

# Tecnologías inmersivas en el aprendizaje autorregulado: Revisión sistemática de literatura científica

Andrea Luna Guillén<sup>1,\*</sup>, Ana María Ortiz Colón<sup>2</sup>, Javier Rodríguez Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, apluna@espe.edu.ec, <https://orcid.org/0000/0001-7606-931X>

<sup>2</sup> Universidad de Jaén, Spain, aortiz@ujaen.es, <https://orcid.org/0000-0003-0440-6107>

<sup>3</sup> Universidad de Jaén, Spain, jrmoreno@ujaen.es, <https://orcid.org/0000-0002-5890-3654>

## RESUMEN

Este estudio presenta una revisión sistemática de artículos científicos con el objetivo de analizar el efecto de la RV/RA en la autorregulación del aprendizaje. Para la selección de artículos se utilizó cinco bases de datos: JSTOR, ERIC, IEEE, Scopus y Web of Science de los últimos 10 años, y se aplicó el protocolo PRISMA. Los resultados revelan la vía idónea de la tecnología inmersiva en los procesos de aprendizaje autorregulado en el nivel que se aplique. A partir del 2012 hasta 2021 la frecuencia de publicaciones ha aumentado sobre todo en áreas del conocimiento como medicina, informática y solo en tercer lugar educación. El eje común en estas áreas radica en el aspecto académico particularmente en campos como la carga cognitiva, la escuela versus el hogar, frustración estudiantil, desempeño académico, motivación – autoeficacia en el aprendizaje autorregulado y la transferencia de procedimientos. Basado en estos hallazgos el artículo propone futuras vías de investigación.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje autorregulado; Realidad virtual; realidad aumentada; tecnología inmersiva; educación

## 1 INTRODUCCIÓN

A partir de la pandemia por COVID-19, las políticas de teleestudio y teletrabajo exigen adaptarse a una nueva metodología en el ámbito académico y laboral, lo cual ha impulsado a profesores y alumnos a indagar en la utilización de las mismas que, aunque ya existían, no eran usadas en la cotidianeidad. Los efectos de la tecnología han causado disrupción en todos los niveles de educación: desde la educación infantil donde se ha impulsado la investigación de los efectos que la tecnología tiene en el desarrollo de habilidades matemáticas (Albán Bedoya y Ocaña-Garzón, 2022; Quinga et al., 2022; Vega et al., 2022), o el arte y las ciencias (Ocaña et al., 2022) hasta niveles de educación superior donde el gran flujo de datos generados por el uso de la tecnología permiten abrir paso a nuevos senderos de investigación (Ocaña et al., 2019).

Este también es el caso de la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) que son consideradas como parte de las tecnologías emergentes que han ganado popularidad en el campo de la educación. La RA se define como la combinación de información digital y física mediante dispositivos tecnológicos como tabletas o teléfonos móviles, con el objetivo de lograr una nueva realidad (Cabero-Almenara, Barroso-Osuna, et al., 2019). Esta definición también es aplicada a otras áreas del conocimiento. Por ejemplo, en el área de las ciencias militares, “la RA utiliza objetos digitales (p.ej. imágenes, audio, texto, video) que se superpone al mundo real y proveen información oportuna a los soldados” (Ocaña et al., 2023). Además, su facilidad de uso y accesibilidad ha hecho que cobre más protagonismo en el ámbito educativo (Cabero-Almenara, Fernández-Batanero, et al., 2019).

La elaboración del presente estudio se justifica debido a la escasa literatura existente sobre la RA/RV en el aprendizaje autorregulado. Las revisiones, y en particular sistemáticas son limitadas y muestran resultados discordantes. Pocas revisiones de

la literatura revelan aspectos interesantes que relacionan el aprendizaje autorregulado con la RA o RV. Por ejemplo, Urbina et al. (2021) encontraron que los enfoques de autorregulación derivados de Zimmerman son los más empleados, así como los métodos cuantitativos, particularmente cuestionarios, los que predominan y los estudios aplicados en estudiantes universitarios. Mientras que Palalas y Wark (2020) reportan que más del 75% de los 38 estudios que revisaron destacan que el aprendizaje móvil favorece un aprendizaje autorregulado.

Otras revisiones sistemáticas muestran resultados poco concluyentes. Así, Brydges et al. (2015) aseguran que las intervenciones de aprendizaje autorregulado no supervisadas no son efectivas y que los beneficios de las actividades de aprendizaje autorregulado son mínimos. Igualmente, la revisión de Pinheiro et al. (2021) no encuentra evidencia concluyente sobre la mejora de resultados específicos, como las competencias de autorregulación emocional en personas que luchan con trastornos de ansiedad. Otro aspecto negativo es que la tecnología podría causar distracción en el aula. La revisión de Dontre (2021) encontró que las 11 estrategias de autorregulación probadas no tuvieron un efecto significativo en las habilidades de control cognitivo, lo que sugiere que los estudiantes pueden tener demasiada confianza en su capacidad para autorregular la multitarea mediática.

Por otra parte, la RV coloca al usuario en un entorno tecnológico inmersivo que está desconectado de la realidad, simulado por el ordenador donde hay muchas experiencias sensoriales disponibles y donde el usuario puede relacionarse con el entorno como si realmente estuviera allí (Cabero-Almenara et al., 2019). Estas tecnologías presentan diversas opciones para su aplicación en la educación; entre ellas, promover el aprendizaje móvil y en movimiento, eliminar información innecesaria que pueda dificultar la observación de lo significativo, enriquecer la información sobre

la realidad para ayudar a la comprensión, favorecer la percepción de los elementos más importantes proporcionando precisión en la representación de objetos, y desarrollando escenarios de entrenamiento multimedia que establecen entornos activos e interactivos (Cabero-Almenara et al., 2021).

El objetivo de la presente revisión sistemática es identificar las principales tendencias, orientaciones metodológicas y vacíos en la literatura en el uso de la RV/RA desde una perspectiva del aprendizaje autorregulado, además de proporcionar una visión completa de cómo estas tecnologías se han utilizado en diversos contextos educativos y disciplinas, con el fin de orientar futuras investigaciones y desarrollos en este campo interdisciplinario.

## 2 METODOLOGÍA

En la presente revisión sistemática de la literatura se empleó la más reciente versión del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). La Figura 1. muestra el diagrama de flujo que siguió esta revisión para ejecutar este protocolo.

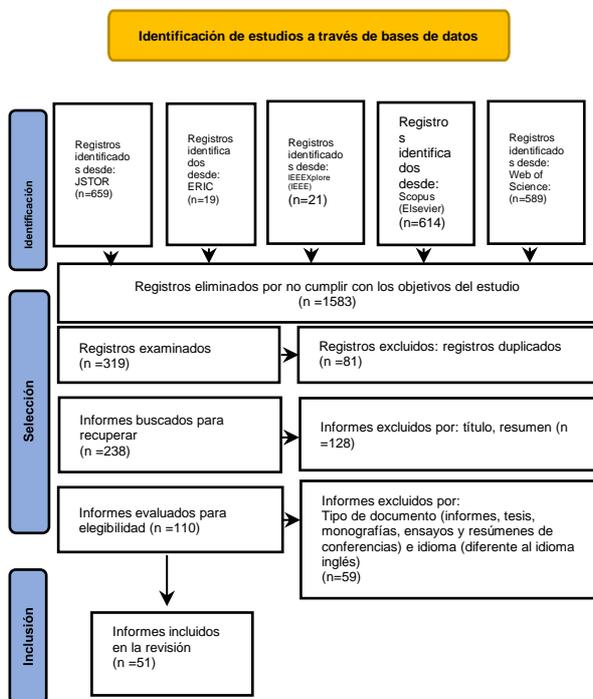


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2021

### 2.1 Procedimiento de revisión sistemática

Primero, se estableció una cadena de búsqueda para la extracción de datos, que combine operadores y las palabras clave "Augmented reality" OR "virtual reality" AND "self-regulat\*". Luego se definió las bases de datos que serían utilizadas. La Tabla 1 detalla el número de artículos del 2012 al 2022 encontrados en cada una de ellas. La primera búsqueda arrojó un total de 1.902 publicaciones.

Bases de datos	Link de cada base de datos	Número de artículos
JSTOR	<a href="https://www.jstor.org/">https://www.jstor.org/</a>	659
ERIC (EBSCOhost)	<a href="https://www.ebsco.com/es/productos/bases-de-datos/eric">https://www.ebsco.com/es/productos/bases-de-datos/eric</a>	19
IEEE Xplore (IEEE)	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>	21
Scopus (Elsevier)	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>	614
Web of Science: Core Collection (Thomson Reuters and Clarivate Analytics)	<a href="https://clarivate.com/web-of-science/solutions/web-of-science/">https://clarivate.com/web-of-science/solutions/web-of-science/</a>	589
TOTAL		1902

Tabla 1: Resultados en bases de datos bibliográficas (2012-2022)

A continuación, para la etapa de selección de los artículos se empleó la plataforma Covidence (<https://www.covidence.org>), que a su vez ayudó a eliminar los documentos duplicados que estaban en más de una base de datos y seleccionar los estudios en base a los criterios de inclusión: artículos empíricos y de revisión entre los años 2012-2022. Como criterios de exclusión se eliminaron estudios que no estaban en inglés, así como informes, tesis, monografías, ensayos y resúmenes de conferencias. Después de seguir metódicamente el procedimiento explicado en el flujograma de la Figura 1, se obtuvo 51 artículos considerados para la presente revisión sistemática.

### 2.2 Extracción de datos

Para la segunda fase de extracción de la información, se tomaron en cuenta: título, autor(es), año, diseño metodológico, muestra y población objetiva, hallazgos e implicaciones para la práctica. De la fase de identificación hacia la fase de extracción se exportó toda la información bibliográfica a fin de mantener un estrecho seguimiento mediante Endnote®.

### 2.3 Amenazas a la validez

A fin de evitar amenazas a la validez, todo el procesamiento de la información, de principio a fin, estuvo a cargo de dos investigadores más un tercero para dirimir los posibles desacuerdos en cuanto a la selección y análisis de artículos. Adicionalmente, Covidence calculó el coeficiente kappa de Cohen  $\kappa=0.74$  para determinar el grado de acuerdo entre los investigadores. El coeficiente kappa de Cohen es una medida que va de -1 a +1, siendo el +1 un acuerdo perfecto entre los investigadores y =0 significa que no hay acuerdo entre los investigadores. En nuestro caso,  $\kappa=0.74$  representa un acuerdo sustancial entre los investigadores que evaluaron los artículos seleccionados para la presente revisión sistemática (McHugh, 2012).

## 3 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados de los artículos analizados. La sección 3.1 muestra las tendencias de investigación en RV/RA y el aprendizaje autorregulado basados en los años de

publicación (subsección 3.1.1) y la procedencia de los investigadores (subsección 3.1.2).

### 3.1 Tendencias en la investigación en RV/RA y aprendizaje autorregulado

Para mostrar las tendencias que han surgido en este campo, a continuación, se presentan los años de publicación y las procedencias de los investigadores con la finalidad de demostrar que este tema está en auge.

#### 3.1.1. Años de publicación

La Figura 2 muestra que los estudios relacionados con RV/RA y el aprendizaje autorregulado han ido en aumento en los últimos años. A partir de 2012, la frecuencia de publicación aumentó, siendo el año 2021 el de mayor número de artículos publicados, esto a pesar de pequeños declives en 2015 y 2018.

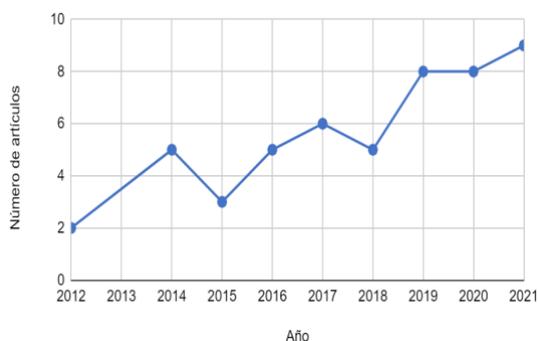


Figura 2: Publicaciones acorde al año de publicación

#### 3.1.2. Procedencia de los investigadores

La Figura 3 muestra que los autores de Canadá, Dinamarca y EEUU lideran las investigaciones relacionadas a RV/RA y el aprendizaje autorregulado. De la misma manera, en el continente asiático, Indonesia avanza en el ámbito investigativo al mismo nivel que España en Europa.

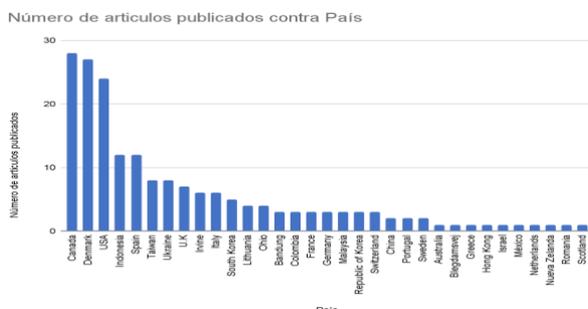


Figura 3: Procedencia de los investigadores

### 3.2 Orientaciones metodológicas en el uso de la RV/RA desde una perspectiva del aprendizaje autorregulado

Los tipos de metodologías utilizados en estudios de RV/RA y aprendizaje autorregulado, proporcionan orientaciones que pueden guiar a futuras investigaciones. A continuación, se presentan los resultados de dichos estudios.

#### 3.2.1. Enfoques metodológicos y herramientas utilizadas para la investigación en RA/RV

Enfoque Metodológico	Diseño de la investigación	Estudios
Cuantitativo (32)	Experimental (24)	(Al-Hatem et al., 2018),(Anderson-Hanley et al., 2014), (Andersen et al., 2017), (Andersen, Mikkelsen, et al., 2020),(Bube et al., 2020),(Colombo et al., 2017),(Cook et al., 2019), (Eidelman y Shwartz, 2016),(Encarnação et al., 2014),(Frendø et al., 2020),(Groba et al., 2014),(Ibáñez et al., 2015),(Jeunet et al., 2020),(Jiang et al., 2015),(Kasperuniene et al., 2016),(Koo et al., 2019),(Madera y Figueroa, 2019),(Makransky et al., 2019),(Obrero-Gaitán et al., 2021), (Olivieri et al., 2015),(Perera et al., 2012),(Pinchuk et al., 2020), (Wu, Hsu, Yang, Chen, et al., 2021),(Zheng et al., 2019)
	Cuasi-experimental (4)	(Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala, 2019), (Chen y Hsu, 2020),(Rosyadi et al., 2021), (Wu, Hsu, Yang, & Chen, 2021)
	No-experimental (4)	(Boechler et al., 2016),(Mutiara et al., 2014),(Pellas, 2014),(Rakhmawati et al., 2020)
Cualitativo (14)	Revisión de literatura/prototipo (10)	(Azevedo et al., 2017), (Crepaldi et al., 2017), (Dontre, 2021), (Dumulescu et al., 2021),(Ghafghazi et al., 2021),(Hensen et al., 2018),(Isaksson et al., 2017),(Kim et al., 2012),(Makransky y Petersen, 2021),(Shaigetz et al., 2021)
	Revisión sistemática de literatura (3)	(Biddiss et al., 2021), (Khan et al., 2018), (Naur et al., 2017).
	Etnografía digital (1)	(Ringland et al., 2016)
Mixto (5)	Experimental_Grupo Focal (2)	(Thinggaard et al., 2017),(Quqandi et al., 2018)
	No-Experimental_Grupo Focal (2)	(Frendø et al., 2019),(Klautke et al., 2018)
	No-experimental_Autoevaluación (1)	(Andersen, Frendø, et al., 2020)

Tabla 2: Clasificación de estudios según el enfoque metodológico y diseño de la investigación

La tabla 2 muestra que la mayor cantidad de estudios (32 de 51 en total) adoptan un enfoque cuantitativo, y dentro de éste, la metodología más utilizada es el diseño experimental (24 estudios). De éstos, se encontraron 3 estudios prospectivos de los cuales 2 estudios emplearon una intervención de aprendizaje (tutoría integrada) en un simulador de realidad virtual para realizar una mastectomía en un hueso temporal virtual. Los resultados muestran que la tutoría integrada en el simulador no modificó la curva de aprendizaje del producto final, pero sí tuvo un papel potencial en el aprendizaje dirigido y autorregulado. Sin embargo, la excesiva tutoría puede provocar la falta en el compromiso cognitivo en los estudiantes de nuevo ingreso (Andersen, Mikkelsen, et al., 2020). Por otra parte, Friendø et al. (2020) obtuvo como resultado que el entrenamiento en simulación de realidad virtual con aprendizaje autodirigido es una herramienta complementaria útil en el marco de la formación descentralizada.

Los estudios aleatorizados más representativos (Anderson-hanley, 2014; Bube, 2020; Colombo, 2017; Eidelman y Shwartz, 2016; Koo et al., 2019; Wu et al., 2021) utilizan un grupo control para medir la incidencia del aprendizaje autorregulado en programas quirúrgicos enriquecidos con realidad virtual, dando como resultado que no existe una diferencia apreciable en la transferencia de habilidad en procedimientos endoscópicos (Bube, 2020). Por otra parte, la realidad virtual ha sido empleada en el área del ejercicio físico, aumentando la motivación por proteger la función cognitiva (Anderson-hanley, 2014) y en el caso del aprendizaje de niños con TDAH los videojuegos están conectadas con el desempeño académico (Colombo, 2017). Además, los autores afirman que hay diferencias menores entre los grupos de control e intervención en algunas categorías de aprendizaje autorregulado (Eidelman y Shwartz, 2016).

Otros estudios aleatorizados (Cook, 2019; Encarnação et al., 2014; Zheng et al., 2019) se han centrado en medir la destreza de los estudiantes de pregrado en medicina en los simuladores de realidad virtual mediado por retroalimentación normativa, dando como resultado una mayor eficiencia en el simulador de realidad virtual (Cook, 2019). Por su parte Zheng et al. (2019) midió el impacto de la Realidad Aumentada en universitarios, obteniendo como resultado que las estrategias de aprendizaje autorregulado mejoran las emociones académicas positivas si se combinan con materiales basados en RA. De la misma manera, Encarnação et al. (2014) midieron el desempeño de aprendizaje de niños con la intervención virtual, verificando que los niños con edades cognitivas de tres años pueden usar un robot virtual para realizar actividades de juego en un entorno simulado. Por otra parte, solo se reporta un diseño entre sujetos (Makransky et al., 2019), el mismo que indica que al interactuar con un simulador de laboratorio de realidad virtual no es necesario implicar una supervisión formal, ya que no afecta la motivación y autoeficacia de los aprendices.

Los 11 estudios restantes (Al-Hatem et al., 2018; Groba et al., 2014; Ibáñez et al., 2015; Jeunet et al., 2020; Jiang et al., 2015; Kasperuniene et al., 2016; Madera y Figueroa, 2019; Obrero-Gaitán et al., 2021; Olivieri et al., 2015; Perera et al., 2012; Pinchuk et al., 2020) no detallan un diseño específico. Sin embargo, reportan resultados relevantes en el ámbito de la RA/RV combinado con el aprendizaje autorregulado. Al-Hatem et al. (2018), menciona que el diseño de contenido, la funcionalidad y la interactividad en los entornos virtuales de aprendizaje ayudan a mejorar la autoconfianza y motivación en los estudiantes de enfermería. De la misma manera, Madera y Figueroa (2019)

menciona que los videojuegos mejoran la motivación y autorregulación del aprendizaje en personas a 18-34 años. Por su parte Perera et al. (2012) destaca que los mundos virtuales 3D necesitan de la autorregulación de los estudiantes para la gestión exitosa del entorno. Obrero-Gaitán et al. (2021) afirma que las tecnologías inmersivas en educación clínica (neuroanatomía y neurorrehabilitación) son consideradas como una estrategia de aprendizaje exitosa para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes. De la misma manera, Kasperuniene et al. (2016) menciona que los avatares en conferencias virtuales son nuevas formas de captar la atención y participación en jóvenes de 20-24 años. Sin embargo, es necesario implementar herramientas específicas para la mejora de la autorregulación (Groba et al., 2014).

En segundo lugar, están cuatro estudios cuasi-experimentales que se enfocan en estudiantes de ingeniería (de 18 a 23 años de edad) en las que se evalúa el aprendizaje autorregulado a través de un sistema ubicuo de gestión del aprendizaje (Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala, 2019; Rosyadi et al., 2021), vocabulario, comprensión auditiva y lectora en la RV móvil (Chen y Hsu, 2020), y carga cognitiva y actitudes de aprendizaje en la arquitectura paisajista (Wu et al., 2021).

En tercer lugar hay cuatro diseños no-experimentales que proponen el uso de la RA/RV a través de cursos en línea (Pellas, 2014), que permitan el aprendizaje de manera independiente (Mutiará et al., 2014) frente a la interacción del instructor (Boechler et al., 2016) para desarrollar hábitos mentales (Rakhmawati et al., 2020) y aspectos emocionales, cognitivos, conductuales y de autorregulación en los estudiantes (Pellas, 2014).

Dentro del enfoque cualitativo destacan diez estudios de revisión de literatura y uso de prototipos. Los prototipos fueron usados en educación, salud y STEAM (Azevedo et al., 2017), otros basados en inteligencia artificial (Ghafghazi et al., 2021), tecnología de inmersión, RV en tiempo real (Kim et al., 2012), RA y juegos serios (Isaksson et al., 2017), el aumento de la motivación (Hensen et al., 2018) y el aprendizaje autorregulado (Dumulescu et al., 2021). Además, este tipo de tecnología se han considerado como herramientas complementarias en la intervención de terapias motoras (Biddiss et al., 2021), entrenamiento en el área de endoscopia (Khan et al., 2018), actividades con niños autistas en la construcción de avatares (Ringland et al., 2016), evaluación neuropsicológica (Makransky y Petersen, 2021), de manejo autónomo, integración multisensorial (Shaiget et al., 2021), y conductas impulsivas en niños con TDAH (Crepaldi et al., 2017)

Finalmente, cinco estudios utilizan un enfoque mixto utilizando escenarios de aprendizaje basados en RA/RV y aprendizaje ubicuo (Thinggaard et al., 2017), manipulación de objetos digitales en teléfonos móviles y tabletas (Klautke et al., 2018). Por otra parte, la interacción y capacitación en RV es factible, aunque no resulte suficiente para los residentes de otorrinolaringología (Friendø et al., 2019). De esta manera se recalca la importancia de la retroalimentación y entrenamiento en entornos tradicionales basados en simulación (Thinggaard et al., 2017), lo que permite la mejora de las habilidades de autocontrol en los estudiantes (Quqandi et al., 2018).

### 3.3 Impacto de RV/RA desde una perspectiva del aprendizaje autorregulado en los contextos educativos y áreas del conocimiento

#### 3.3.1. Número de investigaciones de acuerdo al nivel educativo

Los 33 estudios efectuados en educación universitaria se clasifican en edades comprendidas entre los 18 y 40 años, conformados por grupos de control y experimental desde 4 hasta 305 estudiantes universitarios por grupo.

Para los 8 estudios efectuados en educación secundaria obligatoria, el grupo poblacional se ha clasificado en edades comprendidas entre 11 y 13 años, en la modalidad presencial y distancia. De los 6 estudios realizados en primaria, se menciona que los niños de 3 años o más pueden utilizar un robot virtual o un entorno simulado sin embargo se recalca que el desempeño va acorde a la edad.

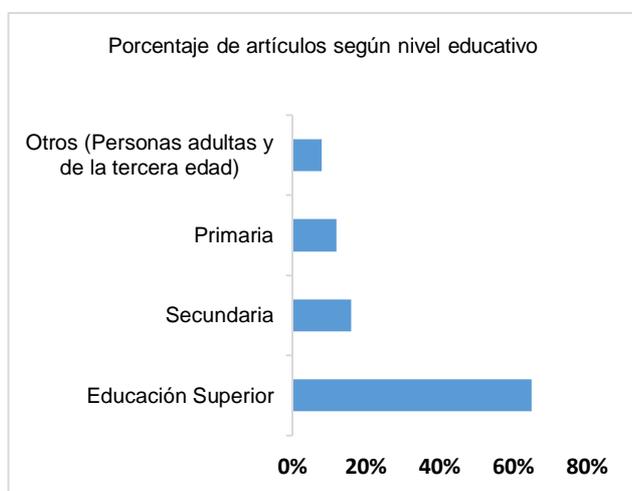


Figura 4: Porcentaje de artículos según nivel educativo.

Otros estudios (4) efectuaron análisis en niveles educativos que abarcan una edad variada, manteniendo como similitud la adquisición de experiencia de entornos virtuales.

#### 3.3.2. Áreas de conocimiento utilizan la RV/RA más autorregulación

Salud (22)	(Al-Hatem et al., 2018), (Anderson-Hanley et al., 2014), (Andersen et al., 2017), (Andersen, Mikkelsen, et al., 2020), (Andersen, Frendø, et al., 2020), (Biddiss et al., 2021), (Bube et al., 2020), (Cook et al., 2019), (Encarnação et al., 2014), (Frendø et al., 2019), (Frendø et al., 2020), (Hensen et al., 2018), (Jiang et al., 2015), (Khan et al., 2018), (Kim et al., 2012), (Naur et al., 2017), (Obrero-Gaitán et al., 2021), (Olivieri et al., 2015), (Pinchuk et al., 2020), (Ququandi et al., 2018), (Ringland et al., 2016), (Thinggaard et al., 2017).
Informática (10)	(Dumulescu et al., 2021), (Ghafghazi et al., 2021), (Groba et al., 2014), (Isaksson et al., 2017), (Madera y Figueroa, 2019), (Makransky y Petersen, 2021), (Mutlari et al., 2014), (Pellas, 2014), (Perera et al., 2012), (Shaiget et al., 2021).
Ciencias Sociales y Humanas (8) *Excepto Educación	(Boechler et al., 2016), (Dontre, 2021), (Jeunet et al., 2020), (Koo et al., 2019), (Rakhmawati et al., 2020), (Rosyadi et al., 2021), (Wu, Hsu, Yang, Chen, et al., 2021), (Zheng et al., 2019).
Educación (6)	(Azevedo et al., 2017), (Chen y Hsu, 2020), (Colombo et al., 2017), (Crepaldi et al., 2017), (Kasperuniene et al., 2016); (Wu, Hsu, Yang, & Chen, 2021)
Ciencias Naturales (2)	(Eidelman y Shwartz, 2016), (Makransky et al., 2019).
Ingeniería (1)	(Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala, 2019)
Electricidad (1)	(Ibáñez et al., 2015)
Matemáticas (1)	(Klautke et al., 2018)

Tabla 4: Áreas de conocimiento relacionados con RV/RA

La salud es una de las áreas en las cuales se ha evidenciado mayor utilización de la RV/RA, seguido del área de informática, manteniendo un enfoque educativo.

Es importante resaltar que 22 artículos (de 51 en total) utilizan tecnología inmersiva enfocándose en: medicina general interna, cirugía general, neurología clínica, enfermería, otorrinolaringología, acupuntura especializada y fisioterapia. En el área de informática 10 estudios se enfocan al desarrollo de software, 14 estudios relacionados a Ciencias Sociales y Humanas - educación enfocados en áreas como investigación educativa, psicología multidisciplinaria instrumentación y aplicaciones interdisciplinarias, entre ellos temáticas como: el uso de tecnologías digitales, aprendizaje autorregulado, entrenamiento con simuladores, realidad virtual y aumentada, diseño educativo basado en juegos y autorregulación de personas adultas, 2 artículos relacionados a ciencias naturales, diseño paisajista y

microbiología, 1 artículo enfocado a ingeniería en biotecnología dentro del área de microbiología, 1 estudio en ingeniería electrónica y electricidad enfocados al uso de entornos simulados y robots virtuales. El uso, práctica y entrenamiento de simuladores de realidad virtual en estas áreas de estudio requiere de un diseño de instrucción sólido en el que se desarrolle destrezas que permitan mejorar el rendimiento de los estudiantes tanto en habilidades técnicas como aspectos cognitivos (Andersen, Freundø, et al., 2020; Kim et al., 2012).

### 3.4 Áreas de investigación que han surgido en el ámbito del aprendizaje autorregulado por RV/RA

A continuación, se detalla los temas de investigación que han surgido del dominio. Para esto, se utilizará encabezados para cada uno de los temas en orden descendiente.

El aprendizaje asistido por tecnología genera retos en los estudiantes. Uno de estos retos es el excesivo esfuerzo mental lo que provoca frustración al momento de aprender. Es por eso que, la secuencia y el orden en que se presentan las actividades de aprendizaje son un factor determinante en la autorregulación. Adicionalmente, los logros de aprendizaje dependen en gran parte del acompañamiento de los docentes. Por lo tanto, este antecedente ha generado una continuidad en la investigación de secuenciación inteligente para el uso tecnológico de aprendizaje recordando que estas llevan a los estudiantes a regular estos procesos y superar las dificultades en la utilización de tecnología inmersiva (Cárdenas-Robledo y Peña-Ayala, 2019). El contexto de aprendizaje en la escuela versus el hogar mediante la utilización de entornos virtuales permite considera que no todos los entornos reciben una retroalimentación por parte del profesor lo que podría afectar los resultados del aprendizaje (Makransky et al., 2019), en consecuencia los estudiantes luchan por autorregular sus procesos de adquisición académica, requiriendo más tiempo para desarrollar su autoeficacia (Wu, Hsu, Yang, Chen, et al., 2021; Wu, Hsu, Yang, & Chen, 2021).

Otro de los temas de investigación que ha surgido en este dominio y que ha tenido un creciente interés e importancia es la comprensión del aprendizaje en entornos inmersivos es la creación de un marco teórico en el que se establezca factores afectivos, cognitivos y de autorregulación que puedan conducir a resultados de aprendizaje basados en IVR (realidad virtual inmersiva), tomando en cuenta que la motivación, el contexto social, cultural, los sentimientos de autoeficacia, la adquisición y transferencia de conocimientos fácticos conceptuales y procedimentales apoyan el aprendizaje en STEM (Makransky y Petersen, 2021).

Por lo tanto, aclarar aspectos como: ¿puede ser buena la tecnología inmersiva?, ¿son perjudiciales para el aprendizaje?, ¿cuáles pueden ser los beneficios más amplios desde una perspectiva a corto y largo plazo?, ¿cuál puede ser el lado "oscuro" de VR/AR/XR en la educación?, la aparición de cyber enfermedad, entre otras temáticas son necesarias en la continuidad de las investigaciones educativas (Dontre, 2021; Pinchuk et al., 2020).

## 4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Nuestro estudio presenta una revisión sistemática sobre RA/RV y su relación con la autorregulación del aprendizaje, tomando como fuentes de información 5 bases de datos científicas: JSTOR, ERIC

(EBSCOhost), IEEE Xplore (IEEE), Scopus (Elsevier) y Web of Science). Tras un riguroso proceso de selección de investigaciones a través del método PRISMA, se escogieron 51 artículos publicados en el idioma inglés. Este estudio muestra la condición actual en los últimos diez años (2012-2022) sobre la integración de la RA/RV en la autorregulación del aprendizaje. Para detectar las tendencias en la investigación de este tema, se ha tomado como parámetro dos aspectos: los años de publicación y la procedencia de los investigadores. En cuanto a lo primero, es claro que hay un creciente interés reflejado en el aumento de publicaciones en los últimos años. En cuanto a lo segundo, es evidente que Europa en general y Latinoamérica en particular necesitan incrementar sus esfuerzos investigativos.

En cuanto a las orientaciones metodológicas, dominan los enfoques cuantitativos con diseños experimentales y el cuestionario como herramienta predominante en la recolección de datos. El diseño experimental permite al investigador controlar y manipular libremente las condiciones que determinan los eventos de interés (da Silva et al., 2019). A esto se suma que la mayor parte de investigaciones se enfocan en jóvenes y adultos-jóvenes dejando su representados a los niños en sus primeros años de formación.

Nuestros resultados revelan que las áreas de conocimiento donde mayor investigación se ha efectuado es la medicina, seguida por la informática. Y sólo en tercer lugar aparecen las ciencias sociales y la educación en particular, lo que amerita más investigaciones en este campo. Futuras investigaciones podrían enfocarse en áreas específicas como (1) la comprensión y contenidos de aprendizaje en la carga cognitiva y frustración estudiantil, (2) la escuela versus el hogar y la afectación en el desempeño académico, (3) la motivación en el aprendizaje autorregulado, (4) el contexto social-cultural, (5) los sentimientos de autoeficacia o (6) la adquisición y transferencia de conceptos y procedimientos en STEM. Sin embargo, también se presentan algunos desafíos que los investigadores deberán considerar como la falta de capacitación inmersiva en las industrias, las percepciones positivas o negativas que las personas tienen en cuanto a la RA/RV, la seguridad en los entornos virtuales de aprendizaje, y la potencial aparición de cyber enfermedad.

Se considera que para los próximos estudios se podría tomar en cuenta una mayor muestra de artículos en otro idioma para ser analizados, ya que en esta ocasión fue en el idioma inglés. La veracidad de los datos expuestos tendría aún mayor peso al contrastar con nuevos estudios en los años siguientes.

## REFERENCIAS

- Albán Bedoya, I., Ocaña-Garzón, M. (2022). Educational Programming as a Strategy for the Development of Logical-Mathematical Thinking. In: Botto-Tobar, M., Cruz, H., Díaz Cadena, A., Durakovic, B. (eds) Emerging Research in Intelligent Systems. CIT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 405. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96043-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96043-8_24)
- Al-Hatem, A. I., Masood, M., y Al-Samarraie, H. (2018). Fostering student nurses' self-regulated learning with the second life environment: an empirical study. *Journal of information technology education-research*, 17, 285-307. <https://doi.org/10.28945/4110>
- Andersen, S. A. W., Freundø, M., Guldager, M., y Sørensen, M. S. (2020). Understanding the effects of structured self-assessment in directed, self-regulated simulation-based training of mastoidectomy: A mixed methods study. *J. Otol.*, 15(4), 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2019.12.003>
- Andersen, S. A. W., Konge, L., Mikkelsen, P. T., Cayé-Thomasen, P., y Sørensen, M. S. (2017). Mapping the plateau of novices in virtual reality

- simulation training of mastoidectomy. *Laryngoscope*, 127(4), 907-914. <https://doi.org/10.1002/lary.26000>
- Andersen, S. A. W., Mikkelsen, P. T., y Sørensen, M. S. (2020). The effect of simulator-integrated tutoring for guidance in virtual reality simulation training. *Simul. Healthc.*, 15(3), 147-153. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000414>
- Anderson-Hanley, C., Arciero, P. J., Barcelos, N., Nimon, J., Rocha, T., Thurin, M., y Maloney, M. (2014). Executive function and self-regulated exergaming adherence among older adults. *Front. Human Neurosci.*, 8(DEC). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00989>
- Azevedo, R., Mudrick, N., Taub, M., y Wortha, F. (2017). Coupling between Metacognition and Emotions during STEM Learning with Advanced Learning Technologies: A Critical Analysis, Implications for Future Research, and Design of Learning Systems. *Teachers College Record*, 119(13).
- Biddiss, E., Chan-Viquez, D., Cheung, S. T., y King, G. (2021). Engaging children with cerebral palsy in interactive computer play-based motor therapies: theoretical perspectives. *DISABILITY AND REHABILITATION*, 43(1), 133-147. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1613681>
- Boechler, P., Ingraham, M., Marin, L. F., Dalen, B., y de Jong, E. (2016). A Framework for Designing On-line Listening Activities for Postsecondary Music Courses: What Students' Performance and Perceptions Tells Us. In S. Zvacek, M. T. Restivo, J. Uhomoihi, y M. Helfert, *Computer Supported Education International Conference on Computer Supported Education*, Cham.
- Brydges, R., Manzone, J., Shanks, D., Hatala, R., Hamstra, S. J., Zendejas, B., y Cook, D. A. (2015). Self-regulated learning in simulation-based training: a systematic review and meta-analysis. *Medical Education*, 49(4), 368-378. <https://doi.org/10.1111/medu.12649>
- Bube, S., Dagnaes-Hansen, J., Mahmood, O., Rohrsted, M., Bjerrum, F., Salling, L., Hansen, R. B., y Konge, L. (2020). Simulation-based training for flexible cystoscopy – A randomized trial comparing two approaches. *Heliyon*, 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03086>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., y Martínez, M. M. F. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): Experiences in educational science [Article]. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18), Article 4990. <https://doi.org/10.3390/su11184990>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., y Martínez-Roig, R. (2021). Mixed, Augmented and Virtual, Reality Applied to the Teaching of Mathematics for Architects. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 11(15), Article 7125. <https://doi.org/10.3390/app11157125>
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J. M., y Barroso-Osuna, J. (2019). Adoption of augmented reality technology by university students. *Heliyon*, 5(5), e01597. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01597>
- Cárdenas-Robledo, L. A., y Peña-Ayala, A. (2019). A holistic self-regulated learning model: A proposal and application in ubiquitous-learning. *Expert Systems with Applications*, 123, 299-314. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.01.007>
- Chen, Y. L., y Hsu, C. C. (2020). Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Comput Educ.*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103910>
- Colombo, V., Baldassini, D., Mottura, S., Sacco, M., Crepaldi, M., y Antonietti, A. (2017, 19-22 June 2017). Antonyms: A serious game for enhancing inhibition mechanisms in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). 2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR).
- Cook, D. A., Aljamal, Y., Pankratz, V. S., Sedlack, R. E., Farley, D. R., y Brydges, R. (2019). Supporting Self-Regulation in Simulation-Based Education: A Randomized Experiment of Practice Schedules and Goals. *Advances in Health Sciences Education*, 24(2), 199-213. <http://dx.doi.org/10.1007/s10459-018-9860-z>
- Crepaldi, M., Colombo, V., Baldassini, D., Mottura, S., y Antonietti, A. (2017). Supporting Rehabilitation of ADHD Children with Serious Games and Enhancement of Inhibition Mechanisms. In J. Barbic, M. D'Cruz, M. E. Latoschik, M. Slater, y P. Bourdot, *Virtual Reality and Augmented Reality EuroVR*, Cham.
- da Silva, M. M. O., Teixeira, J. M. X. N., Cavalcante, P. S., y Teichrieb, V. (2019). Perspectives on how to evaluate augmented reality technology tools for education: a systematic review. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s13173-019-0084-8>
- Dontre, A. J. (2021). The influence of technology on academic distraction: A review. *Human behavior and emerging technologies*, 3(3), 379-390. <https://doi.org/10.1002/hbe2.229>
- Dumulescu, D., Pop-Păcurar, I., y Necula, C. V. (2021). Learning Design for Future Higher Education – Insights From the Time of COVID-19. *Front. Physiol.*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.647948>
- Eidelman, R. R., y Shwartz, Y. (2016). E-Learning in Chemistry Education: Self-Regulated Learning in a Virtual Classroom. *International Association for Development of the Information Society*.
- Encarnaçao, P., Alvarez, L., Rios, A., Maya, C., Adams, K., y Cook, A. (2014). Using virtual robot-mediated play activities to assess cognitive skills. *Disabil. Rehabil. Assistive Technol.*, 9(3), 231-241. <https://doi.org/10.3109/17483107.2013.782577>
- Frendø, M., Konge, L., Cayé-Thomasen, P., Sørensen, M. S., y Andersen, S. A. W. (2020). Decentralized Virtual Reality Training of Mastoidectomy Improves Cadaver Dissection Performance: A Prospective, Controlled Cohort Study. *Otol. Neurotol.*, 41(4), 476-481. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002541>
- Frendø, M., Thinggaard, E., Konge, L., Sørensen, M. S., y Andersen, S. A. W. (2019). Decentralized virtual reality mastoidectomy simulation training: a prospective, mixed-methods study. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.*, 276(10), 2783-2789. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05572-9>
- Ghafghazi, S., Carnet, A., Neely, L., Das, A., y Rad, P. (2021). AI-Augmented Behavior Analysis for Children With Developmental Disabilities: Building Toward Precision Treatment. *IEEE SYSTEMS MAN AND CYBERNETICS MAGAZINE*, 7(4), 4-12. <https://doi.org/10.1109/MSMC.2021.3086989>
- Groba, A. R., Vázquez-Barreiros, B., Lama, M., Gewerc, A., y Mucientes, M. (2014). Using a learning analytics tool for evaluation in self-regulated learning. 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings, 1-8.
- Hensen, B., Koren, I., Klamma, R., y Herrler, A. (2018, 2018/). An Augmented Reality Framework for Gamified Learning. *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2018*, Cham.
- Ibáñez, M.-B., Di-Serio, Á., Villarán-Molina, D., y Delgado-Kloos, C. (2015). Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 208-213. <http://dx.doi.org/10.1109/TE.2014.2379712>
- Isaksson, E., Naeve, A., Lefrère, P., y Wild, F. (2017). Towards a reference architecture for smart and personal learning environments. In *Innovations in Smart Learning* (pp. 81-90). Springer.
- Jeunet, C., Tonin, L., Albert, L., Chavarriaga, R., Bideau, B., Argelaguet, F., Millán, J. R., Lécuyer, A., y Kulpa, R. (2020). Uncovering EEG Correlates of Covert Attention in Soccer Goalkeepers: Towards Innovative Sport Training Procedures. *Sci. Rep.*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58533-2>
- Jiang, H., Starkman, J., Kuo, C.-H., y Huang, M.-C. (2015). Acu Glass: Quantifying Acupuncture Therapy using Google Glass. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*, 2(6), e2. <https://doi.org/10.4108/eaai.28-9-2015.2261520>
- Kasperiniene, J., Jariwala, M., Vaskevicius, E., y Satkauskas, S. (2016). Affective Engagement to Virtual and Live Lectures. In G. Dregvaite y R. Damasevicius, *Information and Software Technologies ICIST*, Cham.
- Khan, R., Plahouras, J., Johnston, B. C., Scaffidi, M. A., Grover, S. C., y Walsh, C. M. (2018). Virtual reality simulation training for health professions trainees in gastrointestinal endoscopy. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2018(8). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008237.pub3>
- Kim, M., Jeong, J.-S., Park, C., Jang, R.-H., y Yoo, K.-H. (2012). A Situated Experiential Learning System Based on a Real-Time 3D Virtual Studio. In D. Richards y B. H. Kang, *Knowledge Management and Acquisition for Intelligent Systems Pacific Rim Knowledge Acquisition Workshop*, Berlin, Heidelberg.
- Klautke, H., Bell, J., Freer, D., Cheng, C., y Cain, W. (2018). Bridging the Gulfs: Modifying an Educational Augmented Reality App to Account for Target Users' Age Differences. In A. Marcus y W. Wang, *Design, User Experience, and Usability: Users, Contexts and Case Studies International Conference of Design, User Experience, and Usability*, Cham.
- Koo, G., Lee, N., y Kwon, O. (2019). Combining object detection and causality mining for efficient development of augmented reality-based on-the-job training systems in hotel management. *New Rev. Hypermedia Multimedia*, 25(3), 112-136. <https://doi.org/10.1080/13614568.2019.1694594>
- Madera, S., y Figueroa, P. A. (2019). Study on the Potential of Videogames for Motivating People to Pursue their Own Goals. 2019 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV), 150-153.
- Makransky, G., Mayer, R. E., Veitch, N., Hood, M., Christensen, B., y Gadegaard, H. (2019). Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class. *PLOS ONE*, 14(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214944>
- Makransky, G., y Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937-958. <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)*, 22(3), 276-282.
- Mutiara, G. A., Hapsari, G. I., y Handayani, R. (2014). Design and implementation learning media of a computer hardware introduction as a teaching tool based-on augmented reality technology. *Contemporary Engineering Sciences*, 7(13-16), 611-616. <https://doi.org/10.12988/ces.2014.4667>

- Naur, T. M. H., Nilsson, P. M., Pietersen, P. I., Clementsen, P. F., y Konge, L. (2017). Simulation-Based Training in Flexible Bronchoscopy and Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration (EBUS-TBNA): A Systematic Review. *Respiration*, 93(5), 355-362. <https://doi.org/10.1159/000464331>
- Obrero-Gaitán, E., Nieto-Escamez, F. A., Zagalaz-Anula, N., y Cortés-Pérez, I. (2021). An Innovative Approach for Online Neuroanatomy and Neuror rehabilitation Teaching Based on 3D Virtual Anatomical Models Using Leap Motion Controller During COVID-19 Pandemic. *Front. Psychol.*, 12. <https://doi.org/10.3389/psyg.2021.590196>
- Ocaña, M., Almeida, E., y Albán, S. (2022). How Did Children Learn in an Online Course During Lockdown?: A Piagetian Approximation. In M. Botto-Tobar, H. Cruz, A. Díaz Cadena, y B. Durakovic, *Emerging Research in Intelligent Systems Cham*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9_20)
- Ocaña, M., Khosravi, H., y Bakharia, A. (2019). Profiling language learners in the big data era. ASCILITE 2019-Conference Proceedings-36th International Conference of Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education: Personalised Learning. *Diverse Goals. One Heart*.
- Ocaña, M., Luna, A., Jeadá, V.Y., Carrillo, H.C., Alvear, F., Rosales, M. (2023). Are VR and AR Really Viable in Military Education?: A Position Paper. In: Rocha, Á., Fajardo-Toro, C.H., Riola, J.M. (eds) *Developments and Advances in Defense and Security. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 328. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-7689-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-19-7689-6_15)
- Olivieri, E., Barresi, G., y Mattos, L. S. (2015, 25-29 Aug. 2015). BCI-based user training in surgical robotics. 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>
- Palalas, A., y Wark, N. (2020). The relationship between mobile learning and self-regulated learning: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(4), 151-172. <https://doi.org/10.14742/ajet.5650>
- Pellas, N. (2014). The influence of computer self-efficacy, metacognitive self-regulation and self-esteem on student engagement in online learning programs: Evidence from the virtual world of Second Life. *Comput. Hum. Behav.*, 35, 157-170. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.02.048>
- Perera, I., Allison, C., y Miller, A. (2012). Effective Policy based Management of 3D Mule - An Exploratory Study Towards Developing Student Supportive Policy Considerations. *CSEdU*,
- Pinchuk, O., Burov, O., Ahadzhanova, S., Logvinenko, V., Dolgikh, Y., Kharchenko, T., Hlazunova, O., y Shabalin, A. (2020). VR in Education: Ergonomic Features and Cybersickness. In S. Nazir, T. Ahrum, y W. Karwowski, *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences AHFE*, Cham.
- Pinheiro, J., Simões de Almeida, R., & Marques, A. (2021). Emotional self-regulation, virtual reality and neurofeedback. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100101. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100101>
- Quqandi, E., Joy, M. S., Rushton, M., y Drumm, I. (2018). Mobile Augmented Reality in Nursing Educational Environments. 2018 10th Computer Science and Electronic Engineering (CEECE), 266-269.
- Quinga, Y., Pilataxi, N., Carvajal, V., y Ocaña, M. (2022). Virtual Activities to Strengthen Basic Math Skills in Children. In M. Botto-Tobar, H. Cruz, A. Díaz Cadena, y B. Durakovic, *Emerging Research in Intelligent Systems Cham*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9_13)
- Rakhmawati, I., Priadi, M. A., Yolida, B., & Marpaung, R. R. T. (2020). Analysis of Pop-Up Book and Biology Virtual Reality Video toward Students' Habits of Mind. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467.
- Ringland, K. E., Wolf, C. T., Boyd, L. E., Baldwin, M. S., y Hayes, G. R. (2016). Would You Be Mine: Appropriating Minecraft as an Assistive Technology for Youth with Autism. *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*.
- Rosyadi, B. R., Nisa, K., Afandi, I., Rozi, F., Fawaid, A., Fajri, Z., Hasanah, U., Maimunah, y Sri Helmiati, S. (2021). Self-Regulation using Moodle Virtual Learning Environment (VLE) in Solar System Practice. *Journal of Physics: Conference Series*, 1779(1), 012072. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1779/1/012072>
- Shagetz, V. G., Proulx, C., Cabral, A., Choudhury, N., Hewko, M., Kohlenberg, E., Segado, M., Smith, M. S. D., y Debergue, P. (2021). An immersive and interactive platform for cognitive assessment and rehabilitation (bWell): Design and iterative development process. *JMIR Rehabil. Assist. Technol.*, 8(4). <https://doi.org/10.2196/26629>
- Thinggaard, E., Konge, L., Bjerrum, F., Strandbygaard, J., Gögenur, I., y Spanager, L. (2017). Take-home training in a simulation-based laparoscopy course. *Surgical Endoscopy*, 31(4), 1738-1745. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-5166-5>
- Urbina, S., Villatoro, S., & Salinas, J. (2021). Self-Regulated Learning and Technology-Enhanced Learning Environments in Higher Education: A Scoping Review. *Sustainability*, 13(13), 7281. <https://doi.org/10.3390/su13137281>
- Vega, B., Velasco, M., Ocaña, M., Rebeca, M. (2022). Scratchjr Visual Programming Language for Early Math Skills Development in 4–7 years Old Children. In: Botto-Tobar, M., Cruz, H., Díaz Cadena, A., Durakovic, B. (eds) *Emerging Research in Intelligent Systems. CIT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 406. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96046-9_19)
- Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., y Chen, J. J. (2021). A spherical video-based immersive virtual reality learning system to support landscape architecture students' learning performance during the COVID-19 era. *Land*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/land10060561>
- Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., Chen, J. J., y Jong, M. S. Y. (2021). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interact. Learn. Environ.* <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1878231>
- Zheng, W., Zhou, Y., y Qin, Y. (2019). An empirical study of incorporation of augmented reality into civic education. *Proceedings of the 2019 International Conference on Modern Educational Technology*.

## **TECNOLOGIES IMMERSIVES EN L'APRENENTATGE AUTOREGULAT: REVISIÓ SISTEMÀTICA DE LITERATURA CIENTÍFICA**

Aquest estudi presenta una revisió sistemàtica d'articles científics amb l'objectiu d'analitzar l'efecte de la RV/RA en l'autoregulació de l'aprenentatge. Per a la selecció d'articles es van utilitzar cinc bases de dades: JSTOR, ERIC, IEEE, Scopus i Web of Science dels darrers 10 anys, i es va aplicar el protocol PRISMA. Els resultats revelen la via idònia de la tecnologia immersiva en els processos d'aprenentatge autoregulat al nivell que s'hi apliqui. A partir del 2012 fins al 2021 la freqüència de publicacions ha augmentat sobretot en àrees del coneixement com a medicina, informàtica i només en tercer lloc educació. L'eix comú en aquestes àrees rau en l'aspecte acadèmic particularment en camps com la càrrega cognitiva, l'escola vers la llar, la frustració estudiantil, l'acompliment acadèmic, la motivació – l'autoeficàcia en l'aprenentatge autoregulat i la transferència de procediments. Basat en aquestes troballes, l'article proposa futures vies de recerca.

**PARAULES CLAU:** aprenentatge autoregulat; realitat virtual; realitat augmentada; tecnologia immersiva; educació

## **IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN SELF-REGULATED LEARNING: SYSTEMATIC REVIEW OF SCIENTIFIC LITERATURE**

This study presents a systematic review of scientific articles with the aim of analyzing the effect of VR/AR on self-regulated learning. For article selection, five databases were used: JSTOR, ERIC, IEEE, Scopus, and Web of Science from the last 10 years, and the PRISMA protocol was applied. The results reveal the optimal role of immersive technology in self-regulated learning processes at the level it is applied. From 2012 to 2021, the frequency of publications has increased, especially in fields of knowledge such as medicine, computer science, and education in third place. The common theme in these areas lies in the academic aspect, particularly in fields such as cognitive load, school versus home, student frustration, academic performance, motivation - self-efficacy in self-regulated learning, and procedure transfer. Based on these findings, the article proposes future research directions.

**KEYWORDS:** Self-regulated learning, Virtual reality, augmented reality, immersive technology, education