







## Co-diseño y co-creación de experiencias de realidad aumentada: una revisión sistemática de la literatura

### Co-Design and Co-Creation of Augmented Reality Experiences: A Systematic Literature Review

### Co-design e co-criação de experiências de realidade aumentada: uma revisão sistemática da literatura

Jorge Bacca-Acosta<sup>1</sup>  

Karen Beltrán-Sánchez<sup>2</sup>  

**Recibido:** octubre de 2023

**Aceptado:** enero de 2024

**Para citar este artículo:** Bacca-Acosta, J. y Beltrán-Sánchez, K. (2024). Co-diseño y co-creación de experiencias de realidad aumentada: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Científica*, 49(1), 99-124. <https://doi.org/10.14483/23448350.21810>

#### Resumen

La realidad aumentada está ganando cada vez más interés en diversos campos como la educación, la medicina, el turismo, el *marketing* y la manufactura. Sin embargo, la creación de este tipo de aplicaciones se ha regido tradicionalmente por metodologías de desarrollo de *software*, y solo recientemente se han comenzado a incorporar enfoques de co-diseño y co-creación para favorecer un desarrollo más efectivo y acorde con las necesidades de los usuarios. En este artículo se reportan los resultados de una revisión sistemática de literatura de 40 artículos científicos sobre co-diseño y co-creación de experiencias de realidad aumentada, con el objetivo de proporcionar un panorama sobre el estado actual de la investigación en esta área. Los resultados muestran que la mayoría de experiencias de realidad aumentada se han co-diseñado y co-creado para los campos de la educación y la ingeniería. Además, las investigaciones actuales han sido mayoritariamente de corte exploratorio y transversal, con muestras de investigación pequeñas y medianas, y utilizando métodos clásicos de recolección de información. En general, se observa un interés creciente en el uso de metodologías de co-diseño y co-creación para la generación de experiencias de realidad aumentada. Este artículo también presenta algunas tendencias y posibles líneas de trabajo futuro.

**Palabras clave:** co-creación; co-diseño; realidad aumentada; revisión sistemática de literatura; tecnologías inmersivas.

1. Ph. D. Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). [jorge.bacca@konradlorenz.edu.co](mailto:jorge.bacca@konradlorenz.edu.co).  
2. Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Bogotá-Distrito Capital, Colombia). [karenf.beltrans@konradlorenz.edu.co](mailto:karenf.beltrans@konradlorenz.edu.co).

## Abstract

Augmented reality is gaining more and more interest in fields such as education, medicine, tourism, marketing, and manufacturing. However, the creation of this type of applications has been dominated by software development methodologies, and only recently have co-design and co-creation approaches been integrated to favor a more effective development to meet specific needs. This paper reports the results of a systematic literature review of 40 scientific articles on the co-design and co-creation of augmented reality experiences, with the aim of providing a landscape of the current state of research in this field. The results show that most augmented reality experiences have been co-designed or co-created for the fields of education and engineering. Moreover, most of the current research has followed an exploratory and cross-sectional approach with small and medium research samples, using classical methods for data collection. Overall, there is an increasing interest in the use of co-design and co-creation methodologies for developing augmented reality experiences. This paper also presents some trends and future lines of work.

**Keywords:** augmented reality; co-creation; co-design; immersive technologies; systematic literature review.

## Resumo

A realidade aumentada está ganhando cada vez mais interesse em campos como educação, medicina, turismo, marketing e manufatura. No entanto, a criação desse tipo de aplicativos tem sido dominada por metodologias de desenvolvimento de software, e somente recentemente abordagens de co-design e co-criação foram integradas para favorecer um desenvolvimento mais eficaz para atender a necessidades específicas. Este artigo relata os resultados de uma revisão sistemática da literatura de 40 artigos científicos sobre o co-design e co-criação de experiências em realidade aumentada, com o objetivo de fornecer um panorama do estado atual da pesquisa neste campo. Os resultados mostram que a maioria das experiências em realidade aumentada foi co-projetada ou co-criada para os campos da educação e engenharia. Além disso, a maioria das pesquisas atuais seguiu uma abordagem exploratória e transversal com amostras de pesquisa pequenas e médias, utilizando métodos clássicos para coleta de dados. No geral, há um interesse crescente no uso de metodologias de co-design e co-criação para o desenvolvimento de experiências em realidade aumentada. Este artigo também apresenta algumas tendências e futuras linhas de trabalho.

**Palavras-chaves:** co-criação; co-design; realidade aumentada; revisão sistemática da literatura; tecnologias imersivas.

---

## INTRODUCCIÓN

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite combinar, en tiempo real, objetos digitales con el mundo real, de tal forma que pareciera que los primeros coexisten en el último ([Azuma, 1997](#)). La RA se ha utilizado en diversas áreas como la medicina, la educación, la manufactura y el *marketing*, entre otras ([Cipresso et al., 2018](#); [Garzón & Acevedo, 2019](#)).

En la era digital, la convergencia de tecnologías emergentes ha dado paso a nuevas formas de interacción entre los usuarios y la información que los rodea. Entre ellas, la RA se ha convertido en una que permite presentar la información de una manera diferente y con un mayor nivel de integración con el mundo real. Sin embargo, en algunos casos no se involucra lo suficiente al usuario en el diseño y desarrollo de experiencias de RA, por lo que a veces las mismas no son del todo efectivas o no se ajustan a las necesidades de los usuarios ([Bräker et al., 2023](#)). En otros casos, los métodos de especificación de requerimientos centrados en el usuario para tecnologías como la RA no están completamente desarrollados ([Karre et al., 2023](#)). Para el desarrollo de aplicaciones de RA, se han utilizado también metodologías ágiles

de desarrollo de *software*, como XP (*extreme programming*), que han tratado de llevar a cabo procesos de elicitación de requerimientos más cercanos a las necesidades del usuario, si bien con algunas limitaciones como la dificultad de integrar al usuario final en el proceso ([Zamora-Antuñano et al., 2022](#)). En una revisión sistemática de literatura reciente, se manifestó que una de las limitaciones en el desarrollo de aplicaciones de RA es la falta de metodologías para integrar la tecnología en algunos ámbitos ([Villagrán-Vizcarra et al., 2023](#)). [Iqbal et al. \(2022\)](#) afirman que aún se necesitan más marcos conceptuales para el desarrollo de aplicaciones de RA. Otros autores han confirmado que se requiere de un trabajo colaborativo interdisciplinar que en muchas ocasiones no está representado en las metodologías tradicionales ([Börsting et al., 2021](#)). [Gómez et al. \(2022\)](#) plantean que hay un vacío importante en la literatura en cuanto a las metodologías para el desarrollo de aplicaciones de RA, y afirman que es necesario entender las actividades de control y éxito en el desarrollo de *software* que aplican en estos casos.

Según [Kulas et al. \(2004\)](#), estas son las principales limitaciones que tienen las metodologías comúnmente utilizadas en desarrollo de *software* en el marco del desarrollo de aplicaciones de RA:

1. La inflexibilidad de algunas metodologías y la necesidad de que los requerimientos estén muy claros al inicio del proceso para que la expectativa del usuario se pueda cumplir.
2. La falta de herramientas de soporte tipo CAD (*computer-aided design*) que puedan apoyar el proceso de diseño y la generación de prototipos rápidos.
3. La falta de conocimiento previo en el diseño y desarrollo de aplicaciones de RA. En este aspecto, las metodologías tradicionales de desarrollo de *software* evidencian casos de éxito y una trayectoria amplia. Sin embargo, para el caso de aplicaciones que utilizan RA, no existe mucha evidencia sobre las mejores prácticas para lograr llevar a buen término el desarrollo.
4. La falta de claridad en la definición de requerimientos no funcionales, dada la falta de orientaciones de la metodología.

En este contexto, y como una alternativa de solución a las dificultades mencionadas, recientemente se han comenzado a integrar metodologías de co-creación para favorecer el desarrollo de experiencias de RA que involucren más al usuario, en aras de hacerlas más efectivas y ajustadas a necesidades específicas. Estos aspectos motivaron la revisión sistemática de literatura que se presenta en este artículo, cuyo objetivo es que el lector pueda identificar las brechas de conocimiento actuales respecto al co-diseño y la co-creación de este tipo de experiencias.

La *co-creación* se define como “cualquier acto de creatividad colectiva, es decir, creatividad que es compartida por dos o más personas” ([Sanders & Stappers, 2008, p. 2](#)). Adicionalmente, el término *co-creación* también está muy relacionado con el *co-diseño*. En ese sentido, el *co-diseño* se define como “la creatividad colectiva que se aplica a lo largo de todo el proceso de diseño” ([Sanders & Stappers, 2008, p. 2](#)). Algunas veces, estos dos términos se utilizan indistintamente para referirse a los mismos procesos y, en algunos casos, se tratan como sinónimos. Sin embargo, la co-creación es un término más amplio que tiene aplicaciones en aspectos físicos y abstractos (o no físicos), *i.e.*, los procesos de co-creación pueden ser aplicados a la creación colectiva de objetos físicos o el desarrollo de aspectos no físicos. En algunos casos, el co-diseño es considerado como una instancia de la co-creación ([Sanders & Stappers, 2008](#)). La co-creación también es considerada como un “proceso social, dinámico e interactivo entre co-creadores a lo largo [de] y embebido en entornos de co-creación” ([Roser et al., 2013](#)).

La co-creación y el co-diseño representan paradigmas innovadores que trascienden los límites tradicionales de la creación, involucrando activamente a los usuarios en el proceso de desarrollo. Al

incorporar procesos de co-creación en este contexto, no solo se potencian las capacidades de colaboración, sino que también se redefine la relación entre el diseñador, el desarrollador, el usuario y el entorno digital. La co-creación y el co-diseño proporcionan un mecanismo que permite a los usuarios contribuir de manera significativa a la creación de experiencias y soluciones personalizadas de RA. Además, facilitan el prototipado rápido, pues permiten visualizar de una manera más natural el producto final y su integración con el mundo real (Y. Yin *et al.*, 2023). Los procesos de co-diseño y co-creación pueden proporcionar ventajas competitivas a las compañías que aprendan a aprovechar al máximo estas nuevas capacidades para desarrollar experiencias de RA que realmente satisfagan las necesidades de sus clientes. Es un campo que está evolucionando rápidamente y que traerá grandes beneficios e innovación.

En este sentido, y debido a la importancia de los procesos mencionados, este artículo presenta una revisión sistemática de literatura sobre cómo el co-diseño y la co-creación han permitido la creación de experiencias de RA. La principal contribución de este artículo es que proporciona un panorama de cómo se han utilizado estos procesos en la generación de experiencias de RA, para que otros investigadores puedan identificar las brechas y preguntas abiertas en el área y avanzar en su investigación. Por otro lado, otros investigadores podrían tomar este artículo como base para definir una metodología de co-diseño o co-creación de experiencias de RA que pueda suplir las falencias de otros enfoques definidos en la literatura. Adicionalmente, de acuerdo con una búsqueda realizada en Scopus y Web of Science, esta es la primera revisión sistemática de literatura que sintetiza la investigación en co-diseño y co-creación de experiencias de RA.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera. Después de la introducción, la sección *Preguntas de investigación* presenta el conjunto de preguntas de investigación que orientaron la revisión sistemática de la literatura. Posteriormente, la sección *Método* describe la metodología empleada en el desarrollo de este trabajo, y la sección *Resultados y discusión* presenta y discute los resultados obtenidos. Seguidamente, la sección *Tendencias y visión a futuro* presenta los retos del área de investigación y las posibles líneas futuras de investigación. Para finalizar, la sección de *Conclusiones* resume los principales hallazgos de este trabajo.

Existe una gran cantidad de investigaciones publicadas que reportan las ventajas, limitaciones, trabajo futuro, y desafíos de utilidad (entre otros) de la RA en relación con el co-diseño y la co-creación aplicados en diferentes ámbitos. Sin embargo, dado que la RA es una tecnología innovadora y en constante evolución, es conveniente proporcionar un panorama de los trabajos realizados hasta el momento, en aras de identificar nuevos horizontes de investigación. En este caso, se han definido las siguientes preguntas de investigación, que orientarán la revisión sistemática de literatura reportada en el presente artículo:

- RQ1: ¿Cuál es el campo de estudio en el que se han aplicado procesos de co-diseño y co-creación para desarrollar experiencias de RA?
- RQ2: ¿Cuáles son los métodos de evaluación considerados para los procesos de co-diseño y co-creación de experiencias de RA?
- RQ3: ¿Qué herramientas tecnológicas se han utilizado en el co-diseño o la co-creación de experiencias de RA?
- RQ4: ¿Cuáles son las metodologías utilizadas para el co-diseño y la co-creación de experiencias de RA?
- RQ5: ¿Qué ventajas se han descrito en los estudios sobre co-diseño o co-creación de experiencias de RA?

- RQ6: ¿Qué limitaciones se han reportado en los estudios sobre co-diseño o co-creación de experiencias de RA?
- RQ7: ¿Cuáles son las líneas de investigación futuras sobre el co-diseño y la co-creación de experiencias de RA?

## METODOLOGÍA

Para esta revisión, se siguieron y adaptaron las directrices propuestas por Kitchenham (2004).

### Planificación (etapa 1):

- Definición del tema de la revisión
- Definición de los criterios de inclusión y exclusión de los estudios
- Definición de categorías para el análisis

### Revisión de literatura (etapa 2):

- Selección de artículos.
- Extracción de datos (se aplicó el método de análisis de contenido)
- Síntesis de datos
- Codificación de datos

### Informe de la revisión (etapa 3):

Este paso incluye el análisis de los resultados, la discusión de los hallazgos, las tendencias y las conclusiones de la revisión.

Por otro lado, se siguieron las recomendaciones para llevar a cabo y reportar revisiones sistemáticas de literatura establecidas en la declaración actualizada PRISMA ([Page et al., 2021](#)).

### Definición del tema de la revisión

Existen diversas investigaciones en la literatura que han aplicado procesos de co-diseño y co-creación para el desarrollo de experiencias de RA en una variedad de campos, incluyendo el diseño industrial, la arquitectura, la ingeniería y la educación, entre otros.

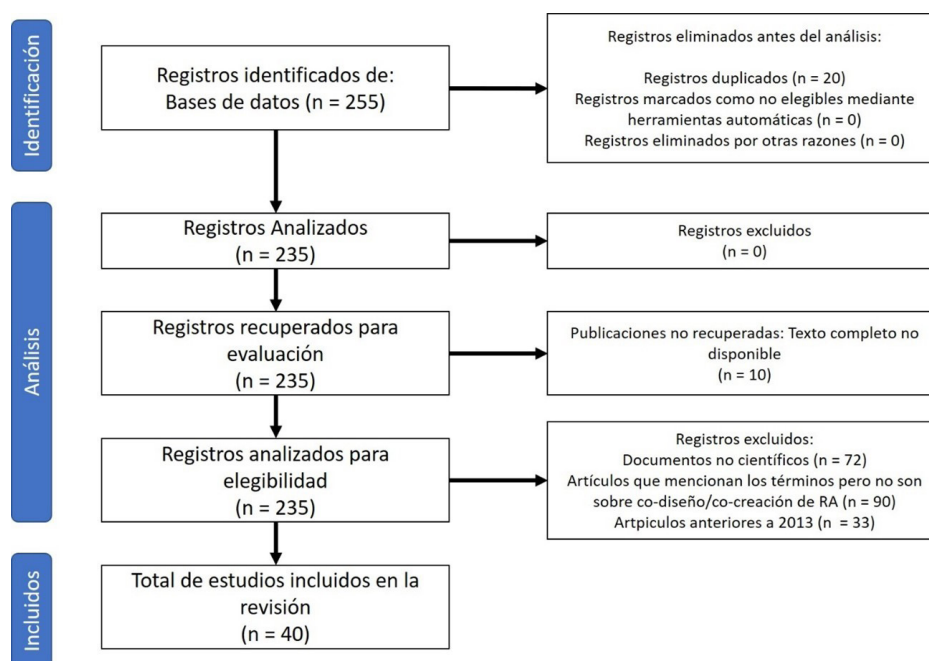
El propósito de este paso fue seleccionar de manera coherente los artículos más pertinentes para la revisión sistemática. Para asegurar la integridad metodológica y la consistencia científica del proceso, en este estudio se seleccionaron artículos de la base de datos Scopus utilizando la siguiente cadena de búsqueda:

“co-creation” OR “co-design” AND “Augmented Reality”

Como resultado, se obtuvieron 255 resultados en septiembre de 2023. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, obteniendo 153 artículos, cuyo título y resumen fue analizado para determinar su elegibilidad. Se seleccionaron los 40 artículos más relevantes para esta revisión. En esta selección se consideraron, además de los aspectos que se detallan en la siguiente subsección, los siguientes criterios:

- El artículo de investigación debía reportar los resultados de integrar procesos de co-diseño y co-creación en el diseño/construcción de experiencias de RA.
- El artículo de investigación no podía ser una revisión sistemática de la literatura, una revisión temática específica o un metaanálisis.
- El artículo debía responder a una pregunta de investigación enfocada en procesos de co-diseño y co-creación de experiencias de RA.

La [Figura 1](#) muestra el diagrama PRISMA del proceso de selección de los estudios.



**Figura 1.** Diagrama PRISMA para la selección de los estudios

## Criterios de inclusión y exclusión

Teniendo en cuenta las preguntas de investigación, se consideraron los criterios generales que determinarían el marco general de la revisión y el tipo pertinente de artículo. Se definieron los siguientes criterios:

### Criterios generales:

- Artículos publicados entre 2013 y septiembre de 2023
- Estudios que describieran el uso de metodologías de co-diseño o co-creación para desarrollar aplicaciones de RA

### Criterios específicos:

- Artículos que reportaran las ventajas, las desventajas, las limitaciones, las características, los trabajos futuros, los retos y la eficacia del co-diseño y la co-creación en la generación de experiencias de RA

- Artículos que describieran aplicaciones de RA que hubieran sido desarrolladas bajo metodologías de co-diseño y la co-creación
- Artículos que describieran las metodologías de co-diseño y co-creación de aplicaciones de RA en diferentes ámbitos

Se definieron los siguientes criterios de exclusión y, en consecuencia, se excluyeron los artículos que los cumplan:

- Estudios que no fueran investigativos, como opiniones de libros, editoriales, notas al editor, tesis doctorales y de maestría y otros documentos no científicos
- Artículos de revisión de literatura o puramente teóricos que no tuvieran estudios que aplicaran metodologías de co-diseño o co-creación

### **Categorías para el análisis y la codificación de los datos**

En este paso se definió un grupo de categorías de análisis, con sus correspondientes subcategorías y de acuerdo con cada pregunta de investigación. Dichas categorías permitieron analizar y agrupar los artículos en función de sus características comunes. Durante la revisión sistemática surgieron algunas subcategorías adicionales, y otras se refinaron con el fin de abarcar toda la información disponible en los artículos. La lista de categorías para el análisis, clasificadas por preguntas de investigación (RQ), se presenta a continuación. Las preguntas de investigación 4, 5, 6 y 7 no tienen categorías de análisis, pues son más generales y abiertas y fueron planteadas para recopilar la información más general de los artículos analizados.

#### ***RQ1: ¿Cuál es el campo de estudio en el que se han aplicado procesos de co-diseño y co-creación para desarrollar experiencias de RA?***

Para definir las categorías de análisis de esta pregunta de investigación, se tuvo en cuenta la Clasificación Internacional Estándar de Educación de la [UNESCO \(2012\)](#): Educación; Humanidades y artes; Ciencias económicas negocios y derecho; Ciencias exactas (física, química, matemáticas); Ingeniería, manufactura y construcción; Agricultura; Salud y bienestar; Servicios y otros.

#### ***RQ2: ¿Cuáles son los métodos de evaluación considerados para los procesos de co-diseño y co-creación de experiencias de RA?***

Para definir las categorías de análisis de esta pregunta, se tuvieron en cuenta algunos de los aspectos metodológicos de la investigación planteados por [Hernández Sampieri et al. \(2006\)](#): Muestra; Método de recolección de datos; Dimensión temporal (sección transversal o longitudinal).

#### ***RQ3: ¿Qué herramientas tecnológicas se han utilizado en el co-diseño o co-creación de experiencias de realidad aumentada?***

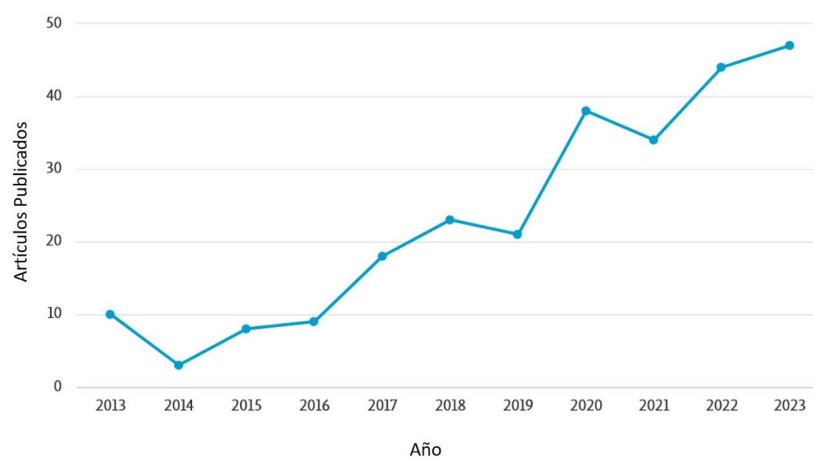
Las categorías de análisis para esta pregunta de investigación se definieron con base en la taxonomía propuesta por [Marques et al. \(2022\)](#), y algunas de ellas surgieron posteriormente como parte de la revisión de literatura: Gafas de realidad aumentada; Dispositivos móviles; Hologramas; *Software*.

Debido a que las demás preguntas de investigación no tienen categorías, no se listan en esta sección.

El análisis de contenido implica la revisión del texto completo de artículos y su agrupamiento según características comunes, en aras de descubrir tendencias de investigación sobre un tema en particular. Este método se utilizó para extraer información de cada artículo. Los dos autores codificaron manualmente los estudios según sus características y los clasificaron en las categorías y subcategorías definidas. Posteriormente, y a partir de una discusión, se llegó a un consenso sobre la información recopilada para cada categoría de análisis y de cada artículo de investigación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se describen y discuten los resultados de la revisión realizada. En total, se analizaron 40 artículos publicados entre 2013 y septiembre de 2023. La [Figura 2](#) muestra la evolución de las publicaciones sobre el co-diseño y la co-creación en relación con la generación de experiencias de RA. Como se puede observar en la gráfica, existe una tendencia creciente de publicaciones en el área, lo que demuestra el interés en este campo.



**Figura 2.** Evolución de las publicaciones en el área entre 2013 y 2023

La [Tabla 1](#) presenta el listado de artículos analizados. Para presentar los resultados, esta sección se organizó de acuerdo con cada una de las preguntas de investigación.

**Tabla 1.** Artículos incluidos en la revisión sistemática de literatura

#	Autores	Título	Referencia
1	Wang, Y., Vincenti, G., Braman, J., Dudley, A.	The ARICE framework: Augmented reality in computing education	(Wang <i>et al.</i> , 2013)
2	Alhumaidan, A., Lo, K., Selby, A.	Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook	(Alhumaidan <i>et al.</i> , 2018)
3	Guerrero, E., Lu, M., Yueh, H., Lindgren, H.,	Designing and evaluating an intelligent augmented reality system for assisting older adults' medication management	(Guerrero <i>et al.</i> , 2019)



4	Buhalis, D., Harwood, T., Bogicevic, V., Viglia, G., Beldona, S., Hofacker, C.	Technological disruptions in services: Lessons from tourism and hospitality	(Buhalis <i>et al.</i> , 2019)
5	Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk.	Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training	(Bacca <i>et al.</i> , 2019)
6	O'Hare, J., Dekoninck, E., Mombeshora, M., Martens, P., Becattini, N., Boujut, J.-F.	Defining requirements for an augmented reality system to overcome the challenges of creating and using design representations in co-design sessions	(O'Hare <i>et al.</i> , 2020)
7	Cascini, G., O'Hare, J., Dekoninck, E., Becattini, N., Boujut, J.-F.	Exploring the use of AR technology for co-creative product and packaging design	(Cascini <i>et al.</i> , 2020)
8	Kerr, J., Lawson, G.	Augmented reality in design education: Landscape architecture studies as AR experience	(Kerr & Lawson, 2020)
9	Masclat, C., Poulin, M., Boujut, J.-F., Becattini, N.	Real-time coding method and tool for artefact-centric interaction analysis in co-design situations assisted by augmented reality	(Masclat <i>et al.</i> , 2020)
10	Huh, J., Lee, K., Roldan, W., Castro, Y., Kshirsagar, S.	Making of mobile SunSmart: Co-designing a just-in-time sun protection intervention for children and parents	(Huh <i>et al.</i> , 2021)
11	Jang, J., Lee, J., Echeverria, V., Lawrence, L., Aleven, V.	Explorations of designing spatial classroom analytics with virtual prototyping	(Jang <i>et al.</i> , 2021)
12	Magnusson, C., Rassmus-Gröhn, K., Lindskog, C., Lewy, H., Barkan, R.	Augmented reality games for children with cerebral palsy	(Magnusson <i>et al.</i> , 2022)
13	Mosbak, L., Bjorner, T.	An augmented reality training application for service and maintenance of a medical analyzer: A UX approach to usefulness and user satisfaction	(Mosbak & Bjorner, 2022)
14	Achilleos, A., Mettouris, C., Yeratziotis, A., Starosta-Sztuczka, J., Moza, S., <i>et al.</i>	Lessons learned from older adults fusing of an augmented reality, assisted living and social interaction platform	(Achilleos <i>et al.</i> , 2023)
15	Albarrak, L., Metatla, O., Roudaut, A.	Co-design to study the design of large-scale shape-changing interfaces	(Albarrak <i>et al.</i> , 2023)
16	Ben Guefrech, F., Boujut, J., Dekoninck, E., Cascini, G.	Studying interaction density in co-design sessions involving spatial augmented reality	(Ben Guefrech <i>et al.</i> , 2023)
17	Bodini, A., Colecchia, F., Manohar, A., Harrison, D., Garaj, V.	Using immersive technologies to facilitate location scouting in audiovisual media production: A user requirements study and proposed framework	(Bodini <i>et al.</i> , 2023)
18	O'Connor, A., Tai, A., Brinn, M., Hoang, A., Cataldi, D., Carson-Chahhoud, K.	Co-design of an augmented reality asthma inhaler educational intervention for children: Development and usability study	(O'Connor <i>et al.</i> , 2023)
19	Panhale, T., Bryce, D., Tsoukou, E.	Augmented reality and experience co-creation in heritage settings	(Panhale <i>et al.</i> , 2023)
20	Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., Fabregat, R.	Co-design of augmented reality games for learning with teachers: A methodological approach	(Tobar-Muñoz <i>et al.</i> , 2023)
21	Lunding, M., Grønbaek, J., Bilstrup, K., Sørensen, M., Petersen, M.	ExposAR: Bringing augmented reality to the computational thinking agenda through a collaborative authoring tool	(Lunding <i>et al.</i> , 2022)
22	Hertel, J., Gabel, J., Kruse, L., Wollborn, M., Steinicke, F.	Co-design of an augmented reality maintenance tool for gas pressure regulation stations	(Hertel <i>et al.</i> , 2022)
23	Howard, J., Mcdonald, B., Philips, T., Krzywinska, T., Speakman, J., Brown, D., Mitchell, A., Parker, A.	The Kerdroya postmortem: Navigating the labyrinth of co-creative design and collective vision	(Howard <i>et al.</i> , 2022)

24	Geerts, D., van Beek, E. Miranda, F.	Viewers' visions of the future: Co-creating hyper-personalized and immersive tv and video experiences	(Geerts <i>et al.</i> , 2019)
25	Holopainen, N., Soro, A., Brereton, M.	Using augmented reality to explore gender and power dynamics in STEM higher education	(Holopainen <i>et al.</i> , 2023)
26	Bourguet, M.-L., Wang, X., Ran, Y., Zhou, Z., Zhang, Y., Romero-González, M.	Virtual and augmented reality for teaching materials science: A students as partners and as producers project	(Bourguet <i>et al.</i> , 2020)
27	Ortiz, A., Vitery, C., González, C., Tobar-Muñoz, H.	Evaluation of an augmented reality multiplayer learning game	(Ortiz <i>et al.</i> , 2018)
28	Bacca-Acosta, J., Lis-Gutiérrez, P., Ávila-Garzón, C., Sandoval-Escobar, M., Cárdenas-Criollo, J.	Work-in-progress—A mobile augmented reality application for learning about trademark registration in intellectual property education	(Bacca-Acosta <i>et al.</i> , 2022)
29	Yin, C., Jung, T., tom Dieck, M., Lee, M.	Mobile augmented reality heritage applications: Meeting the needs of heritage tourists	(C. Yin <i>et al.</i> , 2021)
30	Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., Fabregat, R.	Co-Design of augmented reality game-based learning games with teachers using Co-CreaARGBL method	(Tobar-Muñoz <i>et al.</i> , 2016)
31	Bettelli, A., Orso, V., Pluchino, P., Gamberini, L.	An enriched visit to the botanical garden: Co-designing tools and contents	(Bettelli <i>et al.</i> , 2019)
32	Delic, A., Domancic, M., Vujevic, P., Drljevic, N., Boticki, I.	AuGeo: A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education	(Delic <i>et al.</i> , 2014)
33	Winschiers-Theophilus, H., Virmasalo, V., Samuel, M., Stichel, B., Afrikaner, H.	Facilitating design for the unknown: An inclusive innovation design journey with a San community in the Kalahari desert	(Winschiers-Theophilus <i>et al.</i> , 2020)
34	Han, D., Abreu e Silva, S., Schröder, K., Melissen, F., Haggis-Burridge, M.	Designing immersive sustainable food experiences in augmented reality: A consumer participatory co-creation approach	(Han <i>et al.</i> , 2022)
35	Shen, X., Pai, Y., Kiuchi, D., Bao, K., Aoki, T.	Dementia eyes: Co-design and evaluation of a dementia education augmented reality experience for medical workers	(Shen <i>et al.</i> , 2023)
36	Woodward, J., Alemu, F., López, N., Anthony, L., Yip, J., Ruiz, J.	"It would be cool to get stampeded by dinosaurs": Analyzing children's conceptual model of AR headsets through co-design	(Woodward <i>et al.</i> , 2022)
37	Holley, D., Howlett, P.	Engaging our school teachers: An augmented reality (AR) approach to continuous professional development	(Holley & Howlett, 2016)
38	Alkadhi, B., Alnafisi, G., Aljowair, L., Alotaibi, L., Alduaifi, N., Alhumood, R.	Co-design of augmented reality storybooks for children with autism spectrum disorder	(Alkadhi <i>et al.</i> , 2020)
39	Cárdenas, A., Jacobs, J., Monroy-Hernández, A., Nebeling, M.	AR exhibitions for sensitive narratives: Designing an immersive exhibition for the museum of memory in Colombia	(Cárdenas <i>et al.</i> , 2022)
40	Cesário, V., Coelho, A., Nisi, V.	Co-designing gaming experiences for museums with teenagers	(Cesário <i>et al.</i> , 2019)

En las siguientes subsecciones se presentan los resultados obtenidos con respecto a cada una de las preguntas de investigación.

### **RQ1: ¿Cuál es el campo de estudio en el que se han aplicado procesos de co-diseño y co-creación para desarrollar experiencias de RA?**

Con respecto al uso de procesos de co-diseño y co-creación en la generación de experiencias de RA, la [Tabla 2](#) presenta los resultados obtenidos del proceso de codificación de datos en la categoría de *campo de estudio*. El objetivo de esta categoría de análisis es mostrar en qué áreas del conocimiento se han utilizado procesos de co-diseño y co-creación para crear experiencias de RA.

El resultado más llamativo de esta categoría es que en la mayoría de los artículos (33 %) se reporta el uso de procesos de co-diseño y co-creación para la generación de herramientas de RA en el campo de la educación. Esto indica que la mayor parte de la investigación realizada se ha concentrado en identificar los beneficios y aportes de la RA en procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto puede deberse a que la RA ha mostrado ser una tecnología de apoyo educativo. La RA ha transformado algunas prácticas en este campo al ofrecer nuevas formas de presentación de la información, fomentar la participación activa de los estudiantes y crear entornos de aprendizaje más estimulantes y efectivos ([Alhumaidan et al., 2018](#); [Bacca et al., 2019](#); [Kerr & Lawson, 2020](#); [Tobar-Muñoz et al., 2023](#); [Wang et al., 2013](#)). Los libros de texto y otros materiales educativos pueden enriquecerse con contenido aumentado. Los estudiantes pueden escanear imágenes o páginas específicas para acceder a videos, animaciones, explicaciones interactivas y recursos adicionales, como se plantea en [Alhumaidan et al. \(2018\)](#) sobre un proceso de co-diseño que involucra a niños de escuela primaria en el diseño y evaluación de un libro de texto, permitiendo su participación y contribución activas. Esto conduce a una experiencia de aprendizaje más atractiva y personalizada, así como a la inclusión de personajes 3D y elementos interactivos que explican el contenido. Esto puede mejorar la participación y la comprensión del material por parte de los niños. La participación de los estudiantes en el co-diseño de experiencias educativas de RA puede ser un aspecto clave para favorecer la aceptación de estas herramientas en el aula de clase.

Para el área de la ingeniería, el 28 % de los artículos reporta alguna aplicación relacionada con el apoyo a procesos apoyados en RA. Respecto al diseño de prototipos de aplicaciones, se muestra cómo la RA puede proporcionar guías paso a paso para ensamblar o construir estructuras. Esto mejora la precisión y eficiencia en la práctica de la ingeniería, reduciendo errores o reprocesos ([Albarrak et al., 2023](#); [Ben Guefrech et al., 2023](#); [Buhalis et al., 2019](#); [Cascini et al., 2020](#); [O'Hare et al., 2020](#)), permitiendo la creación de entornos de simulación interactivos. Estos entornos permiten practicar en situaciones realistas sin riesgos asociados ([Bodini et al., 2023](#); [Jang et al., 2021](#); [Masclat et al., 2020](#); [Mosbak & Bjorner, 2022](#)), brindando una mejor percepción a los usuarios. A través de la RA, el estudio de [Albarrak et al. \(2023\)](#) logró proporcionar una experiencia inmersiva en la que los usuarios experimentan cómo las paredes cambian de forma, provocando reacciones emocionales positivas y negativas, así como diferentes ilusiones sensoriales. A través del co-diseño, [Mosbak y Bjorner \(2022\)](#) desarrollaron una aplicación de RA que permite realizar trabajos de mantenimiento en un analizador médico, a la vez que capacita a las personas en este proceso, mejorando el desempeño de los ingenieros en campo y optimizando el tiempo invertido en capacitaciones.

Después del campo de la ingeniería, se encuentran en igualdad los campos de humanidades y artes y salud y bienestar, con porcentajes del 18 y el 13 % respectivamente. Para el primer campo, la mayoría de las investigaciones se ha centrado en aplicaciones con RA sobre patrimonio cultural y museos. Por ejemplo, el estudio de [Panhale et al. \(2023\)](#) utilizó RA para superponer información adicional sobre sitios históricos. El co-diseño muestra reconstrucciones virtuales de estructuras antiguas o permite acceder a detalles históricos relevantes mientras se explora un lugar físico, creando experiencias narrativas aumentadas que permiten sumergirse en eventos históricos o contextos sociales específicos. Esto hace que el aprendizaje sea más inmersivo y memorable, brindando una experiencia innovadora.

En el campo de la salud y el bienestar (13 %), la RA se ha aplicado para brindar beneficios al usuario, proporcionando una experiencia mejorada para el día a día en el desarrollo de actividades que implican cierto grado de dificultad. A través de la RA, la investigación de [Magnusson et al. \(2022\)](#) buscó fomentar un espacio de diversión y bienestar con juegos interactivos diseñados especialmente para niños con parálisis cerebral. Esto, por medio de una aplicación para hacer que la actividad física sea motivadora, en aras de animar a los niños y adultos a ser más activos físicamente. En otros casos del área de la salud, la RA se ha utilizado para educar a los pacientes sobre sus condiciones médicas de una manera visual y comprensible. Así, los pacientes pueden ver modelos 3D de órganos o procesos biológicos y comprender mejor su situación de salud ([Achilleos et al., 2023](#); [Huh et al., 2021](#); [O'Connor et al., 2023](#)) y bienestar ([Guerrero et al., 2019](#)). Esto se ha logrado, por ejemplo, mediante un aplicativo accesible que busca mejorar la experiencia de los adultos mayores al gestionar la solicitud de medicamentos asignados por su médico tratante, evitando largas y extensas filas, además de mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad al proporcionar ayudas visuales o de navegación. [Shen et al. \(2023\)](#) presentó y evaluó una aplicación de RA en el área de la salud, la cual fue co-diseñada con expertos, que permite reflexionar acerca de lo que experimenta una persona con demencia, a fin de generar empatía en el personal médico que se forma para tratar a pacientes con esta condición.

Para el caso de las ciencias económicas, los negocios y el derecho (3 %), la RA se ha utilizado, por ejemplo, como guía en temas de propiedad intelectual ([Bacca-Acosta et al., 2022](#)). En la categoría de servicios y otros (10 %) se encuentran investigaciones orientadas a la co-creación de experiencias inmersivas de televisión con RA ([Geerts et al., 2019](#)), el co-diseño de experiencias para los visitantes de una exposición ([Bettelli et al., 2019](#)) o la co-creación de narrativas para experiencias de comida sostenible a nivel inmersivo ([Han et al., 2022](#)).

Los resultados de esta revisión no muestran aplicaciones de RA en el campo de las ciencias exactas o la agricultura. Estos resultados pueden constituir un incentivo para que los investigadores de las áreas mencionadas exploren el uso de esta tecnología.

**Tabla 2.** Campos de estudio donde se aplica la RA

Subcategoría	Número de estudios	Porcentaje
Educación	13	33
Humanidades y artes	7	18
Ciencias económicas, negocios y derecho	1	3
Ciencias exactas	0	0
Ingeniería	11	28
Agricultura	0	0
Salud y bienestar	5	13
Servicios y otros	3	8

**RQ2: ¿Cuáles son los métodos de evaluación considerados para los procesos de co-diseño y co-creación de experiencias de RA?**

En cuanto a las categorías de métodos de evaluación considerados para los procesos de co-diseño y co-creación de experiencias de RA, la [Tabla 3](#) presenta muestras de investigación, la [Tabla 4](#) describe métodos de recolección de datos y, por último, la [Tabla 5](#) trata la dimensión temporal.

Los resultados muestran que, en lo que atañe a las muestras de investigación ([Tabla 3](#)), la mayoría de los estudios utilizó muestras pequeñas, *i.e.*, 30 o menos (73 %), y algunos consideraron muestras medianas, *i.e.* entre 30 y menos de 60 y entre 100 y menos de 200 (7 y 10 % respectivamente). Las muestras de entre 60 y menos de 100 y más de 200, así como las que no se especifican en sus respectivos estudios, tienen porcentajes menores. Una interpretación de este resultado es que la investigación en co-diseño y co-creación se torna complicada con muestras grandes, dado que la conformación de equipos es un tema complicado, así como hacer que los tiempos de los participantes coincidan. Esto ha sido reconocido por varios investigadores como una limitante de las investigaciones en este campo. Como se puede apreciar, la mayoría de las investigaciones ha considerado muestras de investigación pequeñas, lo que puede llevar a sesgos o a resultados que no se pueden generalizar en otros dominios. En este sentido, se recomienda que las investigaciones futuras consideren muestras más grandes.

**Tabla 3.** Muestras de investigación de los estudios revisados

Categorías	Número de estudios	Porcentaje
30 o menos	30	73
Entre 30 y menos de 60	3	7
Entre 60 y menos de 100	2	5
Entre 100 y menos de 200	4	10
Más de 200	1	2
No especificado en el estudio	1	2

En cuanto a los métodos de recolección de datos ([Tabla 4](#)), es importante anotar que, en algunos casos, los estudios utilizan más de un método, por lo que un mismo estudio podría contar dos veces en la Tabla. Es por esto que el total de artículos allí reportados no concuerda con el conteo total. La mayoría de los estudios aplicaron encuestas (29 %), entrevistas (24 %) y grupos focales (24 %). Pocos estudios aplicaron pruebas de usabilidad (5 %). En esta área, los grupos focales suelen utilizarse bastante, dada su pertinencia en los procesos bajo estudio. A la luz de los resultados, se puede sugerir que las investigaciones futuras utilicen métodos adicionales de corte cualitativo, en aras de recopilar información acerca de la efectividad de los procesos de co-diseño y co-creación, *e.g.*, los métodos observacionales y el análisis observacional.

**Tabla 4.** Métodos de recolección de datos en los estudios analizados

Subcategoría	Número de estudios	Porcentaje
Entrevistas	10	24
Encuestas	12	29
Pruebas de usabilidad	2	5
Cuestionarios	8	19
Grupos focales	10	24

En cuanto a la dimensión temporal de los estudios revisados, la [Tabla 5](#) muestra que todos los trabajos eran transversales (100 %). Esto puede deberse a que el uso de métodos de co-diseño y co-creación es un área emergente, por lo que la mayoría de las investigaciones han sido exploratorias. Se espera que, a

futuro, se realicen más investigaciones de tipo longitudinal para observar el efecto de las intervenciones a lo largo del tiempo. Adicionalmente, se podría analizar la efectividad y la aceptación de una aplicación en un periodo específico, obteniendo respuestas y resultados rápidos, dado el estado actual del campo estudiado. Algunas investigaciones sobre RA podrían enfocarse en aspectos particulares como la usabilidad, la experiencia del usuario o la eficacia de una aplicación en un contexto específico. Estos aspectos pueden evaluarse de manera efectiva en un diseño transversal, pero cabe añadir que la realización de estudios longitudinales puede ser más intensiva en términos de recursos tanto financieros como logísticos. Las limitaciones de tiempo y presupuesto pueden influir en la elección de un diseño de investigación.

**Tabla 5.** *Dimensión temporal de los estudios revisados*

Subcategoría	Número de estudios	Porcentaje
Transversal	40	100
Longitudinal	0	0

**RQ3: ¿Qué herramientas tecnológicas se han utilizado en el co-diseño o la co-creación de experiencias de RA?**

Inicialmente, las herramientas empleadas en los artículos de esta revisión se clasificaron en cinco subcategorías (Tabla 6), donde la categoría *otro* se refiere, por ejemplo, al co-diseño o la co-creación de artefactos como gafas de RA o prototipos de baja calidad en experiencias de este tipo. La herramienta tecnológica más común es el *software* con RA, o algún tipo de *hardware* (53 % de los estudios analizados). Esto podría deberse a que las investigaciones son exploratorias y no han utilizado otras herramientas de manera masiva. Los dispositivos móviles se utilizaron en un 25 % de los estudios, dada su facilidad para desplegar aplicaciones de RA. Únicamente en dos estudios (5 %) se co-crearon o co-diseñaron aplicaciones para gafas de realidad aumentada o mixta. De los artículos analizados, únicamente el estudio de [Bourguet et al. \(2020\)](#) utilizó gafas de RA. Esto se hizo en el marco del proceso de co-creación de una aplicación para la enseñanza de la ciencia de materiales. Adicionalmente, el estudio de [Hertel et al. \(2022\)](#) co-diseñó una aplicación para gafas de realidad mixta (Hololens 2) relacionada con el mantenimiento de estaciones de regulación de presión de gas. Otro aspecto que podría limitar –por ahora– el uso de gafas de RA es el costo, que limita el uso masivo.

**Tabla 6.** *Herramientas o tecnologías utilizadas en los estudios revisados*

Subcategoría	Número de estudios	Porcentaje
Gafas de realidad aumentada o mixta	2	5
Dispositivos móviles	10	25
Hologramas	0	0
Software/hardware	21	53
Otro	5	18

**RQ4: ¿Cuáles son las metodologías utilizadas para el co-diseño y la co-creación de experiencias de RA?**

En general, en todos los estudios revisados, los autores establecieron sus propias metodologías para el co-diseño y la co-creación. Esto quiere decir que los autores de cada investigación definieron los pasos o etapas del proceso y no se ciñeron a una metodología consolidada en la literatura. En otros casos, las metodologías no fueron completamente descritas en los artículos, o los autores interpretaron de diferentes maneras lo que significan el co-diseño y la co-creación. Una excepción es el trabajo de [Tobar-Muñoz et al. \(2016\)](#), quienes definieron claramente el Co-CreARGBL, una metodología y un conjunto claro de roles para la co-creación de experiencias de RA en el marco del aprendizaje basado en juegos. La metodología fue posteriormente validada de forma rigurosa, y los resultados se reportan en [Tobar-Muñoz et al. \(2023\)](#). Para esta metodología, las principales etapas fueron: 1) el entrenamiento de profesores, 2) el diseño iterativo (ideación, diseño y desarrollo) y 3) la evaluación. Un aspecto relevante de esta metodología es el entrenamiento de profesores en conceptos relacionados con la RA y sus aplicaciones en la educación. Los roles definidos para esta metodología fueron el líder, el diseñador, los desarrolladores, los investigadores, los profesores y los estudiantes.

De manera similar, el estudio de [Alkadhi et al. \(2020\)](#) describió claramente las cuatro fases (descubrir, definir, desarrollar y entregar) de la co-creación de un libro con RA para niños con autismo. Los roles definidos para la metodología de co-creación fueron los siguientes: padres de familia, médicos, cuidadores, investigadores y desarrolladores.

Por otro lado, cuando se trata el tema de metodologías para el co-diseño y la co-creación, un término que aparece frecuentemente es el *diseño participativo* ([Bodini et al., 2023](#)). El diseño participativo tiene sus raíces en la investigación-acción participativa y nace en la región de Escandinavia entre los 70 y los 80 ([Spinuzzi, 2005](#)). De acuerdo con [Spinuzzi \(2005\)](#) el diseño participativo es una metodología de investigación y tiene su propia orientación metodológica, métodos y técnicas, así como la investigación-acción participativa. El diseño participativo, como su nombre lo indica, tiene que ver con el diseño de artefactos, *i.e.*, *hardware*, *software* o conocimiento tácito o explícito. Otra concepción del diseño participativo es la del uso de métodos como entrevistas, análisis observacional y etnografía, entre otros instrumentos que permiten el diseño y la construcción de artefactos de manera iterativa, y cuyos resultados son parte de la co-interpretación entre participantes, diseñadores e investigadores ([Spinuzzi, 2005](#)). El diseño participativo es considerado como sinónimo del co-diseño y, en algunas ocasiones, como un proceso de operacionalización ([IxDF, 2024](#)). En esta revisión de la literatura, se analizaron artículos de investigación prestando especial atención a la presencia del concepto de *co-diseño*, si bien considerando que el término *diseño participativo* puede utilizarse como sinónimo.

Otros estudios se han enfocado en el uso de herramientas de prototipado específicas para la RA, permitiendo a los diseñadores y desarrolladores visualizar cómo se integrarán elementos virtuales en el mundo real ([Alhumaidan et al., 2018](#); [Buhalis et al., 2019](#); [Cascini et al., 2020](#); [Guerrero et al., 2019](#); [Jang et al., 2021](#); [Maslet et al., 2020](#); [Mosbak & Bjorner, 2022](#); [O'Hare et al., 2020](#)). Adicionalmente, por medio de casos de estudio ([Albarrak et al., 2023](#); [Ben Guefrech et al., 2023](#); [Tobar-Muñoz et al., 2023](#)), y con la ejecución de pruebas de usabilidad y la evaluación de prototipos de RA con usuarios reales, se ha obtenido retroalimentación temprana. Esto ayuda a identificar posibles problemas y garantiza que una aplicación cumpla con las expectativas y necesidades del usuario. [Winschiers-Theophilus et al. \(2020\)](#) plantearon una metodología para procesos de co-diseño con una comunidad indígena en Namibia, a fin de co-crear imanes para nevera que integran RA. Este estudio mostró las posibilidades de trabajo conjunto con una comunidad indígena en el desarrollo de un producto con RA. Las fases de la metodología fueron

las siguientes: 1) prototipado con estudiantes, 2) estudio de mercado del sector turismo, 3) co-diseño del contenido del producto, 4) generación del material de marketing. Sin embargo, los autores no definieron claramente los roles de la metodología.

Por otro lado, algunas investigaciones han utilizado enfoques de co-diseño –como se describe en [Bacca et al. \(2019\)](#), [Hertel et al., \(2022\)](#), [Kerr y Lawson, \(2020\)](#) y [Wang et al. \(2013\)](#)– para realizar pruebas adicionales a medida que se desarrolla una aplicación, identificando y corrigiendo problemas a medida que surgen. Las iteraciones son fundamentales para perfeccionar la experiencia de usuario y abordar cualquier problema técnico que se presente o verificar que se suplan necesidades específicas, así como para desarrollar métodos de evaluación post-implementación. Para procesos de co-creación, por ejemplo, [Bourguet et al. \(2020\)](#) adoptaron los modelos *students-as-partners* y *students-as-producers* para llevar a buen término procesos que involucraban a estudiantes. [Huh et al. \(2021\)](#) desarrollaron una aplicación para educar a niños y padres sobre la protección de la piel ante los rayos UV, contribuyendo a prevenir el cáncer de piel. Este es un ejemplo de métodos de capacitación por medio de RA.

En general, en muchos de los artículos analizados no se detallan las metodologías utilizadas para los procesos de co-creación o co-diseño, lo que representa una limitante para otros investigadores en el campo. Las etapas que se siguieron no se expresan claramente, así como los roles y actividades en cada fase. Esto es un obstáculo en la creación de una metodología común. En este sentido, los autores invitan a los investigadores a que proporcionen más detalles sobre sus procedimientos en trabajos futuros, además de las actividades de cada fase y los roles asignados. También resulta importante hacer explícita cualquier adaptación de metodologías existentes de co-diseño y co-creación, en aras de rastrear la evolución de una metodología y validarla a lo largo del tiempo.

### ***RQ5: ¿Qué ventajas se han descrito en los estudios sobre co-diseño o co-creación de experiencias de RA?***

En el contexto de la RA, el co-diseño y la co-creación brindan una serie de ventajas clave que transforman el proceso creativo y enriquecen la experiencia final. En primer lugar, estas metodologías fomentan una participación activa, involucrando directamente a usuarios finales, diseñadores y otros interesados en el desarrollo de la experiencia ([Panhale et al., 2023](#)). Este enfoque colaborativo no solo diversifica las perspectivas, sino que también promueve un sentido de co-propiedad del resultado final. La experiencia colaborativa constituye otra ventaja destacada. Los procesos de co-diseño y co-creación también permiten que se generen nuevas ideas y alternativas dentro del mismo proceso, las cuales pueden servir como insumo para futuras instancias ([Cesário et al., 2019](#)). Este aspecto enriquece los procesos de innovación.

Cuando se genera contenido narrativo interactivo, se deben considerar las capacidades tecnológicas de la RA, a fin de que encajen lógicamente en la narrativa. En este aspecto, la co-creación tiene un papel fundamental, pues permite que los actores involucrados puedan identificar el propósito de la narrativa y cómo este se ajusta a la solución tecnológica propuesta ([Han et al., 2022](#)). En línea con esto, [Cárdenas et al. \(2022\)](#) plantearon que, a partir del proceso de co-diseño con usuarios, es posible identificar las posibilidades tecnológicas de la RA en la representación de narrativas, de tal forma que no se llegue, en este caso, a la revictimización.

La co-creación permite una colaboración en tiempo real entre diseñadores y usuarios, facilitando una retroalimentación instantánea. Esta interacción dinámica garantiza ajustes rápidos y precisos, asegurando que el producto final responda a las expectativas y necesidades del usuario desde las etapas iniciales del desarrollo. A manera de ejemplo, [Cesário et al. \(2019\)](#) plantearon que el co-diseño puede transformar



radicalmente la manera en que los museos presentan sus exhibiciones a adolescentes cuando estos últimos participan en el proceso de diseño mediante un soporte tecnológico como la RA. Sin embargo, se debe tener especial cuidado, pues algunas investigaciones han confirmado que, cuando se trata de narrativas digitales, la estética y efectos sonoros de la experiencia podrían opacar la historia que se quiere contar (Cárdenas *et al.*, 2022). En este sentido, se recomienda un balance entre el aspecto visual, el contexto y la historia.

Una ventaja significativa de este modelo es la mejora de la experiencia del usuario. Al involucrar a los usuarios finales en el proceso de diseño, se asegura que la interfaz y la interacción sean intuitivas y satisfactorias. Este enfoque centrado en el usuario contribuye a la creación de soluciones más efectivas y adaptadas a preferencias y comportamientos reales (Panhalé *et al.*, 2023). En este sentido, la co-creación y el co-diseño con el usuario final facilitan la personalización de las experiencias de RA (Bettelli *et al.*, 2019). Adicionalmente, la participación de usuarios no expertos en tecnología facilita el aprendizaje y acercamiento a la tecnología por parte de las comunidades (Winschiers-Theophilus *et al.*, 2020). La participación de los usuarios finales, a nivel de investigación, facilita la generación de lineamientos de diseño; los investigadores pueden observar la forma en que los usuarios interactúan con un producto a medida que participan en su diseño (Woodward *et al.*, 2022).

Desde una perspectiva educativa, una ventaja es que la participación de los estudiantes en procesos de co-diseño de artefactos o aplicaciones para sus compañeros facilita la adquisición de conocimientos y otras habilidades, como la búsqueda y la organización de información, la comunicación, el trabajo interdisciplinar y en equipo, la resolución de problemas y el logro de una comprensión profunda de los conceptos abordados (Bourguet *et al.*, 2020). Por otro lado, cuando los estudiantes participan en procesos de co-creación, el escenario se convierte en una oportunidad para que los estudiantes puedan manifestar claramente cuáles son sus necesidades de formación y las de sus compañeros, en aras de que los artefactos educativos co-creados estén mejor alineados con las necesidades de formación (Bourguet *et al.*, 2020). Por otro lado, la participación de profesores en el proceso de co-diseño enriquece la forma final de un artefacto educativo y facilita el cumplimiento del propósito de formación (Lunding *et al.*, 2022).

La creatividad colectiva también es un beneficio distintivo, y la co-creación reúne diversas perspectivas y habilidades para fomentarla (Kerr & Lawson, 2020). Este enfoque más inclusivo puede resultar en soluciones innovadoras que pueden surgir en un entorno de diseño más tradicional. La adaptabilidad y flexibilidad son características inherentes al co-diseño y la co-creación en RA. La capacidad de realizar ajustes en tiempo real permite una mayor adaptabilidad a cambios en requisitos o preferencias (Masclat *et al.*, 2020), una característica crucial en entornos dinámicos y evolutivos. La aceptación del usuario también muestra un aumento sustancial, y su participación activa genera un sentido de apropiación y conexión con el producto final, aumentando la probabilidad de adopción y uso continuado (Jang *et al.*, 2021). Algunos autores han encontrado que, a través de los procesos de co-diseño, es posible hacer que la población se involucre de una mejor manera y se interese más por algunos temas, e.g., la memoria histórica (Cárdenas *et al.*, 2022).

Además, estos enfoques reducen la probabilidad de errores y problemas significativos en la versión final de un artefacto. La identificación temprana y la corrección inmediata durante el co-diseño disminuyen la necesidad de ajustes costosos en etapas posteriores del desarrollo. En un sentido más amplio, la co-creación y el co-diseño en RA fomentan la innovación al proporcionar un espacio para la exploración de ideas novedosas y enfoques creativos. Esta colaboración abierta estimula la innovación y la búsqueda de soluciones únicas (Buhalis *et al.*, 2019).

Finalmente, la integración se destaca como una ventaja fundamental. La participación de diversas voces y perspectivas en el proceso de diseño garantiza que las experiencias de RA sean accesibles y relevantes para una amplia gama de usuarios (Bacca *et al.*, 2019), promoviendo así la igualdad de acceso y uso. En conjunto, estas ventajas demuestran la poderosa influencia del co-diseño y la co-creación en la creación de experiencias de RA más efectivas, inclusivas y alineadas con las necesidades y expectativas de los usuarios.

Con la participación de las múltiples partes interesadas en el proceso de co-creación y co-diseño, se garantiza que las aplicaciones aborden una amplia gama de necesidades y consideraciones, llevando a soluciones más integrales y que atienden mejor a las necesidades o requerimientos originales. Según Panhale *et al.* (2023), una de las ventajas de la co-creación y el co-diseño en la investigación es la capacidad de visualizar experiencias inmersivas y diversas en sitios patrimoniales naturales y artificiales, junto con un amplio mercado turístico en un campo virtual y real.

### ***RQ6: ¿Qué limitaciones se han reportado en estudios sobre el co-diseño o la co-creación de experiencias de RA?***

Algunas de las limitaciones reportadas por los estudios analizados tienen que ver con los altos costos de implementación de tecnologías de RA y herramientas de desarrollo, lo que limita la participación de pequeñas y medianas empresas (PyMEs), diseñadores independientes o comunidades con recursos limitados (O'Hare *et al.*, 2020). En este sentido, Woodward *et al.* (2022) recomiendan que, cuando se realicen trabajos de diseño participativo con niños, todos ellos tengan la posibilidad de utilizar gafas de RA o dispositivos tecnológicos para facilitar el desarrollo de las sesiones. Sin embargo, en procesos de co-diseño de experiencias de RA con adolescentes, el nivel de *engagement* que se puede lograr suele verse disminuido, pues los integrantes de este grupo etario prefieren crear los prototipos por sí mismos (Cesário *et al.*, 2019), por lo que las experiencias de co-creación pueden ser más efectivas pero requieren más tiempo. Por otro lado, en algunos casos, la curva de aprendizaje de la RA es alta, lo que puede limitar la adopción de aplicaciones desarrolladas con esta tecnología. La falta de familiaridad con las herramientas y plataformas de RA puede afectar la eficiencia y la calidad de la co-creación, especialmente cuando la experiencia técnica de los participantes es diversa (Achilleos *et al.*, 2023; Guerrero *et al.*, 2019). También afirman algunos autores que los procesos de co-diseño y co-creación requieren de sesiones que pueden ser muy largas, y que, en algunas ocasiones, no todos los participantes pueden disponer el tiempo necesario para el proceso (Holopainen *et al.*, 2023).

Las limitaciones técnicas, tales como la calidad de las cámaras, la capacidad de procesamiento y la conectividad, pueden impactar la experiencia de co-creación. Problemas técnicos como la latencia o la falta de precisión en la detección de objetos pueden obstaculizar una colaboración fluida o afectar la experiencia del usuario. En general, la falta de investigación en el uso de RA ha limitado el co-diseño y la co-creación de experiencias para su aplicación en algunas áreas (Han *et al.*, 2022).

A pesar de sus beneficios, el co-diseño y la co-creación de experiencias de RA presentan algunas limitaciones importantes. Una de las restricciones más evidentes es la necesidad de acceso a tecnología avanzada (Mosbak & Bjorner, 2022). No todos los participantes pueden tener dispositivos compatibles con RA, lo que podría excluir a ciertos segmentos de la población de estas experiencias. Esta brecha tecnológica puede afectar la participación y limitar la diversidad de perspectivas en el proceso creativo. Otra limitación notable está relacionada con la curva de aprendizaje asociada al uso de tecnologías emergentes como la RA. La falta de familiaridad con las herramientas y plataformas de RA puede representar un desafío,

especialmente para aquellos participantes que no tienen experiencia técnica, potencialmente afectando la eficiencia y la calidad de la co-creación en ciertos entornos. Según [Mosbak y Bjorner \(2022\)](#), uno de los mayores retos en el co-diseño de aplicaciones tiene que ver con que el responda satisfactoriamente a las necesidades, preferencias e intereses de los usuarios con respecto al contexto y la tecnología utilizada.

La interacción física limitada constituye otra restricción importante. Aunque la RA permite superponer elementos virtuales en el mundo real, la interacción física directa con estos elementos puede llegar a ser crucial. Esta restricción puede afectar la expresión creativa y la manipulación intuitiva de objetos virtuales durante el proceso de co-diseño.

En el ámbito de la colaboración remota, surgen desafíos adicionales cuando los participantes se encuentran en ubicaciones geográficas diferentes ([Jang et al., 2021](#)). La coordinación a distancia puede ser más compleja, y la sincronización de la colaboración puede variar debido a factores como la velocidad de la red, afectando la eficacia del proceso.

Finalmente, se pueden mencionar aspectos éticos y de privacidad que también deben ser considerados. La co-creación de experiencias de RA puede implicar la captura y la manipulación de datos del mundo real, incluyendo, por supuesto, los datos de los usuarios que participan en el proceso, suscitando preocupaciones éticas y de privacidad que deben abordarse adecuadamente para garantizar un entorno de colaboración seguro y ético. En este sentido, el co-diseño y la co-creación pueden llevar a que algunos usuarios participantes sugieran, no intencionalmente, ideas que vayan en contravía de algunos principios éticos o de algunos enfoques generalmente aceptados en determinadas áreas, lo que, por ejemplo, podría llevar a la revictimización ([Cárdenas et al., 2022](#)). Esto requiere de una coordinación efectiva y una visión holística por parte de los investigadores o el equipo que guía el proceso de co-diseño o co-creación.

Estas limitaciones destacan la importancia de abordar desafíos tanto tecnológicos como sociales para maximizar el potencial de la co-creación y el co-diseño en el contexto de la RA.

## TENDENCIAS Y VISIÓN A FUTURO

Esta sección da respuesta a la pregunta de investigación RQ7 (¿cuáles son las líneas de investigación futuras sobre co-diseño y co-creación de experiencias de RA?).

A partir de la revisión de literatura, se pudo inferir que uno de los aspectos que requiere más atención es la definición y validación de metodologías de co-diseño y co-creación que permitan el desarrollo de experiencias de RA. A la fecha, no hay consenso sobre una metodología que haya sido ampliamente validada y cuya efectividad haya sido demostrada en este campo. [Han et al. \(2022\)](#) destacan la necesidad de que las investigaciones futuras identifiquen factores medibles y comparables en la validación en procesos de co-diseño y co-creación, en aras de determinar la efectividad de determinadas fases o pasos. [Bourguet et al. \(2020\)](#) resaltan la importancia de diseñar mecanismos formales para la reflexión crítica acerca de los roles, los procesos y la estructura de la co-creación y el co-diseño.

Otro de los trabajos a realizar respecto a la implementación de experiencias de RA a través de metodologías de co-diseño y la co-creación involucra la participación inclusiva de personas con discapacidad, junto con expertos, y la definición de mecanismos efectivos para su participación, como lo sugieren [Alkadhi et al. \(2020\)](#). Este aspecto va de la mano con la necesidad de explorar la integración de lineamientos de accesibilidad e inclusión ([Alkadhi et al., 2020](#); [Ávila et al., 2012](#); [Politis et al., 2014](#)), a fin de que las experiencias de RA puedan ser utilizadas por diferentes poblaciones, sin importar sus condiciones.

Por otro lado, en el ámbito educativo, [Tobar-Muñoz et al. \(2023\)](#) sugieren un método para co-diseñar juegos en los que los docentes participen activamente del diseño mediante su experiencia, dando a conocer

sus necesidades como tutores y las de sus estudiantes. En este sentido, una investigación futura podría tomar como referencia este método e involucrar a alumnos con discapacidad visual en todas las etapas del diseño, desde la concepción inicial de la idea, pasando por el desarrollo de prototipos, hasta las pruebas e iteraciones finales. Esto permitiría crear juegos que se ajusten mejor a las necesidades y capacidades de esta población, al incorporar sus perspectivas y experiencias únicas. El co-diseño con estudiantes ciegos requerirá adaptar las técnicas empleadas, en aras de que sean accesibles y significativas para ellos. Por ejemplo, en lugar de bocetos y prototipos visuales, se pueden utilizar representaciones táctiles, sonoras y verbales durante las sesiones colaborativas. De esta manera, se buscaría explorar cómo el enfoque de co-diseño puede extenderse a poblaciones con necesidades especiales, para desarrollar soluciones más inclusivas que mejoren el proceso de aprendizaje.

Algunos autores como [Woodward et al. \(2022\)](#) y [Holley y Howlett \(2016\)](#) plantean que, a futuro, se deberían realizar más sesiones de co-diseño y co-creación con niños –no solo con adultos– para desarrollar experiencias más ajustadas a las necesidades de la población menor en diferentes ámbitos (e.g., la educación). Esto es importante porque la investigación previa ha mostrado que las sesiones de diseño participativo son diferentes para adultos y niños.

La colaboración remota en los procesos de co-diseño y co-creación es uno de los retos que requiere mayor investigación, y por lo tanto se recomienda el desarrollo de métodos que superen las limitaciones de la distancia geográfica y optimicen la sincronización de experiencias colaborativas en tiempo real para la evolución de este campo. En este sentido, también es posible que la RA pueda utilizarse como herramienta para facilitar la colaboración. Uno de los trabajos futuros que plantean algunos investigadores ([Woodward et al., 2022](#)) es que los grupos en las sesiones de diseño participativo sean un poco más grandes y con participantes de diversas áreas geográficas, en aras de considerar todos los aspectos culturales y étnicos de cada región y enriquecer el proceso. Los trabajos futuros también podrían explorar el impacto ético y social del co-diseño y la co-creación de experiencias de RA. Considerar las implicaciones éticas relacionadas con la privacidad, la propiedad intelectual y la equidad en la participación ayudaría a establecer directrices y prácticas responsables en el desarrollo colaborativo de dichas experiencias.

En el ámbito del diseño de los prototipos virtuales para entornos educativos, se vislumbran diversas direcciones prometedoras para futuras investigaciones. La evolución de estos prototipos puede ser impulsada por la exploración de enfoques más interactivos y flexibles, capaces de adaptar los diseños en tiempo real para satisfacer las necesidades y preferencias de los profesores. Esta flexibilidad facilitaría una personalización más efectiva de las herramientas educativas, promoviendo así una integración más fluida en las prácticas pedagógicas ([Jang et al., 2021](#)).

Así mismo, se propone una mayor exploración enfocada en medir la percepción visual y espacial del usuario, proporcionando una base más sólida para la mejora del diseño de prototipos virtuales ([Kerr & Lawson, 2020](#)). Expandir el grupo de participantes en estudios futuros permitirá recopilar una gama más amplia de comentarios e ideas, enriqueciendo el prototipado rápido de diseños educativos más inclusivos ([Tobar-Muñoz et al., 2023](#)).

La investigación futura puede abordar la necesidad de integrar características interactivas adicionales a los prototipos virtuales ([Alhumaidan et al., 2018](#)), buscando simular más efectivamente la naturaleza dinámica de las representaciones espaciales en el aula. Esta integración puede mejorar la experiencia de usuario y proporcionar una plataforma más rica para la enseñanza y el aprendizaje.

Además, se sugiere explorar activamente el uso de prototipos virtuales dentro del marco de *software* de aprendizaje basado en RA y sistemas de tutoría adaptativos. El estudio de esta integración podría desvelar nuevas perspectivas y oportunidades para potenciar las experiencias personalizadas. Al fusionar

el co-diseño y la co-creación con la RA, se abre un terreno fértil para adaptar, de manera más precisa, las soluciones a las necesidades individuales de los usuarios. Esta exploración no solo contribuiría a perfeccionar la interacción entre los usuarios y los prototipos virtuales, sino que también permitiría la incorporación de sistemas de tutoría adaptativos que se ajusten dinámicamente a estilos de aprendizaje y ritmos individuales. La sinergia entre prototipos virtuales, RA y tutoría adaptativa tiene el potencial de ofrecer experiencias de aprendizaje altamente personalizadas.

Esta sugerencia refleja el compromiso de aprovechar tecnologías avanzadas para optimizar el diseño de prototipos y mejorar la calidad y relevancia de las experiencias de los usuarios. La combinación estratégica de co-diseño y co-creación con RA y sistemas adaptativos se convierte en un área interesante que puede transformar la manera en que los usuarios interactúan con el contenido, ofreciendo un enfoque más flexible, eficiente y centrado. Por último, las investigaciones futuras pueden indagar en el potencial de los prototipos virtuales para respaldar la organización de actividades y el análisis en tiempo real de los entornos. Esta exploración contribuirá a comprender mejor cómo los prototipos virtuales pueden servir como herramientas valiosas para facilitar la enseñanza y el monitoreo.

## CONCLUSIONES

En este artículo se reportan los resultados de una revisión sistemática de la literatura. En total, se analizaron 40 artículos de la base de datos Scopus a través del método de análisis de contenido. Se consideraron las siguientes categorías de análisis: campos o área de la aplicación, instrumento y/o herramientas de tecnología, ventajas y limitaciones. En cuanto a los métodos de evaluación, se analizó la muestra de investigación, los métodos de recolección de datos y la dimensión temporal de los estudios.

A continuación, se resumen brevemente las principales conclusiones de esta revisión:

- La educación y la ingeniería son los campos en los que se han generado más experiencias de RA mediante metodologías de co-diseño y co-creación, con el objetivo de mejorar tanto la optimización de tiempos como la efectividad y la precisión de los procesos. Por otro lado, en las áreas de las ciencias exactas y la agricultura, no hay, a la fecha, estudios de co-diseño o co-creación de experiencias de RA.
- La mayoría de los estudios consideraron muestras de investigación pequeñas y medianas, por lo que se sugiere que las investigaciones futuras utilicen muestras más grandes, en aras de eliminar el riesgo de sesgos y facilitar la generalización de los resultados a otros dominios.
- A partir de la lectura de los artículos incluidos en esta revisión, se puede deducir que, en general, la investigación en el área parece confirmar la efectividad de los procesos de co-diseño y co-creación en la generación de experiencias de RA más alineadas con las necesidades y los requerimientos de los usuarios finales en diferentes áreas, e.g., el entrenamiento en salud, la formación vocacional y la educación en diseño, entre otras.
- La co-creación y la RA pueden posibilitar la colaboración remota, mediante lo cual los ingenieros pueden discutir diseños y proyectos, incluso estando en ubicaciones geográficas diferentes. Esto aumenta la eficiencia y la velocidad de la toma de decisiones.
- El co-diseño y la co-creación facilitan la colaboración entre estudiantes, al permitirles trabajar juntos en proyectos y actividades aumentadas. Pueden ver y manipular información en tiempo real, incluso si no están físicamente en el mismo lugar, gracias a la RA. Algunas de las investigaciones analizadas mostraron que, en el ámbito educativo, la participación de estudiantes en procesos de co-diseño

y co-creación permite que los estudiantes adquieran habilidades adicionales que normalmente no brinda el aula de clase tradicional.

- La mayoría de las investigaciones a la fecha han sido de tipo transversal, por lo que se sugiere realizar investigaciones longitudinales a futuro.
- El co-diseño y la co-creación de experiencias de RA han permitido la generación de aplicaciones de *software*, principalmente para dispositivos móviles, gracias a su costo y fácil acceso para los usuarios. En este sentido, el desarrollo de experiencias que utilicen dispositivos como gafas de RA o sistemas de captura de movimiento requiere de mayor investigación y es un campo con preguntas abiertas.
- Los métodos de recopilación de datos más populares fueron las encuestas y los cuestionarios. Se sugiere utilizar métodos alternativos y complementarios, como el análisis observacional, que permitan obtener más resultados acerca de la efectividad de los métodos de co-creación y proporcionen más información acerca de cómo se llevan a cabo estos procesos.

Este análisis de la literatura representa una valiosa contribución al entendimiento de cómo el co-diseño y la co-creación pueden favorecer el desarrollo de experiencias de RA más efectivas y ajustadas a las necesidades de los usuarios. Este artículo proporciona un resumen de la investigación actual en el área y facilita una comprensión más profunda de las potencialidades y desafíos que rodean la integración de procesos de co-diseño y co-creación en el desarrollo de experiencias de RA en diversos entornos. La combinación estratégica de estas prácticas ha surgido como un factor determinante para proporcionar experiencias más enriquecedoras y satisfactorias. Además, se ha identificado cómo se pueden satisfacer las necesidades de los usuarios, proporcionando herramientas diseñadas para mejorar y optimizar aspectos clave de sus vidas cotidianas. Los hallazgos de esta revisión sistemática de la literatura constituyen una base para que otros investigadores aborden las preguntas abiertas en el área y puedan tener una guía sobre los aspectos que requieren de mayor atención a nivel de investigación.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen la cofinanciación proporcionada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) y la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC).

## REFERENCIAS

- Achilleos, A., Mettouris, C., Yeratziotis, A., Starosta-Sztuczka, J., Moza, S., Hadjicosta, A., Georgiou, S., Theodorou, C., Loizou, C. T., Pecyna, K., Lazic, K. S., Parker, S., Papadopoulos, G. A. (2023). Lessons learned from older adults fusing of an augmented reality, assisted living and social interaction platform. *SN Computer Science*, 4(4), e378. <https://doi.org/10.1007/s42979-023-01791-4>
- Albarrak, L., Metatla, O., Roudaut, A. (2023). Using virtual reality and co-design to study the design of large-scale shape-changing interfaces. En *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581144>
- Alhumaidan, H., Lo, K., Selby, A. (2018). Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 15, 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.11.005>
- Alkadhi, B., Alnafisi, G., Aljowair, L., Alotaibi, L., Alduaifi, N., Alhumood, R. (2020). Co-design of augmented reality storybooks for children with autism spectrum disorder. En C. Stephanidis, M. Antona, Q. Gao & J. Zhou (Eds.),

- HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Universal Access and Inclusive Design* (vol. 12426, pp. 3-13). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-60149-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60149-2_1)
- Ávila, C., Baldiris, S., Fabregat, R., Guevara, J. (2012). Accessibility evaluation improvement using case-based reasoning. In *Frontiers in Education Conference*, Seattle, WA, USA. <https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462456>
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk. (2019). Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), e3. <https://doi.org/10.14742/ajet.4182>
- Bacca-Acosta, J., Lis-Gutiérrez, J.-P., Ávila-Garzón, C., Sandoval-Escobar, M., Cárdenas-Criollo, J. (2022). *Work-In-Progress—A mobile augmented reality application for learning about trademark registration in intellectual property education*. En *8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, Viena, Austria. <https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815982>
- Ben Guefrech, F., Boujut, J.-F., Dekoninck, E., Cascini, G. (2023). Studying interaction density in co-design sessions involving spatial augmented reality. *Research in Engineering Design*, 34(2), 201-220. <https://doi.org/10.1007/s00163-022-00402-2>
- Bettelli, A., Orso, V., Pluchino, P., Gamberini, L. (2019). An enriched visit to the botanical garden: Co-designing tools and contents. En *13th Biannual Conference of the Italian SIGCHI Chapter: Designing the Next Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3351995.3352034>
- Bodini, A., Colecchia, F., Manohar, A., Harrison, D., Garaj, V. (2023). Using immersive technologies to facilitate location scouting in audiovisual media production: A user requirements study and proposed framework. *Multimedia Tools and Applications*, 82(8), 12379-12400. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13680-8>
- Börsting, I., Shulikina, E., Gruhn, V. (2021). Interdisciplinary Collaboration in Augmented Reality Development—A Process Model. En L. T. De Paolis, P. Arpaia & P. Bourdot (Eds.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (vol. 12980, pp. 178-194). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_14)
- Bourguet, M.-L., Wang, X., Ran, Y., Zhou, Z., Zhang, Y., Romero-González, M. (2020). *Virtual and augmented reality for teaching materials science: A students as partners and as producers project*. En IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, Takamatsu, Japón. <https://doi.org/10.1109/TALF48869.2020.9368381>
- Bräker, J., Osterbrink, A., Semmann, M., Wiesche, M. (2023). User-centered requirements for augmented reality as a cognitive assistant for safety-critical services. *Business & Information Systems Engineering*, 65(2), 161-178. <https://doi.org/10.1007/s12599-022-00779-3>
- Buhalis, D., Harwood, T., Bogicevic, V., Viglia, G., Beldona, S., Hofacker, C. (2019). Technological disruptions in services: Lessons from tourism and hospitality. *Journal of Service Management*, 30(4), 484-506. <https://doi.org/10.1108/JOSM-12-2018-0398>
- Cárdenas, A., Jacobs, J., Monroy-Hernández, A., Nebeling, M. (2022). AR exhibitions for sensitive narratives: Designing an immersive exhibition for the museum of memory in Colombia. En *ACM Designing Interactive Systems Conference*. <https://doi.org/10.1145/3532106.3533549>
- Cascini, G., O'Hare, J., Dekoninck, E., Becattini, N., Boujut, J.-F., Ben Guefrache, F., Carli, I., Caruso, G., Giunta, L., Morosi, F. (2020). Exploring the use of AR technology for co-creative product and packaging design. *Computers in Industry*, 123, e103308. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103308>
- Cesário, V., Coelho, A., Nisi, V. (2019). Co-designing gaming experiences for museums with teenagers. En A. Brooks, E. Brooks & C. Sylla (Eds.), *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation* (vol. 265, pp. 38-47). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-06134-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-06134-0_5)

- Cipresso, P., Chicchi Giglioli, I. A., Alcaniz Raya, M., Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: A network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology*, 9, e02086. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>
- Delic, A., Domancic, M., Vujevic, P., Drljevic, N., Boticki, I. (2014). *AuGeo: A geolocation-based augmented reality application for vocational geodesy education*. En ELMAR-2014, Zadar, Croacia. <https://doi.org/10.1109/ELMAR.2014.6923372>
- Garzón, J., Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244-260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Geerts, D., van Beek, E., Miranda, F. (2019). Viewers' visions of the future. En *ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video*. <https://doi.org/10.1145/3317697.3323356>
- Gomez, M., Trujillo, J., Quiroz, M., Leyva, M. (2022). Methodology for the development of computer applications with augmented reality in the tourism sector. En T. Ahram & R. Taiar (Eds.), *Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems V* (vol. 319, pp. 797-804). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6\\_101](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_101)
- Guerrero, E., Lu, M.-H., Yueh, H.-P., Lindgren, H. (2019). Designing and evaluating an intelligent augmented reality system for assisting older adults' medication management. *Cognitive Systems Research*, 58, 278-291. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.07.001>
- Han, D.-I., Abreu e Silva, S., Schröder, K., Melissen, F., Haggis-Burridge, M. (2022). Designing immersive sustainable food experiences in augmented reality: A consumer participatory co-creation approach. *Foods*, 11(22), e3646. <https://doi.org/10.3390/foods11223646>
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4a ed.). McGraw-Hill.
- Hertel, J., Gabel, J., Kruse, L., Wollborn, M., Steinicke, F. (2022). Co-design of an augmented reality maintenance tool for gas pressure regulation stations. En *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct*. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct57072.2022.00152>
- Holley, D., Howlett, P. (2016). Engaging our schoolteachers: An augmented reality (AR) approach to continuous professional development. En G. Vincenti, A. Bucciero & C. Vaz de Carvalho (Eds.), *E-Learning, E-Education, and Online Training. eLEOT 2015* (vol. 160, pp. 118-125). Springer.
- Holopainen, N., Soro, A., Brereton, M. (2023). Using augmented reality to explore gender and power dynamics in STEM higher education. En *34th Australian Conference on Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3572921.3576203>
- Howard, J., McDonald, B., Philips, T., Krzywinska, T., Speakman, J., Brown, D., Mitchell, A., Parker, A. (2022). The Kerdroya postmortem: Navigating the labyrinth of co-creative design and collective vision. En *17th International Conference on the Foundations of Digital Games*. <https://doi.org/10.1145/3555858.3563277>
- Huh, J., Lee, K. J., Roldán, W., Castro, Y., Kshirsagar, S., Rastogi, P., Kim, I., Miller, K. A., Cockburn, M., Yip, J. (2021). Making of mobile SunSmart: Co-designing a just-in-time sun protection intervention for children and parents. *International Journal of Behavioral Medicine*, 28(6), 768-778. <https://doi.org/10.1007/s12529-021-09987-9>
- Interaction Design Foundation (IxDF) (2024). *What is participatory design?* <https://www.interaction-design.org/literature/topics/participatory-design>
- Iqbal, M., Mangina, E., Campbell, A. (2022). Current challenges and future research directions in augmented reality for education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(9), e9. <https://doi.org/10.3390/mti6090075>
- Jang, J., Lee, J., Echeverría, V., Lawrence, L., Aleven, V. (2021). Explorations of designing spatial classroom analytics with virtual prototyping. En *11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*. <https://doi.org/10.1145/3448139.3448192>



- Karre, S., Mittal, R., Reddy, R. (2023). Requirements elicitation for virtual reality products—A mapping study. En *16th Innovations in Software Engineering Conference*. <https://doi.org/10.1145/3578527.3578536>
- Kerr, J., Lawson, G. (2020). Augmented reality in design education: Landscape architecture studies as AR experience. *International Journal of Art & Design Education*, 39(1), 6-21. <https://doi.org/10.1111/jade.12227>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University. <http://www.scm.keele.ac.uk/ease/sreview.doc>
- Kulas, C., Sandor, C., Klinker, G. (2004). *Towards a development methodology for augmented reality user interfaces*. <http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-91/paperD4.pdf>
- Lunding, M., Grønbaek, J., Bilstrup, K.-E., Sørensen, M.-L., Petersen, M. (2022). ExposAR: Bringing augmented reality to the computational thinking agenda through a collaborative authoring tool. En *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517636>
- Magnusson, C., Rasmus-Gröhn, K., Lindskog, C. (2022). Augmented reality games for children with cerebral palsy. En H. Lewy & R. Barkan (Eds.), *Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (pp. 561-567). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-99194-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-99194-4_35)
- Marques, B., Silva, S., Alves, J., Araujo, T., Dias, P., Santos, B. (2022). A conceptual model and taxonomy for collaborative augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(12), 5113-5133. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3101545>
- Masclat, C., Poulin, M., Boujut, J. F., Becattini, N. (2020). Real-time coding method and tool for artefact-centric interaction analysis in co-design situations assisted by augmented reality. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(4), 1141-1157. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00683-8>
- Mosbak, L.-D., Bjorner, T. (2022). An augmented reality training application for service and maintenance of a medical analyzer: A UX approach to usefulness and user satisfaction. En *8th International Conference of the Immersive Learning Research Network*, Viena, Austria. <https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815890>
- O'Connor, A., Tai, A., Brinn, M., Hoang, A. N. T. H., Cataldi, D., Carson-Chahhoud, K. (2023). Co-design of an augmented reality asthma inhaler educational intervention for children: Development and usability study. *JMIR Pediatrics and Parenting*, 6, e40219. <https://doi.org/10.2196/40219>
- O'Hare, J., Dekoninck, E., Mombeshora, M., Martens, P., Becattini, N., Boujut, J.-F. (2020). Defining requirements for an augmented reality system to overcome the challenges of creating and using design representations in co-design sessions. *CoDesign*, 16(2), 111-134. <https://doi.org/10.1080/15710882.2018.1546319>
- Ortiz, A., Vitery, C., González, C., Tobar-Muñoz, H. (2018). Evaluation of an augmented reality multiplayer learning game. En S. Göbel, A. Garcia-Agundez, T. Tregel, M. Ma, J. Baalsrud Hauge, M. Oliveira, T. Marsh & P. Caserman (Eds.), *Serious Games* (vol. 11243, pp. 91-100). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02762-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02762-9_10)
- 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. *BMJ*, 372, e71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Panhale, T., Bryce, D., Tsoukou, E. (2023). Augmented reality and experience co-creation in heritage settings. *Journal of Marketing Management*, 39(5-6), 470-497. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2022.2120061>
- Politis, Y., Deveril, D., Navarro, S. B., Ávila, C., Lera, E. de, Monjo, T., Goodman, L. (2014). Introducing the inclusive learning handbook: An OER for teachers and policy makers. *EDULEARN14 Proceedings, 2014*, 5463-5469.
- Roser, T., DeFillippi, R., Samson, A. (2013). Managing your co-creation mix: Co-creation ventures in distinctive contexts. *European Business Review*, 7, e1. <https://doi.org/10/gfc7qt>
- Sanders, E., Stappers, P. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5-18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>

- Shen, X., Pai, Y., Kiuchi, D., Bao, K., Aoki, T., Meguro, H., Oishi, K., Wang, Z., Wakisaka, S., Minamizawa, K. (2023). Dementia eyes: Co-Design and Evaluation of a dementia education augmented reality experience for medical workers. En *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581009>
- Spinuzzi, C. (2005). The methodology of participatory design. *Technical Communication*, 52(2), 163-174.
- Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., Fabregat, R. (2016). Co design of augmented reality game-based learning games with teachers using Co-CreaARGBL method. En *16th International Conference on Advanced Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.32>
- Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., Fabregat, R. (2023). Co-design of augmented reality games for learning with teachers: A methodological approach. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(2), 901-923. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09643-z>
- UNESCO (2012). *International Standard Classification of Education*. UNESCO Institute for Statistics. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>
- Villagrán-Vizcarra, D., Luviano-Cruz, D., Pérez-Domínguez, L., Méndez-González, L., Garcia-Luna, F. (2023). Applications analyses, challenges and development of augmented reality in education, industry, marketing, medicine, and entertainment. *Applied Sciences*, 13(5), e2766. <https://doi.org/10.3390/app13052766>
- Wang, Y., Vincenti, G., Braman, J., Dudley, A. (2013). The ARICE Framework: Augmented Reality in computing education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 8(6), e2809. <https://doi.org/10.3991/ijet.v8i6.2809>
- Winschiers-Theophilus, H. (1), Virmasalo, V., Samuel, M., Stichel, B., Afrikaner, H. (2020). Facilitating design for the unknown: An inclusive innovation design journey with a San community in the Kalahari desert. En *Sixth International Conference on Design Creativity*. <https://doi.org/10.35199/ICDC.2020.33>
- Woodward, J., Alemu, F., López, N., Anthony, L., Yip, J., Ruiz, J. (2022). "It would be cool to get stampeded by dinosaurs": Analyzing children's conceptual model of AR headsets through co-design. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2022*, 152. <https://doi.org/10.1145/3491102.3501979>
- Yin, C., Jung, T., tom Dieck, M., & Lee, M. (2021). Mobile augmented reality heritage applications: Meeting the needs of heritage tourists. *Sustainability*, 13(5), 2523. <https://doi.org/10.3390/su13052523>
- Yin, Y., Zheng, P., Li, C., Pang, Y. (2023). A mixed reality-enhanced rapid prototyping approach for industrial articulated products. *Procedia CIRP*, 119, 1035-1040. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.178>
- Zamora-Antuñano, M. A., Luque-Vega, L. F., Carlos-Mancilla, M. A., Hernández-Quesada, R., Farrera-Vázquez, N., Carrasco-Navarro, R., González-Gutiérrez, C. A., Aguilar-Molina, Y. (2022). Methodology for the development of augmented reality applications: MeDARA. Drone Flight Case Study. *Sensors*, 22(15), e5664. <https://doi.org/10.3390/s22155664>

