue el instrumento más aplicado con un 30,76%, luego la encuesta o cuestionario posee un 23,07%, la entrevista un 21,97%, prueba de rendimiento (29,67%), actitud, personalidad o escala de aptitudes (14,28%), guía de observación (8,79%) y otros (1,09%). Este hallazgo es similar a los estudios de Bacca et al. (2014) y Sirakaya y Alsancak (2018).

3.2. ¿Cuáles son las ventajas identificadas en los estudios AR-BQU?

Las ventajas de los estudios AR-BQU se recogieron en 4 subcategorías: contribución al alumno, resultados educativos, interacción y otras ventajas.

La contribución más importante para el alumno fue el aumento del éxito logrado por el uso de la RA en la educación BQU. Muchos estudios concluyeron que la RA aumentó el rendimiento en la educación en las áreas de Biología y Química (CHEN; WANG, 2018; GUN; ATASOY, 2017; HWANG



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Guallpa

et al., 2016; IBÁÑEZ et al., 2014; WU; HWANG; YANG; CHEN, 2018). Aunque se encontró que la RA tiene un impacto positivo en el rendimiento, este impacto varió para los estudiantes con diferentes niveles de rendimiento.

Según los estudios investigados en el ámbito de este estudio, el uso de la RA en la educación aumentó la motivación de los estudiantes (CAI et al., 2017; CHANG; HWANG, 2018; CHENG, 2018). Chang et al., (2016) destacaron que los estudiantes experimentaron falta de motivación debido a la duración de tiempo necesario para el crecimiento de las plantas y la falta de oportunidades para observar los cambios en el crecimiento de las plantas en el aula. Informaron que la RA aumentó la motivación ya que permitió a los estudiantes observar y manipular (por ejemplo, la luz del sol).

La RA aseguró el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje (CAI et al., 2017; CHANG et al., 2018; CHEN et al., 2016; HSIAO et al., 2012; KAMARAINEN et al., 2013). También aumentó el interés/la voluntad de aprender de los estudiantes (BRESSLER; BODZIN, 2013; CAI et al., 2017; HUANG et al., 2016). La RA proporciona contribuciones significativas a los estudiantes en la educación BQU. Por otra parte, Ibáñez et al., (2014) y Bursali y Yilmaz (2019) señalaron que estas contribuciones pueden ser causadas por el efecto de novedad, mientras que Hsiao et al., (2012) afirmaron que estos efectos pueden disminuir cuando la RA se utiliza en la educación en general. Kamarainen et al., (2013) sugieren que las investigaciones futuras midan el efecto de novedad al asegurando el uso de la RA durante múltiples experiencias de viaje de campo para examinar si la novedad se atenúa y el compromiso se mantiene. Del mismo modo, Ibáñez et al., (2014) hicieron hincapié en la necesidad de nuevas investigación para erradicar el efecto novedad.

Por otro lado, Ibáñez et al., (2015) informaron de que los estudiantes tenían algunos problemas de aprendizaje cuando tenían la libertad de descubrir información mediante el uso de la RA en áreas de ciencias experimentales. Por lo tanto, esta práctica debe ser apoyada por mecanismos efectivos de andamiaje para ayudar a los estudiantes en el proceso de descubrimiento.

Según los resultados, el resultado educativo más importante proporcionado por el uso de la RA en la educación BQU fue el "aumento de la participación en clase" (GIASIRANIS; SOFOS, 2017; MORO et al., 2017). La RA proporciona a los estudiantes una experiencia de aprendizaje divertida y agradable (por ejemplo, CHEN et al., 2016; GUN; ATASOY, 2017). Además, ayuda a los estudiantes a aprender habilidades de cooperación (por ejemplo, BRESSLER; BODZIN, 2013) y desarrolla la autoeficacia del grupo (por ejemplo, CHANG; HWANG, 2018). Estas ventajas destacadas en los estudios investigados en el marco de este estudio pueden ser efectivas para aumentar la participación afectiva y cognitiva de los estudiantes participación en las clases (CHANG; HWANG, 2018).

Se citan como ventajas del uso de la RA en la educación BQU la "visualización" y la "concreción de conceptos abstractos". La RA permite visualizar conceptos que no se pueden visualizar en clase (WOJCIECHOWSKI; CELLARY, 2013), durante las explicaciones fuera del aula (KAMARAINEN et al., 2013) en los museos (YOON et al., 2017) y en los laboratorios virtuales.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

Otros resultados educativos señalados en los estudios de RA-BQU son: la enseñanza individualizada (KAMARAINEN et al., 2013), aprendizaje en profundidad (CHIANG et al., 2014), aprendizaje en el tiempo y espacio deseados (Laine et al., 2016), el aprendizaje dirigido por el alumno (KAMARAINEN et al., 2013) y el aprendizaje informal (YOON et al., 2017). Estas ventajas dan una idea de cómo la RA puede apoyar el aprendizaje fuera del aula.

Las ventajas en cuanto a la interacción destacadas en los estudios AR-STEM se recogieron en 4 subcategorías en tiempo real (CHEN et al., 2016), mayor interacción entre el estudiante y contenido del curso (CHENG, 2018), una sensación de presencia (IBÁÑEZ et al., 2014), una mayor interacción entre los estudiantes (KAMARAINEN et al., 2013). La RA permite al usuario interactuar con objetos virtuales en el entorno en tiempo real en el que se encuentra el usuario. La interacción en tiempo real con los objetos virtuales afecta positivamente a la sensación de presencia de los estudiantes (CHANG et al., 2018; LIOU et al., 2017). La interacción en tiempo real (CHEN et al., 2016; KÜÇÜK et al., 2016) aumenta la interacción entre los estudiantes (CHENG, 2018; KAMARAINEN et al., 2013) y la interacción con el contenido del curso (CHENG, 2018). Se reportado que la RA facilita el aprendizaje mediante la práctica al aumentar la interacción de los estudiantes con el contenido.

Además, Hsiao et al., (2012) también informaron de que la RA garantizaba que los estudiantes pudieran realizar más actividades físicas en comparación con otras actividades de aprendizaje a través de mayores interacciones con la RA.

Otras ventajas em el uso de la RA en la educación BQU es la facilidad de uso (MARTÍN-GONZÁLEZ et al., 2016), la oportunidad de aplicar de forma segura experimentos peligrosos (YANG et al., 2018), la reducción de costes y la idoneidad de uso en cursos de laboratorio (WOJCIECHOWSKI; CELLARY, 2013). La RA reduce los costes al intercambiando homólogos virtuales con costosos equipos de laboratorio y consumibles (WOJCIECHOWSKI; CELLARY, 2013). También permite la aplicación segura de pruebas potencialmente peligrosas (WOJCIECHOWSKI; CELLARY, 2013; YANG et al., 2018). En este sentido, la RA puede utilizarse en la educación STEM como preparación para los experimentos que los estudiantes deben realizar en entornos de laboratorio reales (YANG et al., 2018). El hecho de que la RA sea una tecnología fácilmente utilizable por los estudiantes actuales (DI SERIO et al., 2013; LIOU et al, 2017; MARTIN-GONZALEZ et al., 2016) es una ventaja importante para su uso en la educación de la BQU.

3.3. ¿Cuáles son los retos identificados en los estudios sobre RA-BQU?

Aunque los artículos sobre el uso de la RA en la educación BQU destacaron numerosas ventajas de la RA, también se destacaron algunos de los retos asociados a su uso. El reto más común encontrado en los artículos fue "Problemas para detectar el marcador". La cámara del dispositivo debe detectar continuamente La cámara del dispositivo debe detectar continuamente el marcador para poder mostrar el contenido digital en las aplicaciones de RA basadas en marcadores. Falta de una cantidad adecuada de luz en la clase (más o menos luz de la necesaria) (CHANG; HWANG, 2018; HSIAO et al.,



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

2012) puede causar ese problema. Gun y Atasoy (2017) sugieren una supervisión cuidadosa de la luz en los entornos de las aulas. Del mismo modo, la conexión a internet (KÜÇÜK et al., 2016), los problemas de GPS (BRESSLER Y BODZIN, 2013) y la falta de características suficientes en los dispositivos de los alumnos (KÜÇÜK et al., 2016) fueron algunos de los desafíos encontrados en los estudios de AR-STEM. Sin embargo, los avances de los dispositivos móviles y el abaratamiento de los precios de estos dispositivos pueden eliminar estos problemas en los próximos años.

La resistencia de los profesores al uso de la RA en la educación BQU es un problema que hay que superar. Hsiao et al., (2012) indicaron que los profesores mostraron más resistencia que los estudiantes y que esta resistencia estaba relacionada con el hecho de que los profesores que querían aumentar el rendimiento de los estudiantes no estaban dispuestos a dedicar tiempo a la exploración de nuevas herramientas. Otro reto encontrado en el uso de la RA en la educación BQU fue "la fase de desarrollo de contenidos que requiere mucho tiempo" (CHANG et al., 2016; LAINE et al., 2016). La preparación de gráficos realistas y modelos 3D requiere un tiempo especialmente largo.

Para resolver este problema, Chang et al., (2016) sugirieron desarrollar un sistema modular de RA y Laine et al., (2016) proyectaron fundar una biblioteca compuesta por activos multimedia reutilizables, plantillas de pantalla y modelos 3D modelos. Cheng (2018) se afirmó que la RA disminuyó la imaginación de los estudiantes. Aparte de estos desafíos, hay que recordar que hay otros desafíos citados en la literatura en relación con el uso de la RA en la educación.

4 CONCLUSIONES

Gracias a sus características, la tecnología de RA ofrece importantes oportunidades para la educación BQU. Este estudio tiene como objetivo identificar la situación actual, las ventajas y los desafíos relacionados con el uso de la RA en educación BQU.

La primera pregunta del estudio se centró en las características generales de los estudios RA-BQU. Se determinó que los estudios RA-BQU, explorados por primera vez en 2012, se han vuelto muy populares especialmente en los últimos años. Sobre la base de esta conclusión, podemos argumentar que el uso de la RA en la educación BQU. Será un importante tema de investigación para los investigadores en los próximos años. Otros resultados obtenidos en este estudio pueden guiar futuros estudios de RA-BQU. En consecuencia, los futuros estudios que se diseñen con el método cualitativo, que se realicen fuera de la universidad y que utilicen aplicaciones de RA basadas en la localización pueden llenar los vacíos en el ámbito del uso de la RA en la educación BQU. En este contexto se pueden llevar a cabo estudios para determinar la eficacia de la RA en la educación informal. Se ha comprobado que algunos grupos de muestra (como la educación preescolar, la educación especial, la formación profesional) no estaban en los estudios RA-BQU. Los estudios futuros pueden incluir estos grupos de muestra para contribuir a la literatura.

La segunda pregunta de investigación tenía como objetivo revelar las ventajas del uso de la RA en la educación STEM. Los resultados de la investigación muestran que el uso de RA en la



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

educación BQU apoya el aprendizaje y la enseñanza. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la novedad de la innovación puede ser un factor factor que contribuya a ello. Se aconseja a los investigadores que tomen medidas para eliminar el impacto de la innovación cuando planifiquen de la innovación al planificar los estudios de RA-BQU (realizar una prueba piloto antes de la implementación real, prolongar el período de implementación). de la aplicación). Además, se observa que no hay suficientes estudios para comprobar el efecto de la RA según según las características individuales. Los estudios para comparar el impacto del uso de RA en grupos con diferentes características individuales (como el sexo, la edad, el rendimiento, la motivación, la capacidad espacial) pueden producir resultados interesantes. Una característica notable de la RA es su apoyo al aprendizaje fuera del aula. La tecnología de RA puede utilizarse para apoyar actividades fuera de clase en métodos de aprendizaje mixto como el flipped aprendizaje. Esta investigación se ha centrado en la situación actual, las ventajas y los inconvenientes de los estudios RA-BQU. Se pueden llevar a cabo más investigaciones sobre cuestiones como el enfoque pedagógico, las estrategias de enseñanza y técnicas de enseñanza utilizadas en los estudios RA-BQU.

Los retos encontrados en los estudios RA-BQU estaban generalmente relacionados con problemas técnicos. En los próximos años, los avances en las tecnologías móviles, pueden ayudar a superar estos problemas técnicos como como los problemas de detección del marcador, los problemas de GPS y los problemas de Internet. Sin embargo, existen otros retos como la resistencia del profesorado a la RA y la necesidad de periodos de tiempo prolongados para desarrollar los contenidos. El desarrollo profesional de alta calidad es crucial para proporcionar los conocimientos y habilidades necesarios para el uso efectivo de la RA-BQU y para contrarrestar la resistencia de los profesores.

Se pueden realizar estudios sobre cómo apoyar a los profesores y proporcionarles desarrollo profesional sobre en el uso de la RA-BQU. Se pueden desarrollar materiales educativos de RA y herramientas de autoría de RA que puedan ser utilizadas por los profesores sin ningún coste. Tanto los desarrolladores de aplicaciones como los investigadores, pueden realizar investigaciones adicionales para superar estos desafíos. Se sugiere que otros desafíos en futuros estudios se tengan en cuenta en relación con la RA mencionados en la literatura.

REFERENCIAS

AKÇAYIR, M.; AKÇAYIR, G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. **Educational Research Review**, v. 20, p. 1–11, 2017.

AZUMA, R. A survey of augmented reality. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, p. 355–385, 1997.

AZUMA, R.; BAILLOT, Y.; BEHRINGER, R.; FEINER, S.; JULIER, S.; MACINTYRE, B. Recent advances in augmented reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 21, n. 6, p. 34–47, 2001.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

AZUMA, R.; BILLINGHURST, M.; KLINKER, G. Special section on mobile augmented reality. **Computers & Graphics**, v. 35, n. 4, vii–viii, 2011.

BACCA, J.; BALDIRIS, S.; FABREGAT, R.; GRAF, S.; KINSHUK. Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 1, n. 4, p. 133, 2014.

BILLINGHURST, M.; BELCHER, D.; GUPTA, A.; KIYOKAWA, K. Communication behaviors in colocated collaborative AR interfaces. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 16, n. 3, p. 395–423, 2003.

BOND, M.; BUNTINS, K. An analysis of the Australasian journal of educational technology 2013–2017. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 34, n. 4, p. 168–183, 2018.

BRESSLER, D. M.; BODZIN, A. M. A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 29, n. 6, p. 505–517, 2013.

BUJAK, K. R.; RADU, I.; CATRAMBONE, R.; MACINTYRE, B.; ZHENG, R.; GOLUBSKI, G. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. **Computers & Education**, v. 68, p. 536–544, 2013.

BURSALI, H.; YILMAZ, R. M. Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. **Computers in Human Behavior**, v. 95, p. 126–135, 2019.

CAI, S.; CHIANG, F.-K.; SUN, Y.; LIN, C.; LEE, J. J. Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. **Interactive Learning Environments**, v. 25, n. 6, p. 778–791, 2017.

CEYLAN, S.; OZDILEK, Z. Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 177, p. 223–228, 2015.

CHANG, H. Y.; HSU, Y. S.; WU, H. K.; TSAI, C. C. Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 12, p. 1410–1431, 2018.

CHANG, R.-C.; CHUNG, L.-Y.; HUANG, Y.-M. Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness with video learning. **Interactive Learning Environments**, v. 24, n. 6, p. 1245–1264, 2016.

CHANG, S.; HWANG, G. Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. **Computers & Education**, v. 125, p. 226–239, 2018.

CHEN, C.; WANG, C.-H. Employing augmented-reality-embedded instruction to disperse the imparities of individual differences in earth science learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 24, n. 6, p. 835–847, 2015.

CHEN, C.-H.; CHOU, Y.-Y.; HUANG, C.-Y. An augmented-reality-based concept map to support mobile learning for science. **The Asia-Pacific Education Researcher**, v. 25, n. 4, p. 567–578, 2016.

CHEN, Y.-H.; WANG, C.-H. Learner presence, perception, and learning achievements in augmented–reality– mediated learning environments. **Interactive Learning Environments**, v. 26, n. 5, p. 695–708, 2018.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

CHENG, K.-H. Surveying students' conceptions of learning science by augmented reality and their scientific epistemic beliefs. **Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 14, n. 4, p. 1147–1159, 2018.

CHENG, K.-H.; TSAI, C.-C. Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. **Journal of Science Education and Technology**, v. 22, n. 4, p. 449–462, 2013.

CHIANG, T. H. C.; YANG, S. J. H.; HWANG, G.-J. Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. **Computers & Education**, v. 78, p. 97–108, 2014.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 5th ed. London: Routledge Falmer, 2005.

DI SERIO, Á.; IBÁÑEZ, M. B.; KLOOS, C. D. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. **Computers & Education**, v. 68, p. 586–596, 2013.

DUNLEAVY, M.; DEDE, C.; MITCHELL, R. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, n. 1, p. 7–22, 2009.

ENYEDY, N.; DANISH, J. A.; DELIEMA, D. Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 10, n. 1, p. 7–34, 2012.

ENYEDY, N.; DANISH, J. A.; DELACRUZ, G.; KUMAR, M. Learning physics through play in an augmented reality environment. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 7, n. 3, p. 347–378, 2012.

GAVISH, N.; GUTIÉRREZ, T.; WEBEL, S.; RODRÍGUEZ, J.; PEVERI, M.; BOCKHOLT, U.; TECCHIA, F. Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. **Interactive Learning Environments**, v. 23, n. 6, p. 778–798, 2015.

GIASIRANIS, S.; SOFOS, L. Flow experience and educational effectiveness of teaching informatics using AR. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 20, n. 4, p. 78–88, 2017.

GUN, E. T.; ATASOY, B. The effects of augmented reality on elementary school students' spatial ability and academic achievement. **Education and Science**, v. 42, n. 191, p. 31–51, 2017.

HSIAO, K.-F.; CHEN, N.-S.; HUANG, S.-Y. Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents. **Interactive Learning Environments**, v. 20, n. 4, p. 331–349, 2012.

HUANG, T.-C.; CHEN, C.-C.; CHOU, Y.-W. Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. **Computers & Education**, v. 96, p. 72–82, 2016.

HWANG, G.-J.; WU, P.-H.; CHEN, C.-C.; TU, N.-T. Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. **Interactive Learning Environments**, v. 24, n. 8, p. 1895–1906, 2016.

IBÁÑEZ, M. B.; DI SERIO, Á.; VILLARÁN, D.; DELGADO KLOOS, C. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. **Computers & Education**, v. 71, p. 1–13, 2014.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrero,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

IBÁÑEZ, M.-B.; DELGADO-KLOOS, C. Augmented reality for STEM learning: A systematic review. **Computers & Education**, v. 123, p. 109–123, 2018.

IBÁÑEZ, M.-B.; DI-SERIO, Á.; VILLARÁN-MOLINA, D.; DELGADO-KLOOS, C. Augmented reality-based simulators as discovery learning tools: An empirical study. **IEEE Transactions on Education**, v. 58, n. 3, p. 208–213, 2015.

KAMARAINEN, A. M.; METCALF, S.; GROTZER, T.; BROWNE, A.; MAZZUCA, D.; TUTWILER, M. S.; DEDE, C. EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. **Computers & Education**, v. 68, p. 545–556, 2013.

KUCUK, S.; AYDEMIR, M.; YILDIRIM, G.; ARPACIK, O.; GOKTAS, Y. Educational technology research trends in Turkey from 1990 to 2011. **Computers & Education**, v. 68, p. 42–50, 2013.

LAINE, T. H.; NYGREN, E.; DIRIN, A.; SUK, H.-J. Science Spots AR: A platform for science learning games with augmented reality. **Educational Technology Research and Development**, v. 64, n. 3, p. 507–531, 2016.

LIN, H.-C. K.; CHEN, M.-C.; CHANG, C.-K. Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. **Interactive Learning Environments**, v. 23, n. 6, p. 799–810, 2015.

LIU, H.-H.; YANG, S. J. H.; CHEN, S. Y.; TARNG, W. The influences of the 2D image-based augmented reality and virtual reality on student learning. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 20, n. 3, p. 110–121, 2017.

LU, S.-J.; LIU, Y.-C. Integrating augmented reality technology to enhance childrens learning in marine education. **Environmental Education Research**, v. 21, n. 4, p. 525–541, 2015.

MARTIN-GONZALEZ, A.; CHI-POOT, A.; UC-CETINA, V. Usability evaluation of an augmented reality system for teaching Euclidean vectors. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 53, n. 6, p. 627–636, 2016.

MEJÍAS BORRERO, A.; ANDÚJAR MÁRQUEZ, J. M. A pilot study of the effectiveness of augmented reality to enhance the use of remote labs in electrical engineering education. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 5, p. 540–557, 2012.

MILES, M. B.; HUBERMAN, M. A. **Qualitative data analysis**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1994.

MOORE, T. J.; SMITH, K. A. Advancing the state of the art of STEM integration. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 15, n. 1, p. 5–10, 2014.

MORO, C.; STROMBERGA, Z.; RAIKOS, A.; STIRLING, A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 10, n. 6, p. 549–559, 2017.

OZDAMLI, F.; KARAGOZLU, D. Preschool teachers' opinions on the use of augmented reality application in preschool science education / Mišljenja nastavnika predškolskog odgoja o upotrebi aplikacije proširene stvarnosti u predškolskom obrazovanju u području prirodnih znanosti. **Croatian Journal of Education - Hrvatski Časopis za Odgoj i Obrazovanje**, v. 20, n. 1, p. 43–74, 2018.

PIMTHONG, P.; WILLIAMS, J. Preservice teachers' understanding of STEM education. **Kasetsart Journal of Social Sciences**, v. 40, p. 1–7, 2018.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

LA REALIDAD AUMENTADA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA Y QUIMICA UNIVERSITARIA:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
Derling José Mendoza Velazco, Elizeth Mayrene Flores Hinostrza,
Alicia Gabriela Paredes Benavides, Cinthya Katherine Sanango Gualpa

RADU, I. Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 18, n. 6, p. 1533–1543, 2014. doi:10.1007/s00779-013-0747-y

ROSS, S. M.; MORRISON, G. R.; LOWTHER, D. L. Educational technology research past and present: Balancing rigor and relevance to impact school learning. **Contemporary Educational Technology**, v. 1, n. 1, p. 17–35, 2010.

SEO, Y.-J.; BRYANT, D. P. Analysis of studies of the effects of computer-assisted instruction on the mathematics performance of students with learning disabilities. **Computers & Education**, v. 53, n. 3, p. 913–928, 2009.

SIRAKAYA, M.; ALSANCAK SIRAKAYA, D. Trends in educational augmented reality studies: A systematic review. **Malaysian Online Journal of Educational Technology**, v. 6, n. 2, p. 60–74, 2018.

SOMMERAUER, P.; MÜLLER, O. Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. **Computers & Education**, v. 79, p. 59–68, 2014.

TURAN, Z.; MERAL, E.; SAHIN, I. F. The impact of mobile augmented reality in geography education: Achievements, cognitive loads and views of university students. **Journal of Geography in Higher Education**, v. 42, n. 3, p. 427–441, 2018.

WANG, M.; CALLAGHAN, V.; BERNHARDT, J.; WHITE, K.; PEÑA-RIOS, A. Augmented reality in education and training: Pedagogical approaches and illustrative case studies. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 5, p. 1391–1402, 2018.

WARRENS, M. Five Ways to Look at Cohen's Kappa. **Journal of Psychology & Psychotherapy**, v. 5, n. 4, 2015. Disponível em: <https://www.longdom.org/open-access/five-ways-to-look-at-cohens-kappa-2161-0487-1000197.pdf>

WOJCIECHOWSKI, R.; CELLARY, W. Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. **Computers & Education**, v. 68, p. 570–585, 2013.

WU, H.-K., LEE, S. W.-Y., CHANG, H.-Y., & LIANG, J.-C. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & Education**, v. 62, p. 41–49, 2013.

WU, P.-H.; HWANG, G.-J.; YANG, M.-L.; CHEN, C.-H. Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. **Interactive Learning Environments**, v. 26, n. 2, p. 221–234, 2013.

YANG, S.; MEI, B.; YUE, X. Mobile augmented reality assisted chemical education: Insights from elements 4D. **Journal of Chemical Education**, v. 95, n. 6, p. 1060–1062, 2018.

YILMAZ, R. M. Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. **Computers in Human Behavior**, v. 54, p. 240–248, 2016.

YOON, S.; ANDERSON, E.; LIN, J.; ELINICH, K. How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 20, n. 1, p. 156, 2017.

YOON, S.; ELINICH, K.; WANG, J.; STEINMEIER, C.; TUCKER, S. Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 7, n. 4, p. 519–541, 2012.