



Aplicación del modelo didáctico 3D realidad aumentada en el aprendizaje colaborativo. Revisión sistemática

Application of the 3D augmented reality didactic model in collaborative learning. Systematic review

Aplicação do modelo didático de realidade aumentada 3D na aprendizagem colaborativa. Revisão sistemática

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Javier Alfredo Caballero Garriazo^{1,2}

javier-alfredo.caballero-garriazo.1@ens.etsmtl.ca

<https://orcid.org/0000-0001-8370-1918>

Alberto Frank Lázaro Aguirre³

alberto.lazaro@unesp.br

<https://orcid.org/0000-0002-5783-2276>

Jaime Rolando Rojas Huacanca^{4,5}

jrojashu@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7267-7342>

¹Escuela de Tecnología Superior (ÉTS), Universidad de Quebec, Canadá.

²Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Perú

³Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Brasil

⁴Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Perú.

⁵Universidade de Brasília (UNB), Distrito Federal-Brasil

Artículo recibido 23 de noviembre 2021, arbitrado y aceptado 15 de diciembre 2021 y publicado 7 de marzo 2022

RESUMEN

Actualmente, la realidad aumentada (RA) ha ganado más relevancia y han producido cambios significativos en la educación, porque proporciona una forma diferente de aprendizaje significativo. Estas posibilidades de aplicación de modelo didáctico 3D en entornos de aprendizaje colaborativo de RA son infinitas y continúan en constante evolución. Estas herramientas tecnológicas proporcionan experiencias de aprendizaje de diseño a un nivel de inmersión altamente calificada. Por lo tanto, el presente artículo tuvo como objetivo revisar artículos publicados sobre la aplicación de modelo didáctico 3D en entornos de aprendizaje colaborativo en RA, se realizó un enfoque de mapeo sistemático de la literatura científica mediante la extracción de información con palabras clave de artículos indexados en las bibliotecas digitales especializadas, se analizaron un total 567 artículos, de los cuales se seleccionaron 21 artículos para el desarrollo de esta investigación. En esta revisión se observó datos que indican la existencia de ventajas potenciales de las experiencias de realidad aumentada, motivando a los estudiantes a realizar nuevas experiencias. En conclusión, la herramienta de RA proporciona beneficios tanto cognitivos como también mejoran de manera significativa la creatividad en los estudios de diseño y en el desarrollo de la habilidad de percepción espacial.

Palabras clave: Aprendizaje; Diseño asistido por ordenador; Enseñanza superior, Modelo didáctico; Realidad Aumentada

ABSTRACT

Currently, augmented reality (AR) has gained more relevance and has produced significant changes in education, because it provides a different form of meaningful learning. These 3D didactic model application possibilities in AR collaborative learning environments are endless and continue to evolve. These technology tools provide design learning experiences at a highly skilled immersion level. Therefore, this article aimed to review articles published on the application of the 3D didactic model of collaborative learning environments in AR, a systematic mapping approach of the scientific literature was carried out by extracting information with keywords from articles indexed in specialized digital libraries, a total of 567 articles were analyzed, of which 21 articles were selected for the development of this research. In this review, data were observed that indicate the existence of potential advantages of augmented reality experiences, motivating students to carry out new experiences. In conclusion, the AR tool provides both cognitive benefits and also significantly improves creativity in design studies and in the development of spatial perception skills.

Key words: Learning; Design assisted by computer; Higher level education; Didactic model; Augmented reality

RESUMO

Atualmente, a realidade aumentada (RA) ganhou mais relevância e produziu mudanças significativas na educação, pois proporciona uma forma diferenciada de aprendizagem significativa. Essas possibilidades de aplicação de modelos didáticos 3D em ambientes de aprendizagem colaborativa de RA são infinitas e continuam a evoluir. Essas ferramentas de tecnologia fornecem experiências de aprendizado de design em um nível de imersão altamente qualificado. Portanto, este artigo teve como objetivo revisar artigos publicados sobre a aplicação do modelo didático 3D de ambientes colaborativos de aprendizagem em RA, uma abordagem sistemática de mapeamento da literatura científica foi realizada extraindo informações com palavras-chave de artigos indexados em bibliotecas digitais especializadas, totalizando foram analisados 567 artigos, dos quais 21 artigos foram selecionados para o desenvolvimento desta pesquisa. Nesta revisão, foram observados dados que indicam a existência de potenciais vantagens das experiências de realidade aumentada, motivando os alunos a realizarem novas experiências. Em conclusão, a ferramenta AR oferece benefícios cognitivos e também melhora significativamente a criatividade em estudos de desenho e no desenvolvimento de habilidades de percepção espacial.

Palavras-chave: Aprendizagem; Desenho assistido por computador; Ensino superior Modelo didático; Realidade aumentada

INTRODUCCIÓN

Debido a que la realidad aumentada posee un gran potencial de aplicación en la educación, despertando actualmente un alto nivel de interés y que investigaciones como Cheng y Tsai (2013) vienen explorando los beneficios, las ventajas y las diversas aplicaciones de la RA en diferentes campos de la educación universitaria.

Antes de revisar los materiales educativos de aprendizaje de RA, se debe tener presente lo que se entiende por realidad aumentada y su aplicación en la educación universitaria. De acuerdo a la revisión, se observa una serie de conceptos y de definiciones de lo que denomina la realidad aumentada, la investigación de Akçayır y Akçayır (2017) citando a Azuma et al. (2001) “como tecnología que superpone objetos virtuales (componentes aumentados) en el mundo real. Estos objetos virtuales parecen coexistir en el mismo espacio que los objetos del mundo real” (p.1).

No obstante, en la actualidad existen pocas investigaciones sistemáticas de aplicación a la realidad aumentada inmersiva para fines de educación superior, principalmente en el curso de introducción al diseño, considerando que es esencial e importante en la formación y en el aprendizaje en diversas especialidades profesionales. Teniendo en consideración que es habitual que la influencia de la tarea gráfica condicione una mayor actividad proyectual, principalmente a nivel de grado universitario en las carreras relacionados con la Arquitectura, Diseño e Ingeniería.

Además, estas son disciplinas que en apariencia resulta más sencillo el desarrollo de la percepción bidimensionalidad que la actividad tridimensional.

Olvidando los problemas existentes, dado al alto nivel de desmotivación que presentan los alumnos para concentrar sus conocimientos tanto teóricos y prácticos en el diseño de representación en 3D (Castro, y Suárez, 2019).

De manera semejante, tal como lo menciona Noriega et al.(2015) afirma que en algunas escuelas de arquitectura han manifestado el poco interés en el perfeccionamiento de las habilidades espaciales de los alumnos, siendo de importancia vital la mejora de las habilidades que conforman la competencia espacial, a través de estas modalidades de aprendizaje y que son pocas escuelas de diseño y de Ingeniería, quienes han logrado aplicar con mayor asiduidad y gran rigurosidad en sus cursos de enseñanza del espacio 3D, que este tipo de practica es primordial para “el proceso de aprendizaje” en las carreras indicadas y necesaria la aplicación de ciertas tecnologías.

Así mismo, durante décadas, las escuelas profesionales siguen aplicando los mismos métodos de enseñanza tradicionales (pizarras, instrumentos de diseño y mesas de dibujo) para desarrollar adecuadamente los conocimientos y las habilidades, donde estos procesos de aprendizajes se ha visto afectado en la producción de sus conocimientos, los estudiantes muestran problemas de comprensión espacial y percepción de espacios en 3D, traduciéndose en un rendimiento deficiente en las asignaturas de diseño, todo esto genera una frágil motivación que tiene como consecuencia la deserción estudiantil. A pesar de que no se han probados con nuevos métodos innovadores, que transfieran los conocimientos de diseños a los estudiantes, y lograr la máxima eficiencia

en su aprendizaje. Continúan con la técnica de representación espacial por medio de maqueta física de espacios, que es una estrategia didáctica con fortalezas y debilidades.

Mientras resulta un tanto motivadora para los estudiantes, que despliegan su interés de ayudar a la transmisión de ideas y propuestas de diseño, innegablemente también, se requiere de más de recursos económico, inversión de tiempo y un mayor esfuerzo físico.

Entre los factores que influyen en las probables deserciones de los cursos que tienen relación directa con las habilidades espaciales, es necesario destacar y como lo menciona Broad (2006) citado por Noriega, Maris y Maris (2015), la particularidad de capacidades de perseverancia, donde los estudiantes puedan percibir que los estudios universitarios debe ser más prácticos, autónomos e independiente, por tanto es necesario que los docentes la consideren como prioritario “el aprendizaje conceptual”, con el fin de crear un cierto potencial para producir nuevos conocimientos, lo que a su vez es indicado por Noriega et al. (2015) que “requiere un modo de enseñar y de evaluar compatible con la aplicación de estrategias de profundidad, más allá de las estrategias básicas que se traen del nivel medio” (p. 3).

Actualmente, tal como lo indica el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (2006) en su informe menciona que la educación universitaria se encuentra enfrentado a un fenómeno frecuente de deserción estudiantil en las carreras de ingeniería y arquitectura por lo tanto “entre las causas de orden académico se pueden considerar: la formación

académica previa, los exámenes de ingreso, el nivel de aprendizaje adquirido, la excesiva orientación teórica y la escasa vinculación de los estudios con el mercado laboral, la falta de apoyo y orientación recibida por los profesores, la falta de información al elegir la carrera; la carencia de preparación para el aprendizaje y reflexión autónoma” (p.161). Así como también, Sifuentes (2018) afirmó que la decisión de desertar las carreras profesionales, resulta debido a diferentes elementos, uno de ellos es relacionado a la esfera particular, y menciona que la implicancia de sentimientos de frustración y fracaso y que limita el desarrollo de competencias.

Según lo indica Noriega, Maris y Maris (2015) con respecto a los países europeos, que analizando los estudios muestran “que el abandono en el primer año se ubica entre el 16 y 24% y parece estar asociado con variables de tipo personal, más que contextuales” (p. 6). Por lo que se refiere al medio latinoamericano, en relación a los estudios universitarios de la mayoría de países de América del sur, es muy común la presentación de este fenómeno de la deserción, y en algunos casos el nivel de abandono puede llegar a altos porcentajes, tal como lo mencionan Núñez, Chavarría, Molina (2011) que “En el año 2000 se presentó un promedio de abandono escolar de un 62.8 por ciento, en diez países de América Latina. En Nicaragua, se refleja un 40 por ciento, cifra que no coincide con las encontradas en Paraguay, República Dominicana y Bolivia con 90 y 95 por ciento” (p.73).

Igualmente, se ha tenido en consideración los antecedentes de la investigación desarrollada por Noriega et al. (2015) que fueron experimentados con estudiantes que cursaron los primeros años

de las profesiones de la arquitectura, el diseño y el urbanismo, pertenecientes a la universidad de Buenos Aires (UBA), y que han estudiado los componentes de las habilidades que forman parte de las competencias espaciales, el uso de los objetivos que lo motivan y la utilización de estrategias de aprendizajes más específicas.

Asimismo, entendiendo que la aplicación de tecnología de RA como un instrumento que utiliza medios digitales dentro de un espacio real, puede también proporcionar su comprensión espacial y un mejor entendimiento del entorno real. Además, existen características que son beneficiosos en la aplicación en el área de la educación, principalmente en el estudio de la representación espacial en los proyectos, facilitando a los estudiantes a su integración y entendimiento en las áreas fundamentales del diseño. Por lo que ofrecen beneficios potenciales en la totalidad de las fases de procesos de aprendizaje para el diseño, comenzando con la propuesta inicial del problema, hasta la representación y comprobación in situ, incluso es posible ser compartida la propuesta y modificarse para desarrollar un trabajo colaborativo.

De allí que la importancia, que los estudiantes tengan la capacidad de alcanzar competencias y habilidades relacionadas con la percepción y la representación en el diseño en tres dimensiones, en la actualidad, son exigencias fundamentales que son claramente diferenciales como diseñadores y que, por tanto, requieren de otro tipo de preparación para desarrollar tales habilidades. Por estos motivos, es necesario proponer nuevas herramientas y métodos educativos que aumenten los estudiantes su motivación, su implicación y desempeño.

El objetivo de este artículo, fue de revisar, explicar y mostrar las ventajas con los efectos positivos en el conocimiento conceptual de las formas, desarrollar el trabajo colaborativo mediante un entorno de aprendizaje social, disminuir la carga cognitiva, mejorar la motivación y las habilidades espaciales de los alumnos universitarios en diseño.

MÉTODOS

En el presente estudio se revisaron una serie de investigaciones recientes principalmente desde los artículos de revisión desde los años 2010 hasta el año 2021. Para realizar esta indagación se ha utilizado un enfoque de mapeo sistemático de la literatura científica mediante la extracción de información clave de documentos indexados en las bibliotecas digitales especializadas en IEEE Xplore, Scopus y Web of Science.

En el proceso de exploración en la base de datos, se precisó la utilización de las palabras clave, se escogió entonces: realidad aumentada educación superior, enseñanza y aprendizaje. O en inglés: *augment reality, higher education, teaching, learning*. Al añadir estas *key words*, se disminuyeron plenamente los resultados de nuestra indagación en la base de datos. Se prosiguió con la búsqueda de artículos en las bibliotecas digitales especializadas como lo sugirió Webster y Watson (2002), que indica de seleccionar estrategias de búsqueda de palabras clave en las bibliotecas digitales de búsqueda más importantes como la: IEEE Xplore, Scopus y Web of Science.

Se procedió a realizar los análisis comparativos mediante palabras clave, que tuvieron como finalidad conseguir una visión más general de la

relación de la realidad aumentada, con sus amplios dominios de aplicación y sus contenidos en el aprendizaje y por último sus elementos de diseño.

Los criterios de exclusión que se utilizaron fueron artículos que están relacionado con el nivel de estudio primaria y secundaria, de los cuales

se incluyeron solamente los 21 artículos que se relacionaron con el nivel de estudio universitario.

A continuación, en la Figura 1 se presenta el esquema que fue elaborado para el entendimiento del estudio describiendo los pasos realizados en esta investigación.

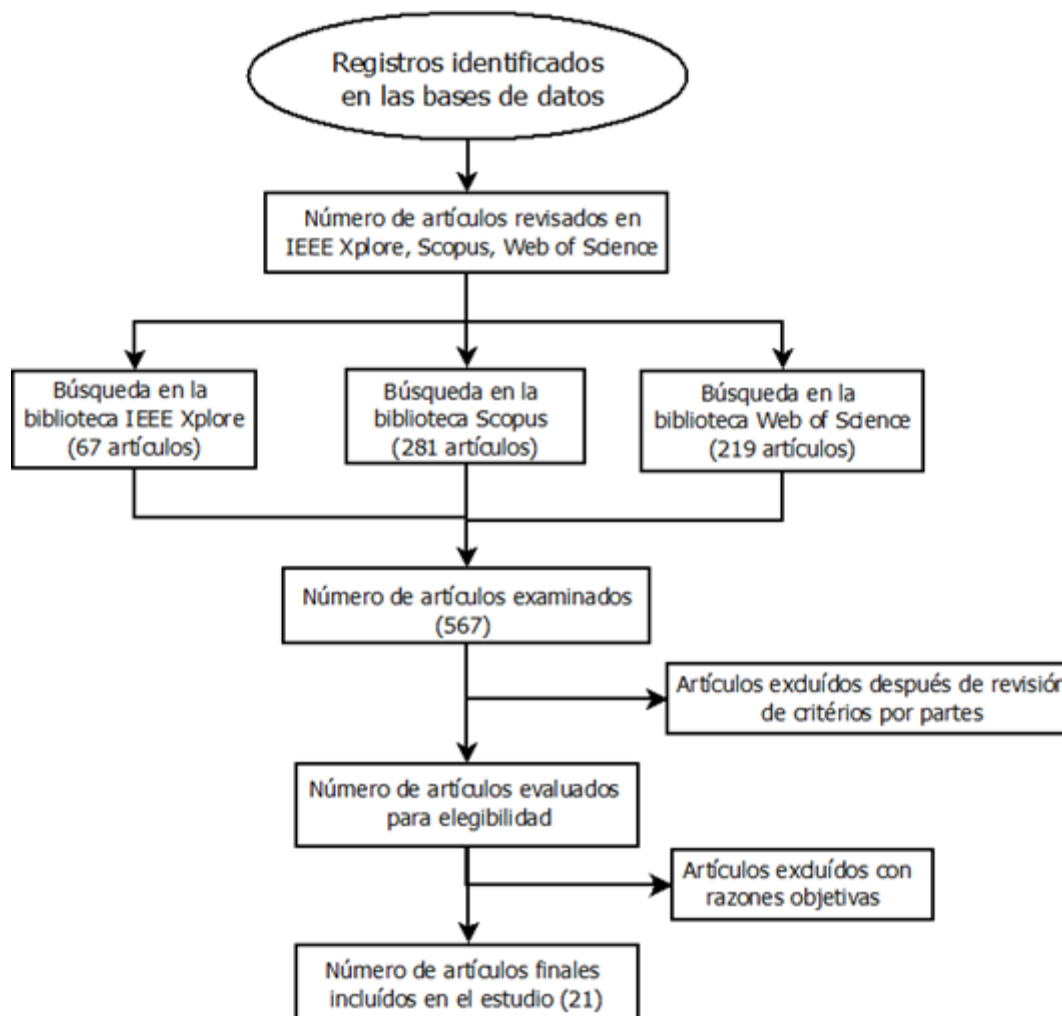


Figura 1. Esquema conceptual del método y proceso de selección de artículos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los autores Vázquez y Noriega (2010) “la competencia espacial tiene relación con el desempeño en un amplio espectro de actividades y su influencia se ha mostrado como decisiva en tareas académicas ligadas al aprendizaje de saberes

técnicos y de orden matemático” (p. 66). Además, que existen un porcentaje importante de los estudiantes que experimentan grandes dificultades en la representación física de sus ideas en sus dibujos 2D o en los modelos 3D, inclusive cuando cuentan con conocimientos de diseño. Añade que

esto se explicaría por la dificultad de comprender el problema de diseño utilizando los mismos métodos de aprendizaje tradicionales.

De la misma forma, Liono, Amanda, Pratiwi y Gunawan (2021) proponen en el artículo, Aprendizaje visual con la ayuda de la RA permite a los estudiantes a aprender mejor, mencionan que las características de esta tecnología permiten mejorar el rendimiento de aprendizaje del estudiante en comparación con el método didáctico tradicional.

Dentro de ese marco los mismos autores indican que Saidin, Halim y Yahaya (2015) fundamentan en su artículo, una revisión de la investigación sobre la RA en el entorno de la educación: ventajas y aplicación, mencionan que una de sus características es la ayuda de la tecnología RA, hay una mejoría en la enseñanza de los temas que involucran la visualización, en comparación con el uso de los métodos habituales.

También, Krüger, Buchholz, Bodemer (2019) siguiendo en la misma línea de mostrar las características en su artículo, Realidad aumentada en la educación: tres características únicas desde la perspectiva del usuario, argumentan que los participantes muestran sólidos conocimientos conceptuales durante el proceso de aprendizaje, mejorando sus habilidades espaciales y la motivación al aprender utilizando la RA en relación con los métodos tradicionales.

Teniendo en cuenta de los beneficios de la espacialidad en los entornos educativos,

aplicando las herramientas tecnológicas de la RA, principalmente en los sectores del diseño, porque es posible de visualizar las propiedades espaciales de los modelos 3D en RA, reduciendo la carga mental de los estudiantes que experimentan la visualización. Además, que los alumnos pueden crear objetos virtuales de aprendizaje, diseñar de manera colaborativa, visualizar de forma tridimensional y especialmente ayudan en la percepción de la espacialidad 3D, cuando aprenden sobre las estructuras y las relaciones espaciales.

Por otra parte, los autores Akçayır y Akçayır (2017) en su artículo, ventajas y desafíos asociados con la realidad aumentada para la educación afirman, cuáles son las ventajas de la RA en los diversos entornos educativos de los estudios publicados en las revistas indexadas, donde las ventajas identificadas se organizaron en cuatro categorías: resultados del alumno, contribuciones pedagógicas, interacción, y otros. El análisis de la revisión indica que la RA puede mejorar la motivación de aprendizaje, ayudar a comprender, mejorar la actitud positiva y mejoran la satisfacción de los estudiantes, asimismo Lu y Liu (2015) citado por Akçayır et al. (2017) manifiestan que mejora la capacidad espacial.

La representación gráfica de la distribución de los artículos publicados desde 2010 hasta 2021 por años se muestra en la Figura 2.

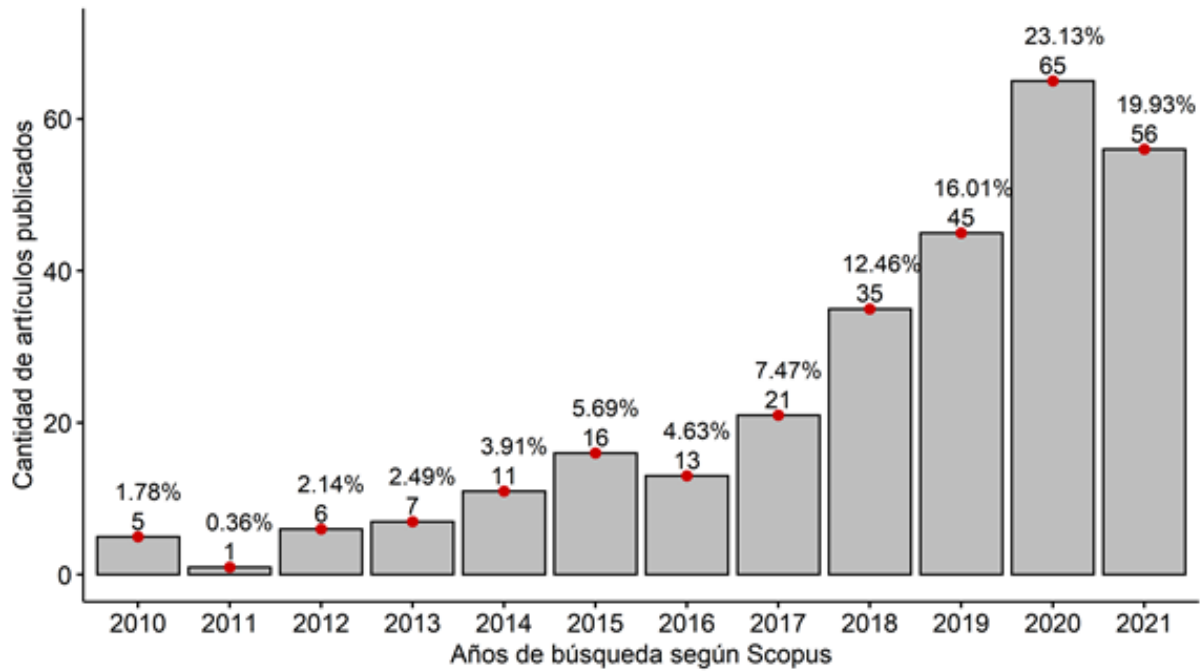


Figura 2. Cantidad de artículos publicados por año según base de datos Scopus.

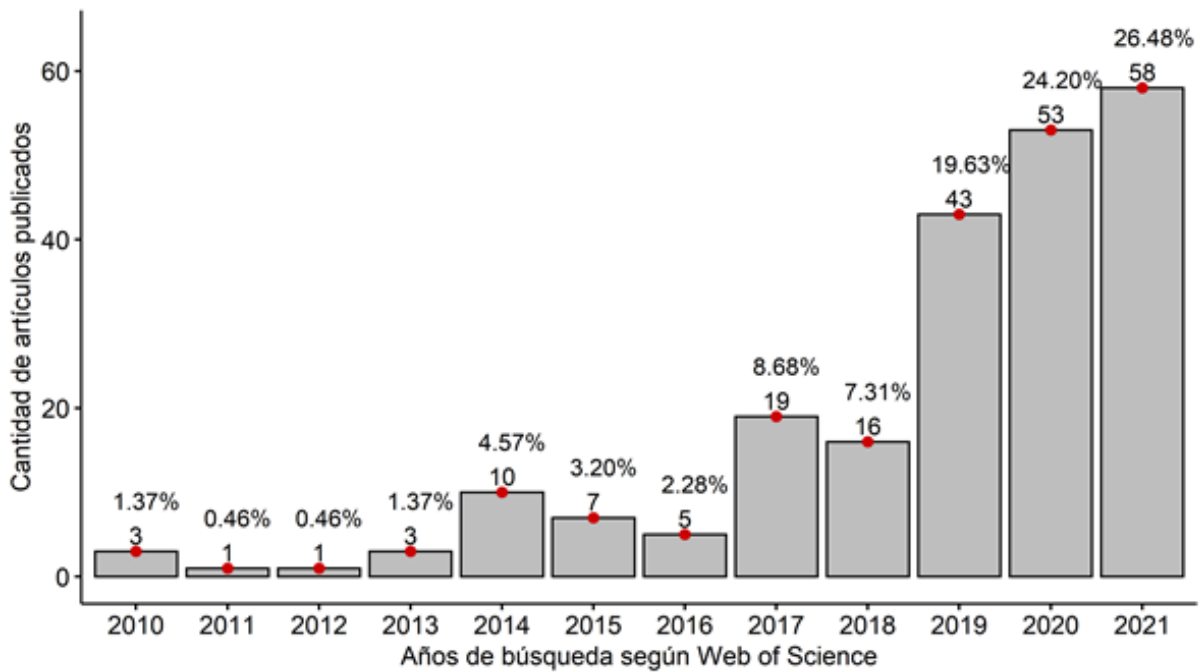


Figura 3. Cantidad de artículos publicados por año según base de datos Web of Science.

En cuanto a las contribuciones pedagógicas reportadas de la RA en los estudios que fueron analizados se pueden mencionar que la tecnología de realidad aumentada facilitó el aprendizaje en colaboración en los entornos de aprendizaje mixtos e híbridos que relacionan la experimentación de objetos digitales y físicos. Además, se promueve una mayor interacción entre los estudiantes y se aumenta la comunicación y las interacciones entre profesores-alumnos.

Comparando los tres bases de datos (bibliotecas) que se seleccionaron para este estudio, se puede observar que en la base de datos o biblioteca Scopus se encontró más cantidad artículos y/o trabajos de investigación relacionados a modelo didáctico 3D realidad aumentada en el aprendizaje colaborativo y diseño en la educación universitaria.

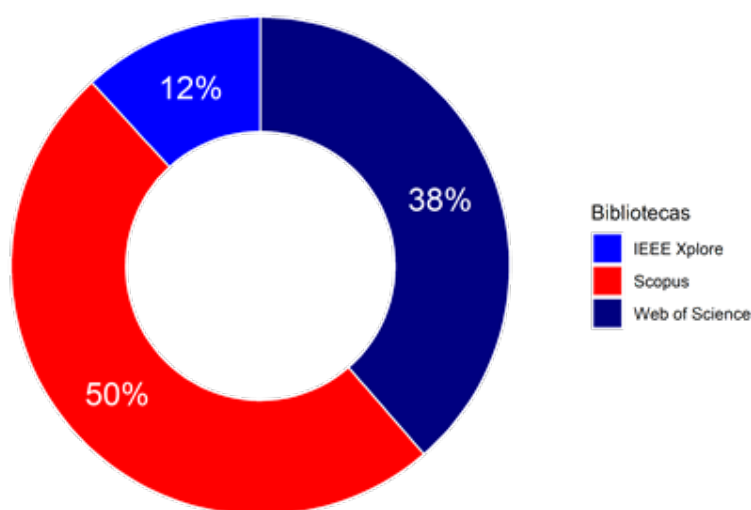


Figura 4. Cantidad de artículos publicados base de datos de las tres bibliotecas.

Con respecto a los desafíos y beneficios de las aplicaciones educativas basada en la realidad aumentada y aplicadas en el aprendizaje de los detalles arquitectónicos planteados por Maghool, Moeini y Arefazar (2018) considera que, como respuesta a las teorías del aprendizaje, es necesario tomar de referencia las características de una aplicación educativa eficaz para facilitar la implementación de teorías emergentes como el modelo que fundamenta que el “aprendizaje basado en problemas” (PBL) es una vivencia experiencial utilizando la realidad virtual de manera interactiva puede facilitar a los alumnos a implicarse más

profundamente y por sí mismo en la solución de problemas de diseño en arquitectura.

Similarmente, Maghool et al. (2018) argumentan que el aprendizaje invertido (FL) es una teoría de aprendizaje que requiere de entornos flexibles donde los estudiantes puedan decidir: cuándo, dónde, qué y cómo estudiar y aprender. Por lo cual, por medio de la utilización de la realidad virtual permite la inmersión e interactividad en los estudiantes, ya que es una herramienta de aprendizaje que se puede utilizar para lograr los objetivos y beneficios del aprendizaje invertido.

Además, los autores Liou, Bhagat y Chang (2016) han llegado a la conclusión que tanto la realidad virtual y la realidad aumentada pueden ser utilizados en los entornos tradicionales del aula para promover el aprendizaje colaborativo e interactivo, traduciéndose en una mejora de las habilidades de conocimiento, comprensión y motivación de los estudiantes.

De modo similar, Dávila, Oyedele, Demian y Beachb (2020) afirma en su artículo de investigación sobre el panorama de utilización de la realidad virtual y aumentada aplicadas a la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC), se proporciona una hoja de ruta para orientar sobre los esfuerzos futuros de investigación. En ese sentido, los autores citaron a Sandor y Klinker (2005), que formula un ejemplo de aplicación del sistema de RA denominado ARCHIE que permite a los arquitectos a elaborar diseños de manera colaborativa, la creación rápida de modelos 3D basadas en realidad aumentada ubicua usando un modelo virtual colocado sobre una base y que permite presentar el diseño tridimensional a las partes interesadas. De modo idéntico, nombraron a los autores Nee y al. Quienes describieron de cómo se podría usar la aplicación de la RA con el fin de trabajar el diseño de manera colaborativo, donde varios individuos logran interactuar en tiempo real con una maqueta virtual tridimensional en lugar de utilizar maquetas físicas.

En relación a las revisiones de diseño, Dávila et al. (2020) mencionan la facilidad de comunicarse en el proceso de elaboración de diseño, ya que permite que estas sean revisadas de una forma más detallada más eficiente; además se logran identificar más fácilmente problemas de los proyectos de diseño. Los autores mencionaron que los actuales sistemas

de modelado tridimensional para RV son más fácil de aprender, más intuitivo de usar y permite una simulación con una rapidez de procesamiento de los datos mucho más rápido que los programas de modelado 3D tradicional, de geometrías de sólidos más simples.

Otro de los ejemplos mencionados, es la de los autores Berg y Vance (2016) como se cita en Dávila et al. (2020) que presentan un estudio de investigación para tomar decisiones más eficaces y efectivas en los procesos de diseños inicial, se evaluaron los efectos de usar VR en las revisiones de diseño realizadas por ingenieros en un entorno de realidad virtual basado en proyecciones tridimensionales. Esta propuesta permitió a los usuarios visualizar e interactuar con los sólidos geométricos a una escala real. Los autores llegaron a la conclusión que los participantes adquirieron una mayor comprensión de las relaciones espaciales entre componentes del producto de diseño, así como también facilitó las interacciones necesarias para ensamblar el producto final.

Además, es necesario señalar que, Weid, Weng, Liu y Wang (2015) argumentan que la enseñanza se basa en la tecnología de la RA para los cursos profesionales de diseño creativo. Entre las principales ventajas de esta herramienta es que permite mejorar las características de inmersión, interacción y navegación, la utilización de la RA mejora la motivación del estudiante para aprender, ayudan en la comprensión de los conocimientos y son herramientas útiles en las actividades de aprendizaje que requieren la experimentación, la habilidad espacial y colaboración. Puede reducir la carga de trabajo cognitiva al integrar múltiples fuentes de información mientras se aprende. La

creación de una simulación de RA promueve el aprendizaje porque al diseñar el contenido de objetos 3D es un proceso atractivo y motivador para los estudiantes. Finalmente, la experiencia creativa permite mejorar las habilidades prácticas de diseño en 3D, al mismo momento que incluye a los estudiantes en “su proceso de aprendizaje” y de resolución de problemas de diseño.

Por otra parte, Boton (2018) presentó un método que permite exportar simulaciones de construcción basadas en la simulación colaborativa BIM 4D hacia a una realidad virtual que permiten las visualizaciones inmersivas. Este método ofrecer un entorno de apoyo tecnológico para realizar diseños colaborativos y la interacción con el modelo 4D y para el análisis de problemas de constructibilidad en los procesos de construcción. A la vez permite preparar y transferir el modelo 4D al sistema de RV. Dentro de las ventajas más notables que se pudieron constatar, fueron la Visualización de diseños a escala real, una mejor comprensión del diseño que ayuda a tomar decisiones más eficientes, permite el trabajo colaborativo (en tiempo real), permite una mejor evaluación de los proyectos de diseño en los equipos de gestión multidisciplinaria y de la inmediatez en la obtención de los resultados de la simulación de los objetos en 3D.

Vinculando a los conceptos antes mencionados, Jin, Seo, Lee, Ahn y Han (2020) han analizado una nueva aplicación tecnológica denominado Realidad Aumentada Espacial (RAE) establecido en “el Modelado de Información de Construcción” (BIM) para trabajar colaborativamente en el diseño arquitectónico con la tecnología de visualización tridimensional 3D, en tiempo real, con los otros participantes interdisciplinarios de la industria de

la construcción. Lo más importante para desarrollar los proyectos de diseño de diversas profesiones, tales como diseño, arquitectura, ingeniería y construcción, es la colaboración efectiva, ya que permite promover el trabajo en equipo. Además, se fomenta la cooperación, así como también permite compartir las ideas entre los participantes del proyecto. Así mismo, ha facilitado estrecha cooperación entre diferentes partes interesadas del proyecto, incluidos arquitectos, ingenieros y contratistas. Otras de las ventajas de este sistema, es que se promueve el proceso de experimentar con los modelados virtuales 3D en una experiencia física más intuitiva, mezclando los modelos 3D simulados con un entorno más real.

Como contrapartida, Jin et al. (2020) indican que la tecnología de RA presenta ciertas limitaciones, problemas técnicos en la experimentación de los usuarios y en la calidad de proyección de los diseños de objetos 3D y que esta tecnología RAE podría potencialmente solucionar este tipo de problemas de proyección. Pero, específicamente si ha demostrado el potencial para las actividades de colaboración de diseño basadas en RA, mientras que en la configuración de presentación muestra la mejor definición en los modelos virtuales 3D de mayor formato, persiste los problemas de distorsión de proyección en curvas y superficies en ángulo. Sin embargo, no es adecuada para modelos virtuales 3D más complejos, porque las pantallas utilizadas no han sido capaces de mezclar de manera dinámica los modelos 3D al aplicar varios proyectores de manera clara, obtener de una mejor resolución y de modo más realista.

Mientras, Milovanovic, Moreau, Siret y Miguet (2017) plantearon en su artículo sobre realidad

virtual y aumentada en el diseño arquitectónico y la educación, la creación de una plataforma multimodal inmersiva para apoyar en la pedagogía arquitectónica. Identifican las ventajas y los inconvenientes de esos dispositivos, proponen un sistema alternativo de visualización de objetos virtuales 3D, denominado CORAULIS, donde incluyen tanto las tecnologías RV y RAE, con la finalidad de apoyar el diseño colaborativo para ser realizado en un entorno de aprendizaje.

Un ejemplo claro es el proyecto CORAULIS, que es una plataforma multimodal inmersiva diseñada en un laboratorio de investigación dentro de las infraestructuras de la universidad, que está compuesto de tres módulos: el módulo de modelo virtual, el módulo de visualización y el módulo de interacción. Fue construido con la intención de utilizar este sistema, como un entorno inmersivo de representación de diseño de objetos virtuales 3D para enseñar en las sesiones de revisión de diseño durante el desarrollo de los cursos universitarios de diseño arquitectónico. Una de las principales ventajas del RAE, es que brinda la oportunidad de experimentar en tiempo real, utilizando a una escala real de diseño 1: 1 mostrando datos virtuales en el espacio, incluidas las paredes, pisos, mobiliarios y equipamiento reales.

Además, la representación en RA resulta ser más tangible en el lugar de presentación, favoreciendo en la calidad del co-diseño entre los usuarios. De la misma forma, el equipo de investigación de diseño de la universidad de Montreal, Canadá, dirigido por Dorta, han desarrollado una plataforma de diseño inmersivo, llamado el Hybrid Ideation Space (HIS) y posteriormente, Dorta, Kinayoglu y Hoffmann (2016) presentaron el sistema denominado el HYVE-3D (entorno virtual híbrido - 3D) para

promover la ideación inmersiva y colaboración de diseño síncrona colocada o remota. Esta tecnología 3D ofrece la posibilidad de dibujar directamente en el espacio de realidad virtual que se muestra en una pantalla a 360 °, utilizando un iPad que sirve como interfaz para la navegación en los recorridos e interacciones. Mediante este espacio inmersivo, los diseñadores utilizando esta herramienta pueden trabajar con equipos de colaboración de diseño remoto, otorgándose la fluidez entre el dibujo y la visualización digital tridimensional que permite mejorar la calidad del diseño. Pero existen algunas críticas en cuanto a las representaciones en 2D como las 3D, porque no se ha podido integrar la representación física en la plataforma de visualización.

Continuando con explicar las ventajas, Cabero-Almenara, Barroso-Osuna, Llorente-Cejudo y Fernández Martínez (2019), fundamentan en su artículo sobre los usos educativos de la RA y las experiencias en la formación en las ciencias de la Educación, se puede observar entre las más importantes ventajas y resultados, la posibilidad de generar contenidos e informaciones didácticas más comprensible, permite visualizar los objetos tridimensionales desde diferentes puntos de vista y ángulos; generar entornos de simulación y experimentación, mejora la capacidad espacial, la orientación y percepción visual de los estudiantes, su uso aumenta la motivación hacia el aprendizaje. En general, indican que el potencial ofrecido con esta tecnología, se incrementara su utilización mediante su incorporación en diversas disciplinas (educación, ingeniería, arquitectura, etc.) así como también su aplicación en los diferentes niveles educativos.

De manera similar, Garzón, Pavón y Baldiris (2019) en su revisión sistemática y metaanálisis de realidad aumentada aplicados en entornos educativos, explican los estudios de las tendencias, las posibilidades y los desafíos de esta tecnología en los diversos niveles educativos, se muestra que la aplicación de la RA está logrando una cierta madurez e indican que se ha arraigado con mucho éxito en los ámbitos universitarios. En cuanto a las ventajas reportados en los estudios se encuentran, la accesibilidad y la creatividad, la facilidad de comprender los conceptos abstractos, permite explicar elementos que no se pueden observar, desarrolla las capacidades de autonomía, esta combinación de mundos reales y virtuales permite mejorar las habilidades naturales y aumentan su capacidad de motivación en los estudiantes al usar la tecnología de la realidad aumentada. Citando a Garzón et al. (2019) indican las posibilidades de crear el trabajo colaborativo interactivo en el proceso de aprendizaje en torno a contenidos virtuales.

Por lo contrario, Garzón y et al. (2019) mencionan las desventajas y problemas de usar la realidad aumentada en entornos educativos, como la complejidad de la tecnología, las dificultades técnicas y finalmente cierta resistencia de los maestros por la posible dificultad de la implementación de la RA en educación.

Entre las desventajas más críticas se puede observar es que necesita una alta inversión en infraestructura física, los equipos de computación de mayores capacidades tanto en la tarjeta de video, memoria interna y el interfaz de visualización y la falta de personal calificado para producir contenido en 3D. Además, hay la dificultad en el procesamiento de los datos con el fin de producir los

cambios en modelos BIM y finalmente la dificultad para memorizar los resultados de la información, la renderización de imágenes tanto en RA y RV.

No obstante, qué en la actualidad se han realizados grandes esfuerzos, aún se presentan dificultades tal como lo explican Lu, Wu, Liu y Wang (2019), sobre una mayor capacidad de modelos virtuales de diseño como un factor limitante de los actuales dispositivos de RA y en algunos dispositivos móviles de realidad virtual Existe una capacidad limitada para cargar los modelos virtuales más complejos en 3D, por tanto representa un desafío mayor por su nivel de complejidad en la utilización en los modelos comúnmente utilizados en los sectores AIC, debido a que contienen elementos detallados, que requieren una gran memoria en los computadores y en la velocidad de procesamiento, ya que se necesita de una mayor capacidad para ser manejados eficientemente.

CONCLUSIÓN

Diversos investigadores vienen demostrando de los enormes beneficios que otorga el aprendizaje del diseño basado en simulación de la RA en la educación universitaria, explican que tales simulaciones se encuentran entre los herramientas tecnológicas más efectivos que proporcionan la creación de un entorno de aprendizaje, que facilitan la adquisición de habilidades espaciales complejas y mejoran en las diferentes fases del desarrollo de sus capacidades de percepción visual tridimensional, especialmente para los estudiantes de los dominios profesionales del diseño, arquitectura y la ingeniería.

Si se considera que los profesionales de diseño más experimentados tienen desarrollado sus habilidades de representación espacial, que

les permiten cambiar de manera natural, de una representación del espacio 2D a una de espacio tridimensional. Esto implica que al diseñar un proyecto son capaces de construir mentalmente y sin problemas la representación espacial tridimensional. A diferencia, de los estudiantes de los primeros años de aprendizaje de diseño, que todavía son principiantes en la manipulación de sus representaciones espaciales de diseño y no han logrado desarrollar sus habilidades de percepción visual. Por lo cual se considera que la aplicación de la tecnología de la RA ayuda a los estudiantes en la percepción del espacio, que es esencial en el proceso de aprendizaje del diseño y porque le permite realizar, revisar y evaluar las propuestas de diseño. Además, con la herramienta de realidad aumentada se logra el enriquecimiento tangible de los objetos 3D (maquetas), ofrece a la vez una forma alternativa y accesible de visualizar datos técnicos del modelo analizado.

En definitiva, mediante el análisis de las investigaciones realizadas se logró explicar que la inmersión de la realidad aumentada en los entornos de aprendizajes facilita la creatividad, la autonomía y la motivación en el proceso de diseño de los estudiantes. Por lo tanto, se puede afirmar que las aulas simuladas con realidad virtual y aumentada tienen un impacto positivo en las prácticas de enseñanza del diseño, aumentando el tiempo de utilización de manera más concentrada.

Sin embargo, existen limitaciones tecnológicas de costos de implementación y de equipamientos, tal como la presenta los autores Wu, Lee, Chang, y Liang (2013) “problemas pedagógicos y de aprendizaje relacionados con la implementación de la RA en la educación y proporcionar posibles soluciones para algunos de los problemas” (p.13). Por lo tanto,

será un desafío para las futuras investigaciones que se podrían abordar mediante una variedad de experimentaciones y que dependerá de los actuales avances en la tecnología y en la producción de la memoria de los procesadores.

REFERENCIAS

- Akçayır, M., y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*. 2017; 20: p. 1-11 <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Boton, C. (2018). Supporting constructability analysis meetings with Immersive Virtual Reality-based collaborative BIM 4D simulation. *Automation in Construction*, 96, 1-15., <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2018.08.020>
- Cabero-Almenara J, Barroso-Osuna J, Llorente-Cejudo C. y Martínez F. (2019) Educational Uses of Augmented Reality (AR): Experiences in Educational Science. *Sustainability Journal*. 2019; 11(18): p. 4990. <https://doi.org/10.3390/su11184990>
- Castro Chocce, M. y Suárez Yábar, J. (2019). Factor principal que determina la deserción de los estudiantes del primer y segundo ciclo de una universidad privada de lima - campus lima centro, durante el periodo 2018 I - II. Lima. [Tesis Maestría - Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2612>
- Cheng, K.-H., y Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Dávila Delgado, J., Oyedele, L., Demianc, P., y Beachb, T. (2020). A research agenda for Augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Advanced Engineering Informatics*, 45(2020), 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101122>

- Dorta, T., Kinayoglu, G., y Hoffmann, M. (2016). Hyve-3D and the 3D Cursor: Architectural co-design with freedom in Virtual Reality. *International Journal of Architectural Computing*, 14(2): 87-102. <https://doi.org/10.1177/1478077116638921>
- Garzón, J., Pavón, J., y Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23, 447-459 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC). (2006). Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe 2000-2005: La metamorfosis de la educación superior (Institucional) (p. 262). Caracas: Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC). Recuperado a partir de http://www.inacap.net/tportal/portales/tp4964b0e1bk102/uploadImg/File/EducacionSuperior/3_InfUNESCOEd_Sup_AmLat2000-05.pdf
- Jin Y, Seo J, Lee JG, Ahn S y Han S. (2020). BIM-Based Spatial Augmented Reality (SAR) for Architectural Design Collaboration: A Proof of Concept. *Applied Sciences*. 2020; 10(17):5915. <https://doi.org/10.3390/app10175915>
- Liono, R. A., Amanda, N., Pratiwi, A., y Gunawan, A. A. (2021). A Systematic Literature Review: Learning with Visual by The Help of Augmented Reality Helps Students Learn Better. *Procedia Computer Science*, 179, p.144-152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.019>
- Liou, W.-K., Bhagat, K., y Chang, C.-Y. (2016). Beyond the Flipped Classroom: A Highly Interactive Cloud Classroom (HIC) Embedded into Basic Materials Science Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), p 460-473. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9606-8>
- Lu, H. L., Wu, J. X., Liu, Y. S., y Wang, W. Q. (2019). Dynamically loading IFC models on a web browser based on spatial semantic partitioning. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 2(4), p,1-12. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s42492-019-0011-z.pdf>
- Krüger JM, Buchholz A y Bodemer D. (2019). Augmented reality in education: Three unique characteristics from a user's perspective. *ICCE 2019 - 27th International Conference on Computers in Education, Proceedings*. 2019; 1(December): p. 412-422. https://apsce.net/icce/icce2019/proceedings/paper_191.pdf
- Maghool, S. A. H., Moeini, S. H. I., y Arefazar, Y. (2018). An educational application based on virtual reality technology for learning architectural details: Challenges and benefit. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 12(3), 246-272. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/educational-application-based-on-virtual-reality/docview/2164084404/se-2>
- Milovanovic, J., Moreau, G., Siret, D., y Miguet, F. (2017, July). Virtual and augmented reality in architectural design and education. In 17th International Conference, CAAD Futures 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01586746>
- Noriega Biggio, M., Maris Vázquez, S. y Maris García, S. (2015). Deserción en Estudiantes de Nuevo Ingreso a Carreras de Diseño: El Caso de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. *Actualidades Investigativas en Educación*, 15(1), 341-364. <https://doi.org/10.15517/aie.v15i1.17735>
- Núñez, D., Chavarría, V., y Molina, J. (2011). Influencia de los factores socioeconómicos en la deserción estudiantil de la carrera de ciencias sociales. *Ciencia e interculturalidad*, 6(1), 72-84.
- Sifuentes Bitocchi, O. (2018). Modelos predictivos de la deserción estudiantil en una universidad privada del Perú. Lima-Peru. [Tesis Doctoral-Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10004>
- Vázquez, S. M., y Noriega Biggio, M. (2010). La competencia espacial: Evaluación en alumnos de nuevo ingreso a la universidad. *Educación*

- matemática, 22(2), 65-91. Recuperado en 11 de enero de 2022, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v22n2/v22n2a4.pdf>
- Weid, X., Weng, D., Liu, Y., y Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.017>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., y Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>