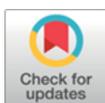




ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DEL USO DE LA REALIDAD EXTENDIDA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: TENDENCIAS Y RETOS EN LA ENSEÑANZA 2000-2024

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE USE OF EXTENDED REALITY IN HIGHER EDUCATION: TRENDS AND CHALLENGES IN TEACHING 2000-2024

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA UTILIZAÇÃO DA REALIDADE ESTENDIDA NO ENSINO SUPERIOR: TENDÊNCIAS E DESAFIOS NO ENSINO 2000-2024



Ángela Ramos Sánchez

Universidad Internacional de Andalucía, España

<https://orcid.org/0009-0004-8879-3136>

angela.ramossanchez@estudiante.unia.es

Antonio Palacios-Rodríguez

Autor de correspondencia

Universidad de Sevilla, España

<https://orcid.org/0000-0002-0689-6317>

aprodriguez@us.es

Recibido: 11/07/2024 Revisado: 25/11/2024 Aceptado: 29/11/2024 Publicado: 03/03/2025

Resumen: Las tecnologías emergentes están causando un alto impacto en el sistema educativo. Este trabajo trata de estudiar el uso de la Realidad Extendida (RE) en la enseñanza superior a través de un análisis bibliométrico exhaustivo y completo mediante herramientas fiables y veraces como son RStudio, Bibliometrix y Orange Data Mining. En él se analizan 9946 contribuciones publicadas entre 2000 y 2024 e indexados en Scopus. Los hallazgos muestran que para llevar a cabo el uso de las diversas realidades en las experiencias de enseñanza-aprendizaje, son necesarios dispositivos como móviles, simuladores y entornos virtuales inmersivos, entre otros; por otro lado, evidencian cómo se experimenta un aumento significativo en la investigación sobre la RE y todo lo que esta incluye; además, muestra un mayor uso en campos como la Ingeniería, la Medicina y las Ciencias de la Computación, al igual que en las modalidades presenciales y mixtas, a pesar de observarse un interés creciente en la modalidad a distancia. Este análisis bibliométrico proporciona una visión detallada de la RE en la educación superior y destaca la necesidad de continuar explorando y desarrollando esta área para mejorar la calidad y la equidad educativa.

Palabras claves: Educación Superior; Tecnologías Emergentes; Realidad Extendida; Realidad Aumentada; Análisis Bibliométrico.

Abstract: Emerging technologies are having a high impact on the educational system. This work tries to study the use of Extended Reality (ER) in higher education through an exhaustive and complete bibliometric analysis using reliable and truthful tools such as RStudio, Bibliometrix and Orange Data Mining. This analyzes aspects of 9,946 documents published between 2000 and 2024 and indexed in Scopus to reach various conclusions. The findings show that to carry out the use of various realities in teaching-learning experiences, devices such as mobile phones, simulators and immersive virtual environments, among others, are necessary; On the other hand,



it expresses how there is a significant increase in research on RE and everything it includes; Furthermore, it shows greater use in fields such as engineering, medicine and computer science, as well as in face-to-face and mixed modalities, despite observing a growing interest in the distance modality. This bibliometric analysis provides a detailed view of RE in higher education and highlights the need to continue exploring and developing this area to improve educational quality and equity.

Keywords: Higher Education; Emerging Technologies; Extended Reality; Augmented Reality; Bibliometric Analysis.

Resumo: As tecnologias emergentes estão tendo um grande impacto no sistema educacional. Este trabalho busca estudar o uso da Realidade Estendida (ER) no ensino superior através de uma análise bibliométrica exaustiva e completa utilizando ferramentas confiáveis e verdadeiras como RStudio, Bibliometrix e Orange Data Mining. Este analisa aspectos de 9.946 documentos publicados entre 2000 e 2024 e indexados no Scopus para chegar a diversas conclusões. Os achados mostram que para realizar a utilização de diversas realidades nas experiências de ensino-aprendizagem são necessários dispositivos como celulares, simuladores e ambientes virtuais imersivos, entre outros; Por outro lado, expressa como há um aumento significativo na investigação sobre ER e tudo o que ela inclui; Além disso, apresenta maior utilização em áreas como engenharia, medicina e informática, bem como nas modalidades presencial e mista, apesar de observar um interesse crescente pela modalidade a distância. Esta análise bibliométrica fornece uma visão detalhada das ER no ensino superior e destaca a necessidade de continuar a explorar e desenvolver esta área para melhorar a qualidade e a equidade educativa.

Palavras-chave: Ensino superior; Tecnologias Emergentes; Realidade Alargada; Realidade Aumentada; Análise Bibliométrica.

Cómo citar este artículo: Ramos-Sánchez, Á. y Palacios-Rodríguez, A. (2025). Análisis bibliométrico del uso de la realidad extendida en la Educación Superior: tendencias y retos en la enseñanza 2000-2024. *Hachetetépe. Revista científica en Educación y Comunicación*, (29), 1-32. <https://doi.org/10.25267/Hachetetepe.2025.i30.1102>

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior conlleva un gran desafío a la hora de adaptarse a un entorno que está en constante cambio ya que todo variará según la demanda de los estudiantes; es en este contexto cambiante en el que las tecnologías emergentes comienzan a desempeñar un papel crucial en la transformación de los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Por ello, esta investigación se centra en la Realidad Extendida (RE), ya que esta facilita nuevas oportunidades para mejorar la experiencia educativa al proporcionar entornos inmersivos y experiencias de aprendizaje interactivas mediante la Realidad Virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Mixta (RM), las cuales definiremos más adelante.

1.1. Justificación de la investigación

A pesar del gran potencial que tiene la RE en la educación superior, concretamente en la enseñanza universitaria, su adopción se encuentra todavía en una etapa muy temprana, por lo que es necesario que se realicen más investigaciones para comprender cómo integrar esta de forma efectiva en cada uno de los ámbitos educativos, averiguando así también los diversos beneficios y desafíos que puedan surgir.

1.1.1. Objetivos del estudio

El objetivo principal de este estudio es: “Analizar el uso de la Realidad Extendida en los diversos ámbitos de la enseñanza superior, centrándose en sus posibles aplicaciones, beneficios y desafíos”.

Este objetivo principal se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la cantidad de información que existe sobre Realidad Extendida y sus diversas vertientes, y analizar si esta es suficiente para establecer conclusiones.
- Analizar la procedencia de los diversos documentos existentes sobre Realidad Extendida, y averiguar en qué países es más frecuente su uso.
- Indagar sobre las dificultades y desafíos técnicos, curriculares y organizativos que pudiera tener la RE al ser aplicada en contextos de enseñanza superior.
- Establecer conexiones entre el uso de la RE y el ámbito educativo en el que estas son utilizadas.

1.2. Marco teórico

En primer lugar y siguiendo a Alnagrat et al. (2022) cabe destacar que el principal objetivo de la integración de las nuevas tecnologías en la enseñanza es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, involucrando al alumnado para que el aprendizaje sea más significativo para ellos, ofreciéndoles acceso a información y materiales que quizás, en su día a día, no dispongan, es decir, aplicar la función compensatoria de la escuela.

Un ejemplo de estas mejoras es la incorporación de las clases virtuales y el aprendizaje en línea, lo que favorece de forma significativa el aprendizaje para las personas que deben adaptar su horario laboral o se encuentran lejos de lo que quieren estudiar, especialmente a partir de la etapa universitaria; y con este avance ha surgido a su vez la importancia del nuevo término RE, que abarca tecnologías como la RV, RA y RM —Figura 1— (Alnagrat et al., 2022).

Figura 1.
Representación simplificada de la "virtualidad continua"



Fuente: Alnagrat et al. (2022)

La RE es un término que, como se comentaba anteriormente, engloba diversas tecnologías inmersivas, por lo que, antes de continuar será necesario crear una base en la que se explique qué significa cada uno de los términos para saber de qué estamos

hablando, utilizando como referencia artículos y revisiones actuales en medida de lo posible.

Ahora sí, y volviendo a mencionar las palabras de Alnagrat et al. (2022), se podría definir RE como la unión de todos los entornos virtuales y reales combinados, uniendo así al ser humano con los dispositivos tecnológicos; es decir, es capaz de crear mediante la tecnología experiencias similares a las reales del mundo físico.

1.2.1. Tipos de Realidad Extendida

- Realidad Virtual (RV): “es una Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) que permite crear mundos virtuales percibidos como si fueran reales” (Rubio et al., 2023, p. 310).
- Realidad Aumentada (RA): siguiendo a Neven et al. (2011), podemos definir esta como una tecnología que permite ampliar las imágenes de la realidad, partiendo desde su captura por la cámara de un dispositivo electrónico avanzado que añade elementos virtuales para la elaboración de una RM (Cabero-Almenara et al., 2018).
- Realidad Mixta (RM): es aquella que reúne características tanto de la RV como de la aumentada, consiguiendo así una mezcla de ambas (Cabero-Almenara et al., 2018).

1.2.2. Uso actual de la Realidad Extendida en la Educación Superior

Diversos autores, como Rodríguez (2022) han comprobado que, aunque la RE está en una etapa inicial, y hay poca información respecto a esta, se han ido realizando avances significativos, a la vez que aumentaba el interés por esta; e incluso son muchos los que coinciden en que, el uso de las diversas realidades ha sido extendido post pandemia (Covid-19), y afirman que han llegado para quedarse ya que gracias a estas se complementan las posibilidades de los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto presencial como virtual (Massolo et al., 2024; Haidar, 2024).

Continuando con lo analizado, existen tres razones principales de que esta falta de documentos ocurra, que, siguiendo a Rodríguez (2022) serían:

- No se ha consolidado el uso de los teléfonos inteligentes, necesarios para acceder a estas tecnologías.
- Falta contenido y formación sobre cómo usar estas tecnologías en los centros educativos.
- Existe la llamada brecha digital.

Según Llorente-Cejudo et al. (2024) “la aplicación de la Realidad Virtual en la docencia universitaria ha despertado un interés significativo debido a sus beneficios pedagógicos y su capacidad para mejorar la comprensión de conceptos complejos” (p. 100); la posibilidad de personalizar de forma más rápida y eficaz los aprendizajes, consiguiendo una participación más activa y práctica del alumnado hacen que, este aprendizaje sea significativo y dure más en el tiempo (Llorente-Cejudo et al., 2024).

Teniendo en cuenta esto, y continuando con el análisis de contribuciones, se ha demostrado que existen avances muy significativos sobre la RE dentro de ámbitos como la Ingeniería, las Ciencias Sociales y la Medicina.

Respecto a esto, autores como Saab et al. (2021) y Vergara et al. (2021) han demostrado que dentro del amplio campo de las Ciencias de la Salud la RE y todo lo que esta abarca proporciona a los estudiantes experiencias realistas y acceso a entornos

desafiantes simulando, por ejemplo, diversos procesos y contextos de la vida real como operaciones.

Investigaciones recientes han demostrado el gran potencial de las diversas realidades; por ejemplo, se podría destacar que la RA complementa a los recursos tradicionales de forma interactiva, aportando información útil de forma adicional (Cabero Almenara y García Jiménez, 2016; López-Belmonte et al., 2024) mediante dispositivos que el alumnado de la enseñanza superior suele tener generalmente a su disposición (Yáñez-Luna y Arias-Oliva, 2018).

Por otro lado, aunque son innumerables las posibles ventajas o beneficios, como por ejemplo el fácil acceso y manipulación, la posibilidad de reutilizar y modificar con poco esfuerzo, su carácter didáctico y eficaz... (Gonzales y Gonzales, 2024); también existen diversos desafíos que se deben tener en cuenta a la hora de abordar la RE en el aula, como por ejemplo la accesibilidad, la integración curricular y la formación y capacitación de los docentes, sobre todo en la educación superior, ya que debe conocer cómo motivar en el uso de estas tecnologías para la creación de materiales y realización de actividades; en resumen, los docentes deben tener capacidad de organizar y planificar, a la vez que motivan al alumnado, consiguiendo así que se adapten los aprendizajes a las necesidades actuales (Martínez Pérez et al., 2021).

Tras examinar minuciosamente el marco teórico sobre la RE y cada uno de sus tipos, se ha podido comprobar que son relativamente pocos los estudios que hablan sobre este tema y, además, los que hay no son suficientes para realizar un estudio exhaustivo sobre este fenómeno; es por esto que será necesario llevar a cabo una investigación que examine el uso de las tecnologías emergentes, concretamente en la enseñanza superior.

Teniendo en cuenta toda esta información, se detallará a continuación el enfoque metodológico que, incluyendo los pasos que se deben seguir para realizar la investigación, y el tipo de muestra sobre el que se realizará, permitirá responder de forma adecuada a los objetivos planteados y, contribuir así de manera significativa al conocimiento existente sobre el uso de la RE en la enseñanza superior.

2.METODOLOGÍA

Para poder ejecutar una buena investigación sobre el tema seleccionado, se va a realizar un análisis bibliométrico siguiendo los pasos que se desarrollarán a continuación.

2.1.Objetivos

En primer lugar, y para que este tenga concordancia con la investigación, la principal idea de objetivo será: “Analizar el uso de la Realidad Extendida en los diversos ámbitos de la enseñanza superior, centrándose en sus posibles aplicaciones, beneficios y desafíos”.

2.2.Procedimiento de análisis de datos

A continuación, y como primer paso de la investigación, se realiza una búsqueda exhaustiva en Scopus para encontrar registros bibliográficos válidos y veraces sobre RE, empleando para ello la sintaxis “(extended AND reality)” —Figura 2—.

Figura 2.
Palabras clave para la búsqueda en Scopus

Search within Article title, Abstract, Keywords	Search documents * extended AND reality
--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Durante esta búsqueda se ha obtenido un total de 10 568 documentos comprendidos entre los años 1923 y 2024, ambos incluidos —Figura 3—; pero, para darle más veracidad y actualidad al análisis, se tendrán en cuenta únicamente los documentos comprendidos entre los años 2000 y 2024, ambos inclusive, dejando así 9946 documentos encontrados —Figura 4—.

Esta búsqueda se realiza de forma tan amplia ya que, si se concreta la búsqueda a la sintaxis “(extended AND reality AND education)”, únicamente aparecen 1215 documentos entre los años 1962 y 2024, ambos inclusive —Figura 3—, lo cual podría no ser suficiente para realizar un análisis adecuado.

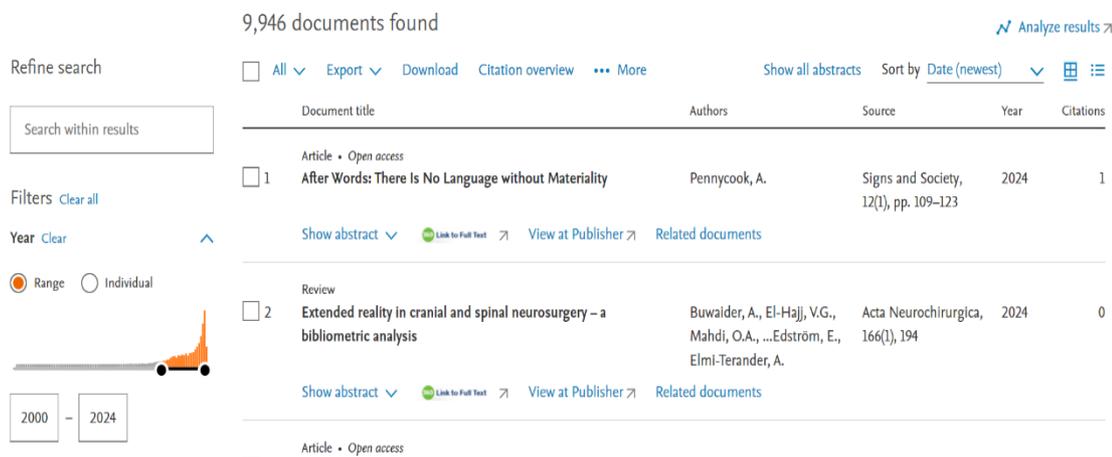
Figura 3.
Resultados de la búsqueda en Scopus con la sintaxis "extended AND reality AND education"



Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Figura 4.

Resultado de la búsqueda de las palabras clave en Scopus entre los 2000 y 2024, ambos inclusive

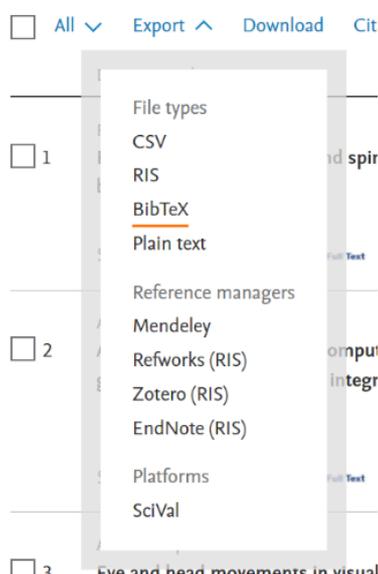


Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Posteriormente, estos documentos seleccionados son exportados como fichero CSV (extensión.csv) —Figura 5— donde se adjunta la información solicitada o los datos necesarios para poder obtener dicha información; en este caso, los apartados marcados en color naranja en la figura 6 ayudarán a averiguar aspectos como los años en los que más se ha escrito sobre RE, el área de conocimiento en la que más se utilizan y la modalidad de estudios en la que más efecto tienen.

Figura 5.

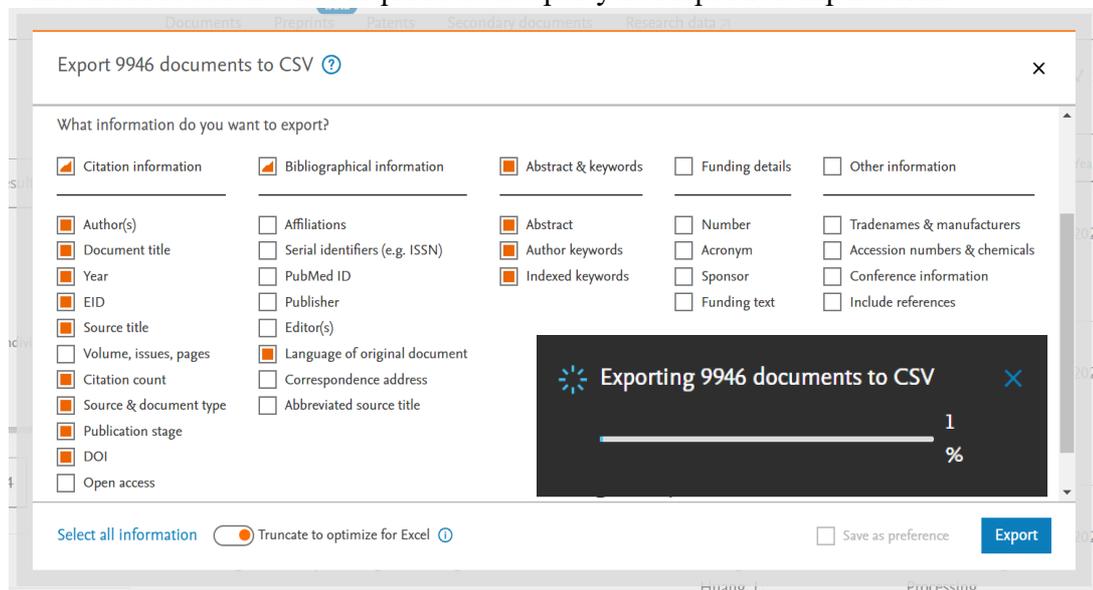
Diversas formas de exportar la búsqueda en Scopus



Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Figura 6.

Información seleccionada para guardar en el archivo CSV sobre los documentos encontrados durante la búsqueda de Scopus y su respectiva exportación



Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Asimismo, este documento se importa en RStudio (<https://www.r-studio.com/es/>) para realizar un análisis de datos exhaustivo.

2.2.1. Funcionamiento del programa RStudio

Antes de comenzar a explicar cómo funciona o qué pasos se deben seguir una vez se importan los documentos a RStudio, sería conveniente definir qué es y para qué sirve.

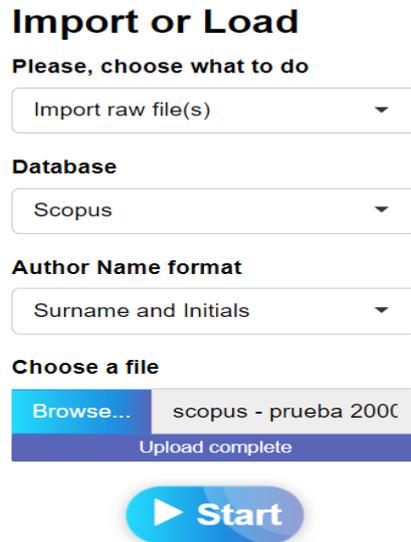
Siguiendo las palabras de Fernández Lizana (2020, p. 5) es un “Entorno de Desarrollo Integrado”, el cual sirve para poder trabajar de forma más sencilla con R, pudiendo así utilizar de forma “amigable” el lenguaje de programación para realizar análisis estadísticos de datos y construcciones de gráficos.

Ahora sí, se puede comenzar con el análisis bibliométrico, utilizando la interfaz gráfica BiblioShiny, perteneciente al paquete Bibliometrix (<https://www.bibliometrix.org/home/>) disponible para RStudio; siendo ambos gratuitos y estando disponibles en sus respectivas páginas web.

En primer lugar, se importa el fichero —Figura 7— extraído de Scopus en la interfaz BiblioShiny, obteniendo así información importante, pero agrupada y fácil de comprender sobre los diversos documentos sin la necesidad de ir abriendo y analizando cada uno de estos.

Figura 7.

Datos a seleccionar dentro de la interfaz Biblioshiny para recopilar los datos necesarios del archivo CSV



Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

Una vez que la interfaz ha analizado y agrupado toda la información, se podrá analizar está cogiendo únicamente los datos interesantes para la investigación con ayuda del menú de esta.

2.2.2. Funcionamiento del programa Orange Data Mining

Al igual que con RStudio, antes de comenzar a explicar cómo funciona o qué pasos se deben seguir una vez se importan los documentos a Orange, sería conveniente definir qué es y para qué sirve.

En este caso, la aplicación Orange Data Mining (<https://orangedatamining.com/>), es un software especialista en minería de datos con el cual se puede visualizar, analizar y modelar datos; en este caso, volverán a ser los extraídos del archivo CSV extraído anteriormente de Scopus.

Para la investigación, lo interesante de esta aplicación es poder realizar una minería de textos, es decir, extraer los datos más importantes, y para ello se deben seguir una serie de pasos:

- Recolectar los datos, es decir, extraer el archivo CSV de Scopus.
- Preprocesar los textos, es decir, descartar la información que no es necesaria.
- Tokenización (preprocess text), es decir, descomponer cada uno de los documentos dentro de Orange.
- Realización de los diversos análisis de datos dentro de las posibilidades o widgets que Orange ofrece.
- Visualización de los datos obtenidos tras los análisis, seleccionando los widgets “Word cloud” y “data table”.

2.3.Muestra

Como se menciona anteriormente, y tras la búsqueda de las palabras clave (RE) en la base de datos Scopus, se han encontrado y analizado 9,946 artículos y documentos escritos entre los años 2000 y 2024, ambos inclusive.

A continuación, y tras importar el fichero CSV en BiblioShiny, se abre una tabla resumen donde aparecen todos los datos encontrados, y la cantidad de datos o valores perdidos, encontrando en color verde (“Excellent”) los datos que aparecen en todos los documentos importados, y va disminuyendo conforme va perdiendo datos (es decir, cuando hay documentos en los que no aparecen dichos datos), pasando por otros colores, categorizados como “Good”, “Acceptable”, “Poor” y “Completely missing” siendo este representado en color rojo e indicando así que ninguno de los documentos incluye ese valor; por tanto, ese dato no podría ser analizado.

Como se puede observar en la tabla 1, los mejores datos para analizar serían *abstract*, *document type*, *language*, *publication year*, *title* y *total citation* (representados en color verde), ya que no se ha perdido ningún valor; y los que no sería recomendable analizar podrían ser *keywords*, *keywords plus*, *affiliation*, *cited references*, *corresponding autor* y *science categories* (representados con color gris o rojo), ya que la cantidad de datos sería pobre o nula.

Tabla 1

Resultados del análisis realizado con Biblioshiny del documento CSV extraído de Scopus compuesto por 9946 documentos

Metadata	Description	Missing Counts	Missing %	Status
AB	Abstract	0	0.00	Excellent
DT	Document Type	0	0.00	Excellent
LA	Language	0	0.00	Excellent
PY	Publication Year	0	0.00	Excellent
TI	Title	0	0.00	Excellent
TC	Total Citation	0	0.00	Excellent
SO	Journal	1	0.01	Good
AU	Author	228	2.29	Good
DI	DOI	1407	14.15	Acceptable
DE	Keywords	2482	24.95	Poor
ID	Keywords Plus	3038	30.54	Poor
C1	Affiliation	9946	100.00	Completely missing
CR	Cited References	9946	100.00	Completely missing
RP	Corresponding Author	9946	100.00	Completely missing



WC	Science Categories	9946	100.00	Completely missing
----	--------------------	------	--------	--------------------

Fuente: Elaboración propia a partir de Scopus

3. RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos durante la investigación; aunque cabe destacar que únicamente se expondrán los hallazgos principales y las tendencias observadas durante la investigación, pero no serán analizados e interpretados hasta el siguiente apartado “discusión y conclusiones” para extraer conclusiones significativas y expresar sugerencias pertinentes.

Para mayor facilidad de comprensión, se diferenciará entre los resultados obtenidos en las dos principales interfaces que se utilizan durante la investigación: Bibliometrix y Orange Data Mining.

3.1. Resultados obtenidos con Bibliometrix

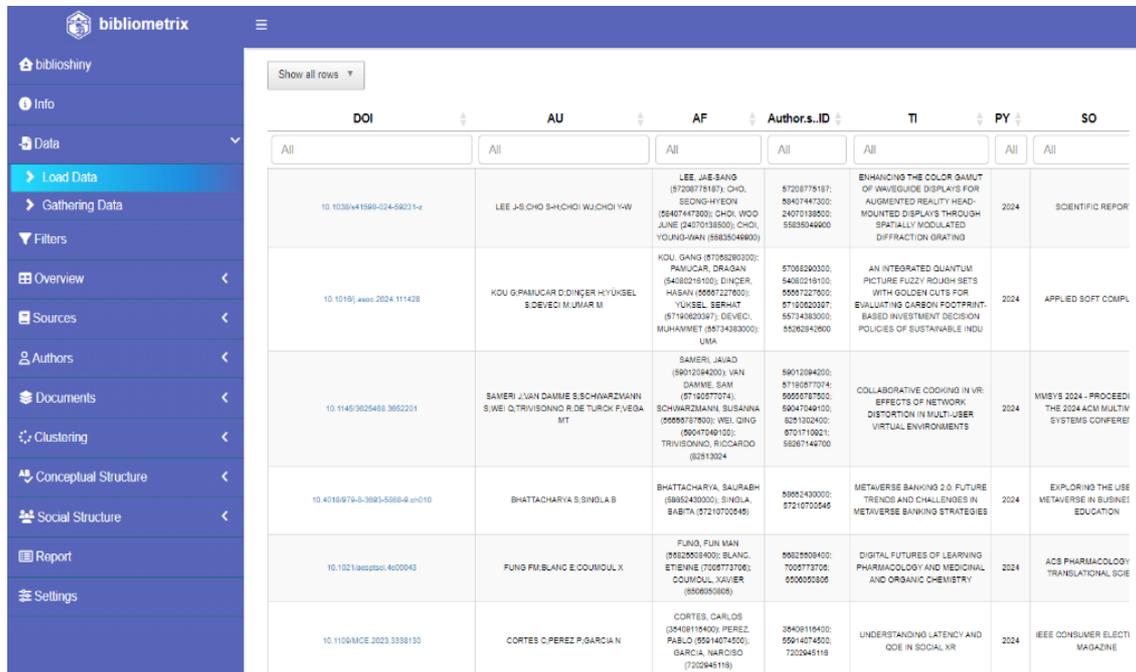
A continuación, se realiza una investigación profunda sobre la RE dentro de la interfaz Bibliometrix —Figura 8—, donde, como se mencionaba anteriormente, ya se ha subido el archivo CSV extraído de la base de datos.

Toda esta información y datos concretos sobre el dataset que se utiliza para el análisis, se podrá ver resumida en el apartado “Main information” de la misma interfaz.

Como se puede comprobar en la figura 9, algunos de los aspectos más relevantes son el número de fuentes o revistas que han escrito sobre el tema, teniendo un total de 5497 y el número de autores diferentes, que asciende a 25 948.

Figura 8.

Imagen sobre cómo se ve la base de datos insertada en Bibliometrix, la cual divide en columnas para facilitar la búsqueda y comparación de algún dato u aspecto concreto



DOI	AU	AF	Authors.ID	TI	PY	SO
10.1038/n41588-04-58231-z	LEE JS,CHO B,HOCHI WU,CHOI Y,W	LEE, JAE SANG (87208179187); CHO, SEONH-HYEDW (58407447300); CHOI, WOO JUNE (24070138500); CHOI, YOUNG-WAN (58835048800)	87208179187; 58407447300; 24070138500; 58835048800	ENHANCING THE COLOR GAMUT OF WAVEGUIDE DISPLAYS FOR AUGMENTED REALITY HEAD-MOUNTED DISPLAYS THROUGH SPATIALLY MODULATED DIFFRACTION GRATING	2024	SCIENTIFIC REPOR
10.1016/j.apusc.2024.111428	KOU G,PAMUCCAR D,DINÇER H,YUKSEL S,DEVICI M,UJMAR M	KOU, GANG (87082893000); PAMUCCAR, DRAGAN (84800218100); DINÇER, HASAN (58857227600); YUKSEL, BERHAT (87140620397); DEVICI, MUHAMMET (88743830000); UJMAR, LMA	87082893000; 84800218100; 58857227600; 87140620397; 88743830000; 92828428800	AN INTEGRATED QUANTUM PICTURE FUELY ROUGH SETS WITH GOLDEN CUTS FOR EVALUATING CARBON FOOTPRINT-BASED INVESTMENT DECISION POLICIES OF SUSTAINABLE INDU	2024	APPLIED SOFT COMPL
10.1145/3625488.3652201	SAVERI J,VAN DAMME S,SCHWARZWANN S,WEL Q,TRIVISONNO R,DE TURCK F,VEDA MT	SAVERI, JAUAD (89012042000); VAN DAMME, SAM (8714027074); SCHWARZWANN, SUSANNA (58857378000); WEL, QING (89047049100); TRIVISONNO, RICCARDO (82913024	89012042000; 8714027074; 58857378000; 89047049100; 82913024000; 8701110021; 86287144700	COLLABORATIVE COOKING IN VR: EFFECTS OF NETWORK DISTORTION IN MULTI-USER VIRTUAL ENVIRONMENTS	2024	MMSYS 2024 - PROCEEDI THE 2024 ACM MULTIM SYSTEMS CONFEREI
10.4018/978-0-3093-5886-9.ch010	BHATTACHARYA S,SINGLA B	BHATTACHARYA, SAURABH (8885430000); SINGLA, BABITA (8721070048)	8885430000; 8721070048	METaverse BANKING 2.0: FUTURE TRENDS AND CHALLENGES IN METaverse BANKING STRATEGIES	2024	EXPLORING THE USE METaverse IN BUSINE EDUCATION
10.1021/acscph.4c00043	FUNG FM,BLANC E,COUMOUX X	FUNG, FUN MAN (88220014000); BLANC, ETRIENNE (70097197000); COUMOUX, XAVIER (8808350800)	88220014000; 70097197000; 8808350800	DIGITAL FUTURES OF LEARNING PHARMACOLOGY AND MEDICINAL AND ORGANIC CHEMISTRY	2024	ACS PHARMACOLOGY TRANSLATIONAL SCIE
10.1109/MCE.2023.3338130	CORTES O,PEREZ P,GARCIA N	CORTES, CARLOS (38408119400); PEREZ, PABLO (58140745000); GARCIA, NARCISO (7202945118)	38408119400; 58140745000; 7202945118	UNDERSTANDING LATENCY AND QOE IN SOCIAL XR	2024	IEEE CONSUMER ELECTI MAGAZINE

Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Bibliometrix.

Figura 9.

Apartado "Main information" dentro de la interfaz Biblioshiny, donde aparece la información más relevante sobre la base de datos insertada

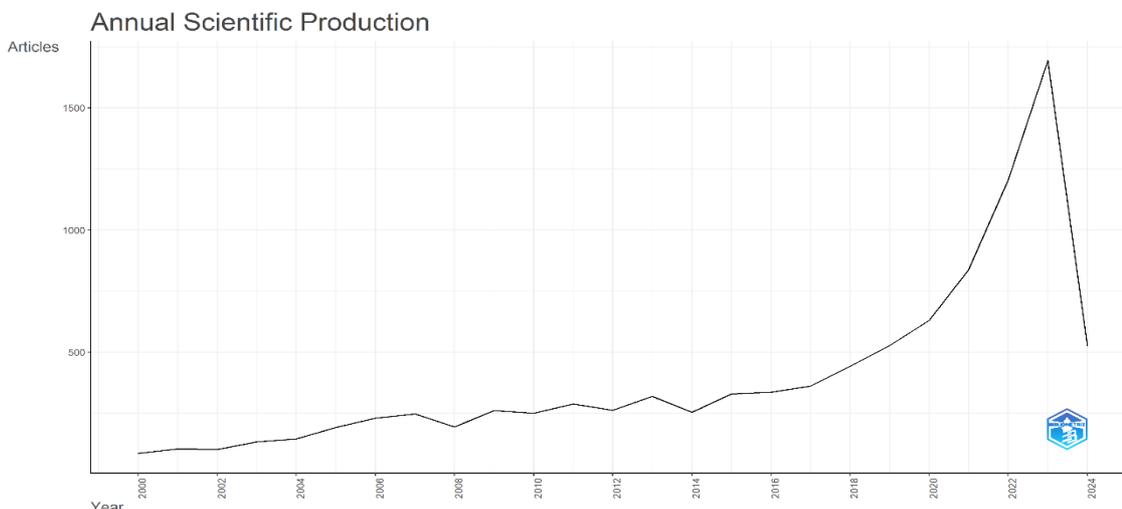


Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

3.1.1. Análisis según el número de publicaciones y el idioma de estas

Como se puede observar en la siguiente gráfica —Figura 10—, el número de publicaciones científicas sobre la RE ha ido aumentando con el paso del tiempo, obteniendo su pico máximo en 2023, con un total de 1693 artículos publicados ese año, pero, es interesante ver cómo en 2024, llevando menos de medio año, se ha recogido que hay publicados 524 documentos, por lo que es probable que, al finalizar el año, se acerque o supere a la cantidad de artículos escritos en 2023.

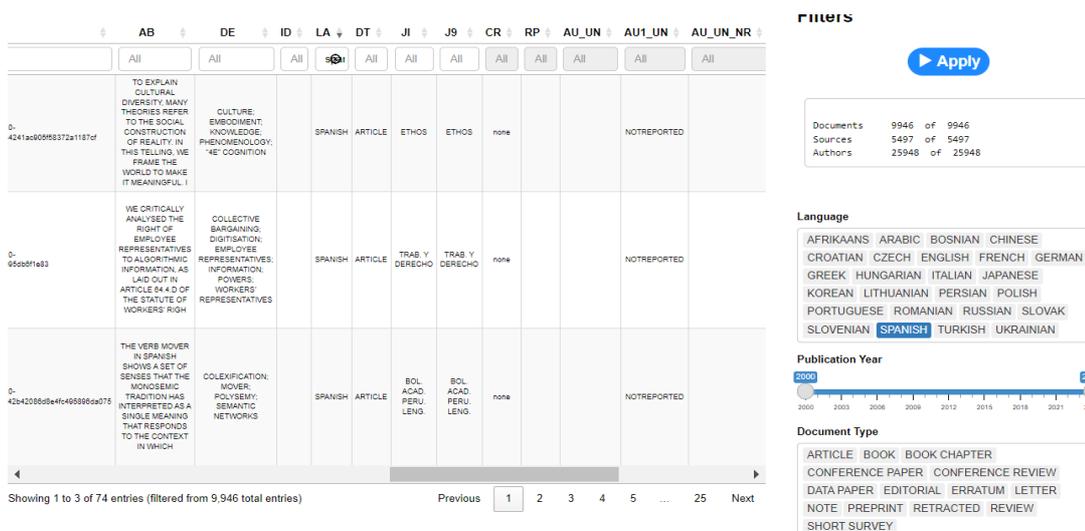
Figura 10.
Producción anual de artículos y documentos científicos



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

Otro aspecto importante para tener en cuenta es el idioma en el que las contribuciones fueron redactadas. Debido a su amplio número, estas están redactadas en diferentes lenguas como chino, croata, francés, griego, italiano, japonés, portugués, ruso, etc. Pero gracias a los diversos filtros de Biblioshiny —Figura 11— se puede comprobar que se incluyen únicamente 74 archivos en español, frente a 9513 redactados en inglés.

Figura 11.
Filtro diferenciador de documentos, concretamente por idiomas y lenguas, concretando en el español



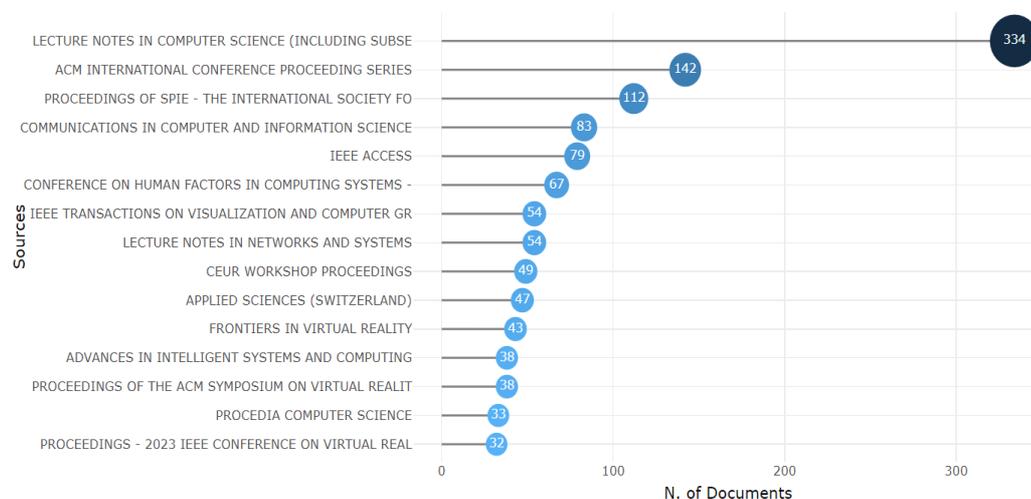
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

3.1.2 Análisis de fuentes

Este análisis hace un recuento de las diferentes fuentes de publicación, como por ejemplo las revistas, considerando más relevantes aquellas que posean un mayor número de artículos publicados.

En este caso, se sitúa a la revista *Lecture notes in computer science (LNCS)*, la cual trabaja recogiendo actas de congresos y publicando los últimos avances de investigación en todas las áreas de la informática, con más de 300 documentos, como se puede apreciar en la figura 12; por otro lado, el resto de fuentes relevantes baja de las 150 publicaciones.

Figura 12.
Fuentes más relevantes



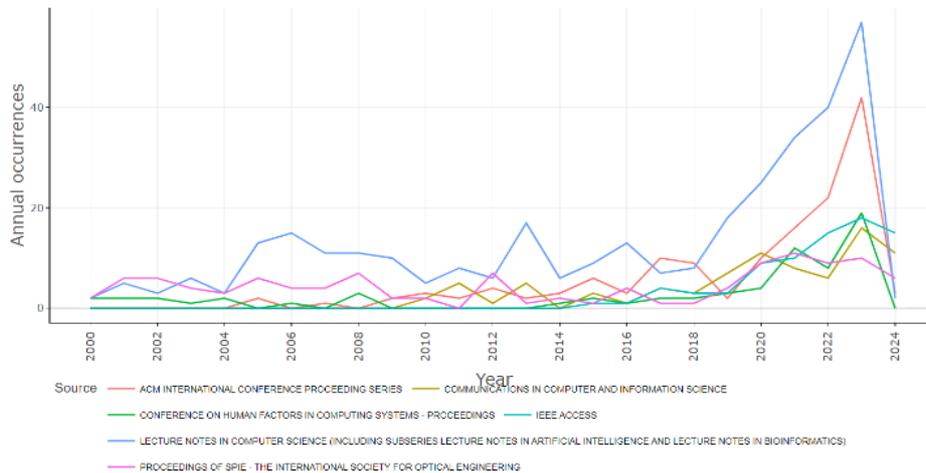
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

Una vez analizados la cantidad de artículos y documentos que se recogen en cada una de las principales fuentes y revistas incluidas en la database, sería interesante averiguar en qué año han publicado y producido más cada una de estas.

De esta forma, se podría ver un gran salto de las fuentes representadas en color azul (“Lecture notes in computer science”) y rosa (“Proceedings of spie the International Society form optical engineering”), aproximadamente en el año 2023 —Figura 13—.

Figura 13.

Producción de las principales fuentes a lo largo de diversos años



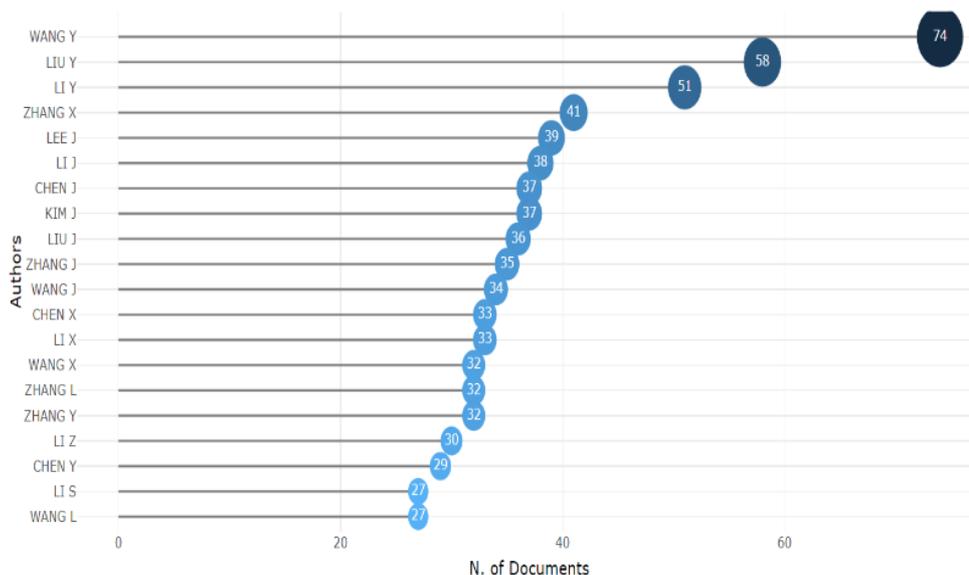
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

3.1.3. Análisis de autoría

Este análisis incluye las relaciones entre los diversos autores, el análisis de fuentes, las afiliaciones y las instituciones de los mismos. A continuación, se mostrará el análisis de los autores más relevantes —Figura 14—, en el que comparan los autores de los documentos, en función del número de publicaciones incorporadas en el archivo CSV.

Figura 14.

Autores más relevantes



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

Tabla 2

Productividad de los autores según la Ley de Lotka

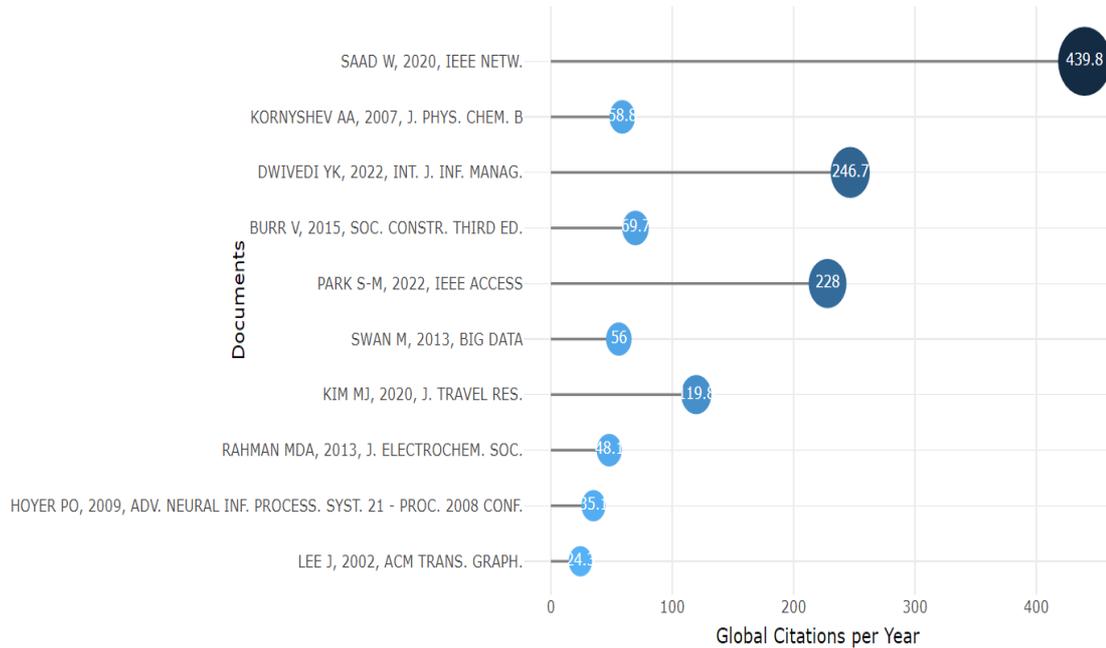
Documents written	N. of Authors	Proportion of Authors
1	21 993	0.848
2	2426	0.093
3	707	0.027
4	330	0.013
5	161	0.006
6	90	0.003
7	43	0.002
8	49	0.002
9	30	0.001
10	16	0.001
11	14	0.001

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Análisis de documentos

Respecto a los documentos más citados, hay una gran diferencia entre la frecuencia en la que cada documento es citado dentro de la colección, con lo que se podría comprender cuáles son las publicaciones de mayor difusión dentro de este estudio, y los que tendrán más información de valor.

Fuente 16.
Listado de los documentos más citados



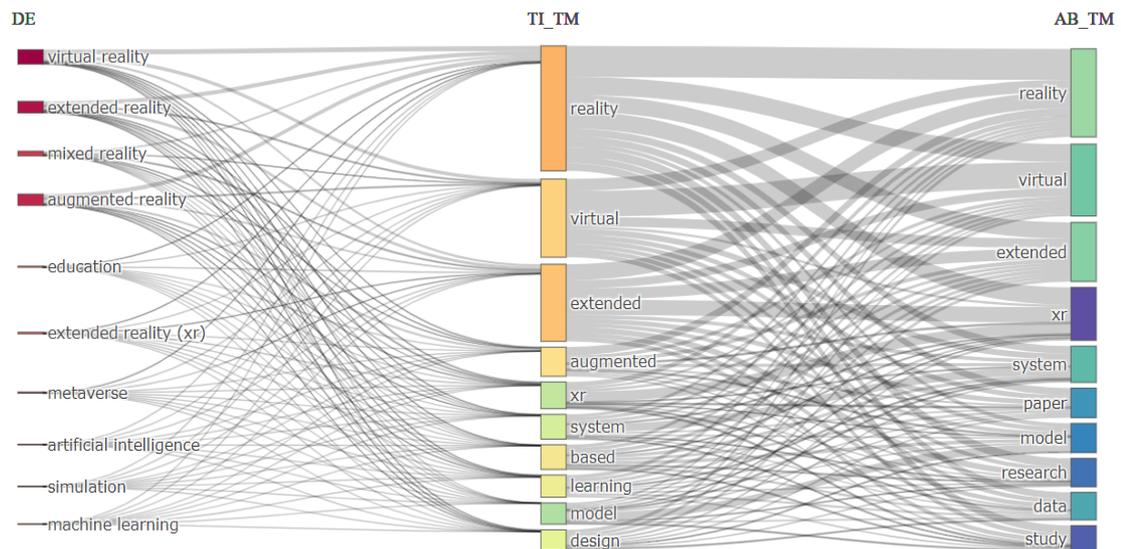
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

En este caso, el documento más citado es el de Saad, W. (2020), IEEE Netw., con más de 400 citas. Partiendo de este, se puede observar una gran diferencia con los siguientes ya que disminuyen a la mitad de citas, es decir, entorno a unas 200; estos son Dwivedi, YK. (2022), Int. J. Inf. Manag. Y Park, S-M. (2022), IEEE Access —Figura 16—.

3.1.5. Gráfico de campo comparativo

Respecto al gráfico de campo —Figura 17—, se puede ver la relación entre 3 parámetros diferentes, en este caso, por ejemplo, se puede apreciar la relación de 10 apartados dentro de los ítems “Keywords” (en el campo de la izquierda), “Titles” (en el campo central), y “Abstract” (en el campo de la derecha).

Fuente 17.
Gráfico de tres campos



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

Se puede apreciar claramente como en las tres columnas se repiten palabras como “reality”, “virtual”, “extended” o “xr”, las cuales son las principales a trabajar en esta investigación, lo que indica que se están analizando los documentos adecuados.

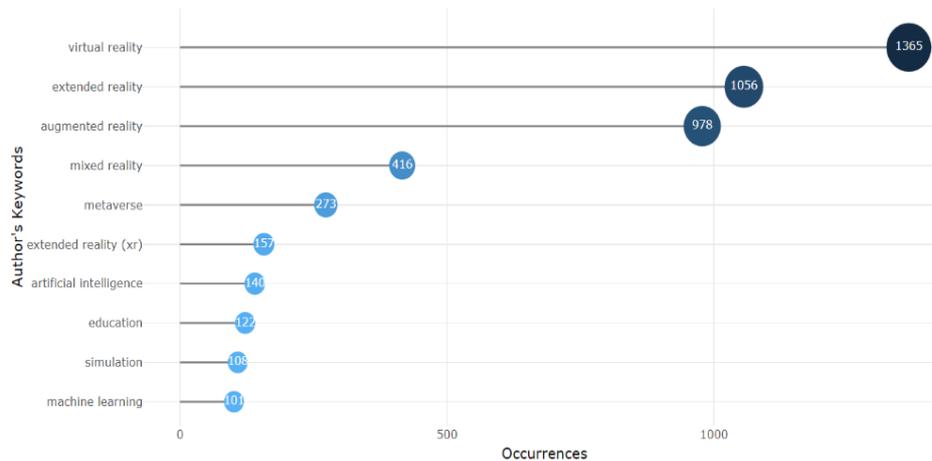
Por otro lado, es interesante ver cómo todas las palabras destacadas tienen relación con todas las de las columnas colindantes.

3.1.6. Análisis de palabras

Respecto a las palabras que son usadas con más frecuencia en los diversos documentos analizados, se puede apreciar —Figura 18— como “RV” es la más mencionada, con 1365 usos entre las palabras clave elegidas por los diversos autores, seguido de cerca por “RE” y “RA” que también rondan las 1000 menciones.

Figura 18

Palabras más mencionadas entre las palabras clave elegidas por los autores



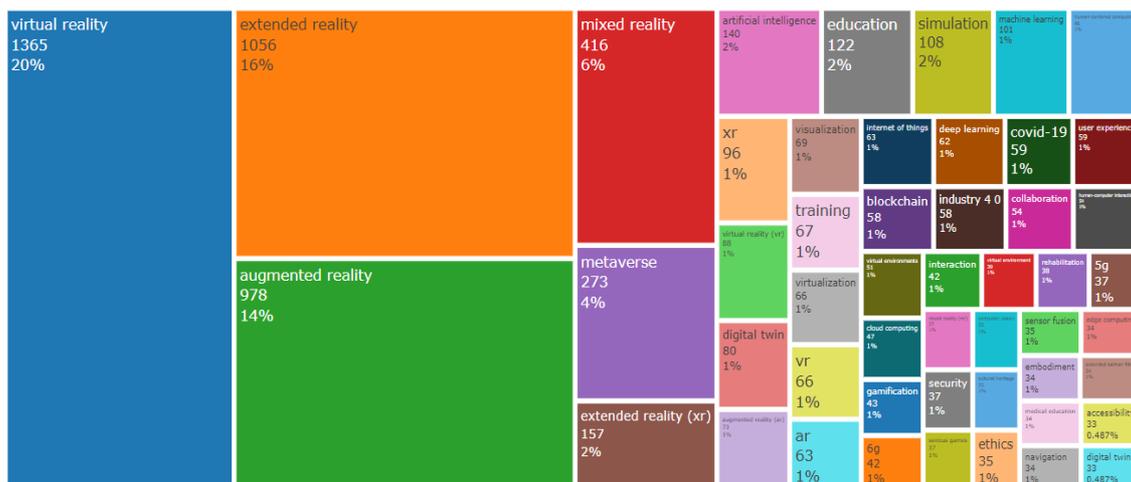
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

De la misma forma, se pueden apreciar las temáticas más utilizadas en los diversos documentos incluidos en el archivo CSV que se está analizando, las cuales aparecen representadas en un mapa de árbol —Figura 19— en el que las palabras mencionadas un mayor número de veces se representan con cuadrados o rectángulos de colores más grandes.

Igualmente, se puede apreciar que, las palabras más nombradas por los autores coinciden con las temáticas más repetidas (RV, RE y RA).

Figura 19

Mapa de árbol sobre las temáticas más utilizada



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

3.1.7. Análisis de mapas

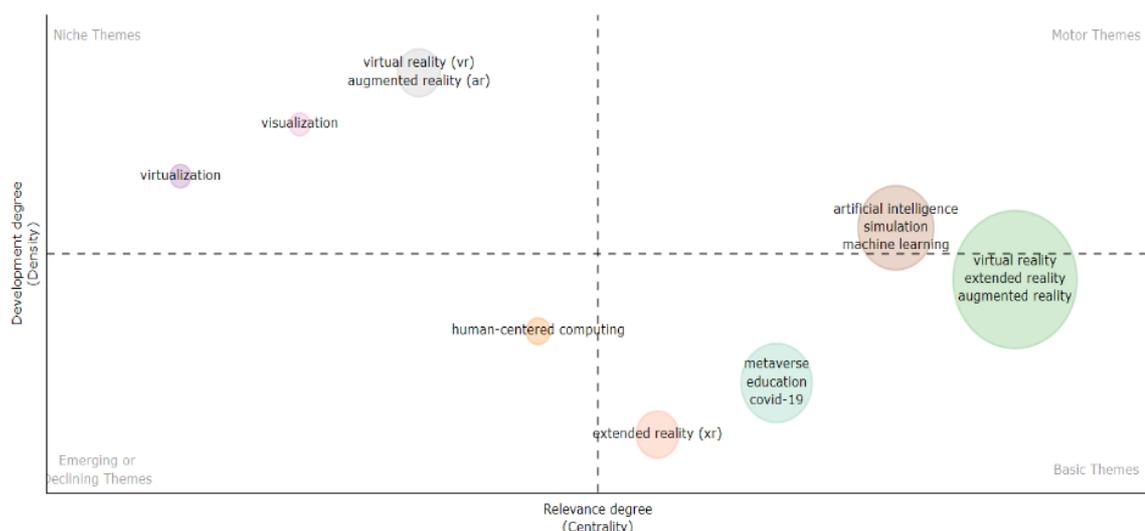
Este pertenece al análisis de estructura conceptual, en el cual los resultados son mostrados habitualmente conforme a dos índices: centralidad (una medida que evalúa el grado en que un elemento se vincula con otros) y densidad (grado de cohesión interna de los elementos analizados) (Callon et al., 1991).

A continuación, se analiza mediante un mapa temático —Figura 20—, a través de representación bidimensional, un análisis de las palabras claves de los autores, según los índices de centralidad y densidad mencionados anteriormente; este, además, presenta las relaciones de co-ocurrencia según el cuadrante en el que se sitúan:

- El cuadrante superior derecho se muestran los temas motores, es decir, aquellos que presentan una alta centralidad y densidad, como por ejemplo “artificial intelligence”.
- El cuadrante inferior derecho muestra aquellos temas considerados básicos y transversales, es decir, de gran centralidad y baja densidad, interesantes, pero poco desarrollados, como son “metaverse” y “education”, que pueden verse en color azul.
- El cuadrante inferior izquierdo son los temas emergentes o que desaparecen, de baja centralidad y densidad, y aunque aparece en tamaño pequeño, es decir, que se nombra poco, se puede encontrar en color naranja “human-centered computing”.
- El cuadrante superior izquierdo son aquellos temas muy especializados o que suponen un nicho de publicación, de poca centralidad, pero alta densidad de publicaciones, donde podemos encontrar principalmente “virtual reality (vr)” y “augmented reality (ar)”.

Figura 20.

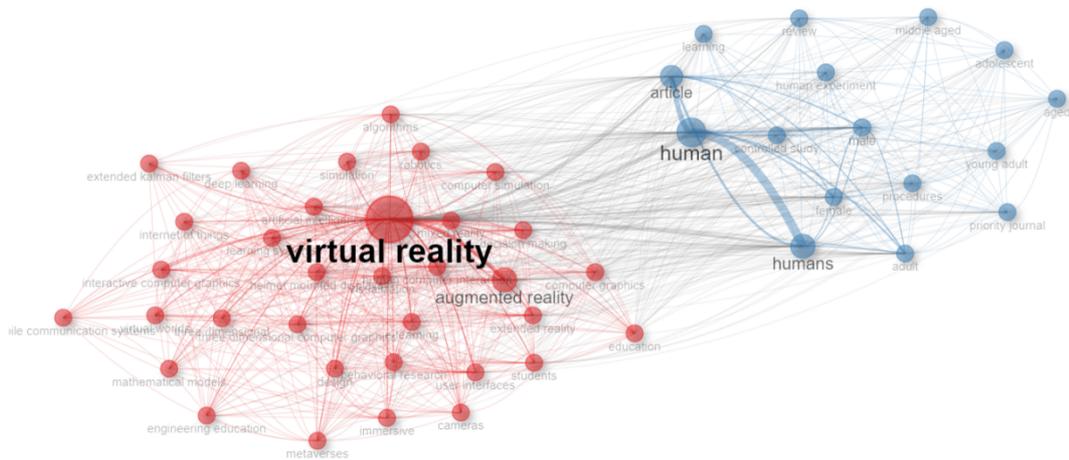
Mapa temático según las palabras claves de los autores



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

A continuación, en la Figura 21, se muestran las principales palabras clave relacionadas entre sí en un mapa de co-ocurrencia agrupando estas en dos clústeres principales:

Figura 21.
Co-ocurrence network



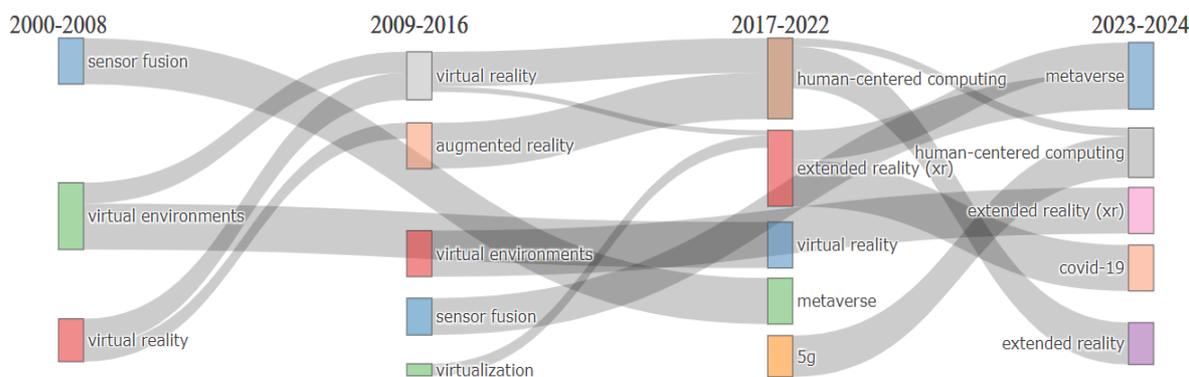
Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

Por otro lado, es interesante apreciar cómo han ido evolucionando y aumentando las palabras clave y temas utilizados con el paso del tiempo —Figura 22— ya que, por ejemplo, entre los años 2000 y 2008 únicamente aparecen tres palabras que engloban toda la información, mientras que, conforme van pasando los años, estas mismas palabras van dividiéndose en otras que están relacionadas, pero son más concretas.

Un ejemplo concreto sería ver cómo “virtual environments” (en la primera columna), se transforma en “virtual reality”, la cual posteriormente se divide en “human-centered computing” y “extended reality (xr)” y finalmente, estas 2 añaden los conceptos “metaverse” y “covid-19”.

Figura 22.

Evolución de los temas tratados durante el paso de los años



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

3.2.Resultados obtenidos con Orange Data Mining

Orange Data Mining es una aplicación que ayuda a realizar minerías de textos y de datos, es decir, extraer, procesar y analizar la información más relevante de estos, de forma más simplificada y visual.

En educación, por ejemplo, algunos de los usos más comunes de esta interfaz podrían ser la evaluación académica, detección de plagio, mejora de materiales didácticos, análisis de sentimientos, etc. Mediante widgets como la recolección de datos, el preprocesamiento de textos, tokenización o descomposición, análisis de frecuencias de palabras, etc.

A continuación, y siguiendo lo mencionado anteriormente, se van a utilizar los diversos widgets del interfaz Orange Data Mining para analizar la base de datos CSV extraída de Scopus.

En primer lugar, se procede a abrir la aplicación y se insertan los datos dentro de los widgets “Corpus” y “File”; y con estos, a continuación, se realizarán dos procesos diferenciados de análisis.

- Análisis mediante el widget “File”:
 - Primero se genera una “Data table” para obtener todos los datos importados en el archivo CSV.
 - A continuación, se seleccionan las columnas que interesan para lo que se desea analizar, en este caso se busca averiguar la cantidad de textos de cada tipo que están escritos en cada idioma.
 - El siguiente paso es generar una “fórmula”, indicando que deseamos averiguar la cantidad de textos por idioma y tipo.
 - Posteriormente, se ha de generar otra tabla de datos para confirmar que el proceso se ha realizado de forma correcta y los datos que se han ido pidiendo han ido apareciendo.
 - Finalmente, se selecciona “Pivot table”, la cual reúne todos los datos insertados y genera los resultados que se desean observar, y estos se plasman de forma clara en la “Data table (2)”

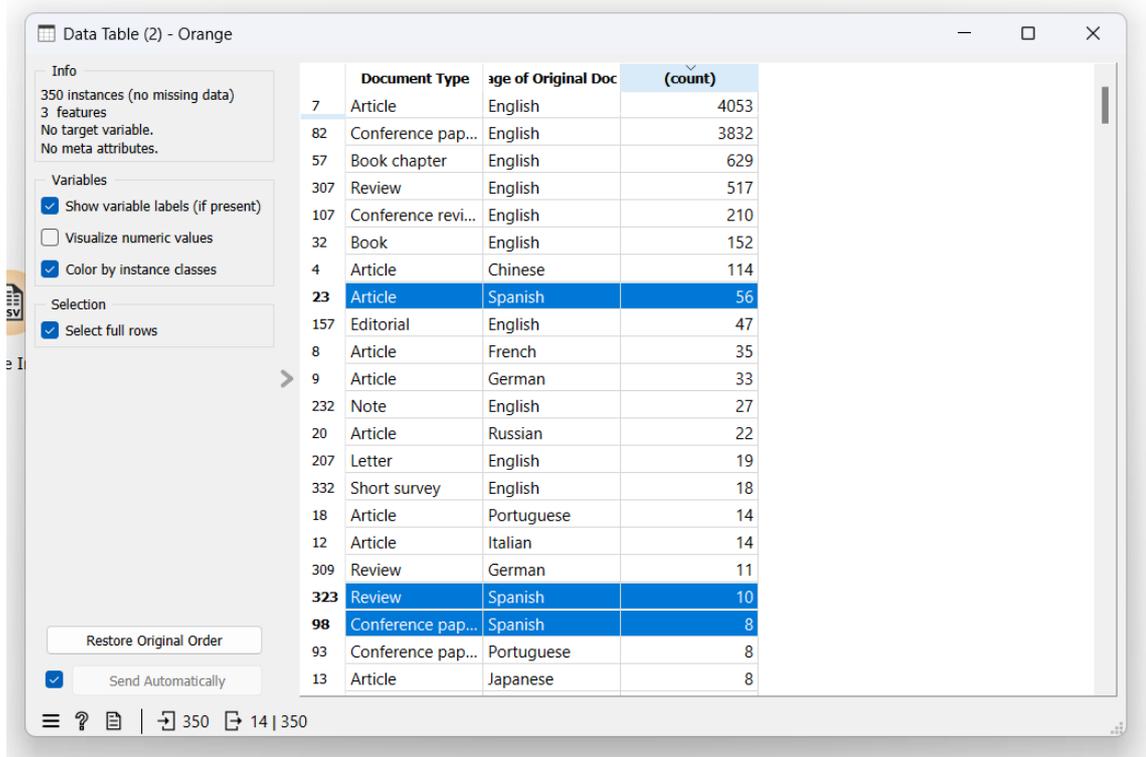
Como se puede comprobar, este análisis demuestra cómo la mayor cantidad de documentos son artículos en inglés, seguido de cerca por artículos de conferencias en el

mismo idioma; además, cabe destacar que los seis tipos de documentos más numerosos son escritos en inglés.

Por otro lado, otro aspecto importante que se puede apreciar en la figura 23 es que, dentro de los 20 tipos de documentos por idiomas más numerosos, el español aparece únicamente en tres ocasiones, a modo de artículos, revisiones y conferencias en este mismo orden.

Figura 23

Resultado obtenido tras el primer análisis en el widget “data table (2)”



	Document Type	Language of Original Doc	(count)
7	Article	English	4053
82	Conference pap...	English	3832
57	Book chapter	English	629
307	Review	English	517
107	Conference revi...	English	210
32	Book	English	152
4	Article	Chinese	114
23	Article	Spanish	56
157	Editorial	English	47
8	Article	French	35
9	Article	German	33
232	Note	English	27
20	Article	Russian	22
207	Letter	English	19
332	Short survey	English	18
18	Article	Portuguese	14
12	Article	Italian	14
309	Review	German	11
323	Review	Spanish	10
98	Conference pap...	Spanish	8
93	Conference pap...	Portuguese	8
13	Article	Japanese	8

Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Biblioshiny.

- Análisis mediante el widget “Corpus”:
 - El primer paso es insertar en el widget “corpus” la database en CSV, revisar estos datos (“corpus viewer”), preprocesar los textos y realizar una tokenización (“preprocess text”).
 - A continuación, se analiza la frecuencia de las palabras utilizadas mediante el widget “bag of words” y este paso se divide en dos apartados; uno primero para comprobar que todo el proceso está saliendo correctamente (“data table”) y otro para calcular las distancias y continuar con el análisis.
 - Partiendo de las distancias, se realiza a continuación un análisis jerárquico (“hierarchical clustering”), en este caso, generando seis clústers divididos según las palabras clave de los autores.
 - Otro análisis que se puede realizar en la nube de palabras, en la que, al igual que en el análisis con Bibliometrix —Figura 24—, las

palabras que más veces se repiten son: “reality”, “virtual”, “extended”...

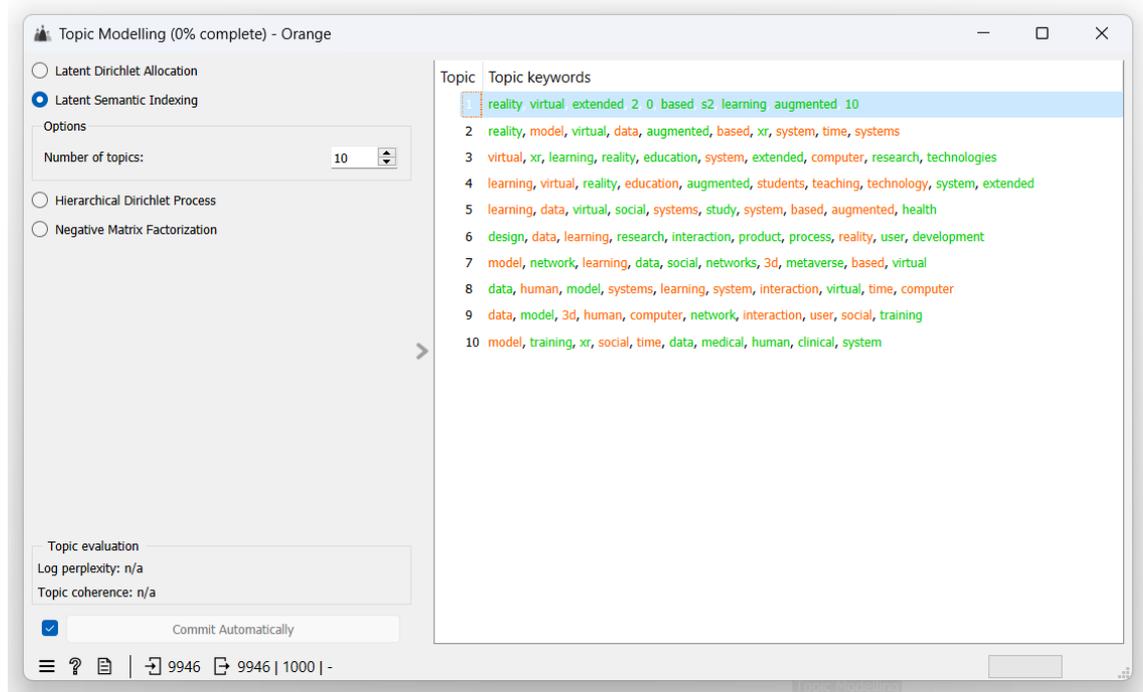
Figura 24
Nube de palabras realizada en el análisis con Orange Data Mining



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Orange Data Mining

- Finalmente, se realiza un “topic modeling” —Figura 25—, el cual consiste en identificar grupos de palabras similares dentro de la database incorporada

Figura 25.
Topic modelling generado en Orange Data Mining



Fuente: Elaboración propia, mostrando los resultados de búsqueda en Orange Data Mining

Tras presentar los hallazgos obtenidos durante la investigación, a continuación, se analizará detenidamente, para alcanzar diversas conclusiones importantes sobre esta.

Para ello se interpretan los datos obtenidos, evaluando su relevancia en relación con los objetivos planteados y se discuten sus implicaciones para la práctica educativa; además, se discutirán las limitaciones del estudio y se propondrán nuevas líneas de investigación en el campo de la tecnología educativa.

4.DISCUSIONES

Las nuevas tecnologías en la educación y las diversas realidades, junto a la gamificación y el flipped classroom entre otras se podría decir que pertenecen a las metodologías activas de aprendizaje ya que, y siguiendo a Villalobos López (2024) estas son “los métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante” (p. 3).

Como se ha podido comprobar, existe un gran número de documentos que hablan sobre RA y RV, pero se ha demostrado que, los que tratan sobre RE disminuyen considerablemente; y de estos, únicamente 1215 concretan esta temática dentro del mundo de la educación.

Si se analiza el sector educativo Alastor et al. (2023) afirman que “la inclusión tecnológica se ha producido por etapas, permitiendo la evolución de las estrategias de enseñanza aprendizaje” (p. 23); tanto es así que, tras comprobar que las clases magistrales no satisfacen las demandas del alumnado, poco a poco se van implementando las nuevas tecnologías dentro de la enseñanza, destacando el e-learning y las tecnologías inmersivas

como la RA y la RV (Alastor et al., 2023), coincidiendo estas con las palabras más repetidas en los diversos documentos estudiados en la base de datos.

Últimamente, la RV es una de las tecnologías emergentes que mayor interés ha cobrado dentro de la enseñanza superior, pero le siguen de cerca otras realidades como la aumentada o la inmersiva (Cabero-Almenara et al., 2023); justo por esto, sería interesante realizar algunos análisis en el ámbito de la RE dentro de la educación en general, e incluso generar aportaciones sobre recursos, materiales o actividades que se puedan hacer con estas realidades en las diversas etapas educativas.

Las tecnologías digitales están entrando en las aulas a pasos agigantados ya que, en el día a día de las personas es prácticamente inviable una situación en la que estas no aparezcan. Esto se confirma en estudios como los de Hu-Au y Lee (2017) en los cuales se explica que el éxito de la RV dentro del aula es debido a que hoy en día los jóvenes (es decir, la gran parte de los estudiantes) son considerados nativos digitales; es por ello, que se está animando a los educadores y educadoras de todas las etapas a formarse y explorar estas, para poderlas aplicar de forma fiable, segura y eficaz en el aula (Guo et al., 2021).

Haciendo referencia a esta última aclaración, es importante añadir que la implantación de recursos relacionados con las nuevas tecnologías no se puede hacer a la ligera, y mucho menos si hablamos de enseñanza superior, por lo que hay que ser conscientes de que se garantice información y materiales de calidad, los cuales ofrezcan contenidos precisos, actualizados y relevantes, para que este uso sea eficiente y no en vano (Alastor et al., 2023).

En concordancia con esta investigación, se ha analizado una encuesta Ipsos realizada en 29 países, en la que se demuestra que la RV es la más conocida y usada, y que los países donde más se utiliza la RE son China y Japón (Ipsos, 2022); pero, a diferencia del presente estudio donde se podría decir que, la gran mayoría de los estudios están escritos en inglés, en esta encuesta los países de habla inglesa no destacan en ninguno de los resultados, por lo que, se podía concluir que, los documentos que destacan están escritos en inglés por ser uno de los idiomas más universales.

Por otro lado, las principales revistas, instituciones y países de los que provienen, suelen ser países desarrollados, lo que se puede deber a la cantidad de recursos que se necesitan actualmente para utilizar este tipo de tecnologías emergentes tan novedosas. Esto es importante ya que, como decía Alastor et al. (2023) se debe “garantizar la accesibilidad y la igualdad en el uso de la tecnología por parte de todos los alumnos” (p. 24), para que así no surja la llamada brecha digital, la cual, en vez de generar un avance, estaría realizando todo lo contrario.

Por esto mismo, se ha notado un gran salto en el tiempo referido a la cantidad de documentos y archivos relacionados con la temática principal de esta investigación ya que, anteriormente, había términos y recursos que no existían.

Por su parte, las revistas más citadas están relacionadas con el mundo de las Ciencias, la Ingeniería y como era de esperar, con la Informática, por lo que, aunque se demuestra que mayormente su ámbito principal es la informática, la RE es interdisciplinar y puede servir de ayuda en cualquier tema.

Aunque la mayor parte de la investigación se centra en revistas relacionadas con las tecnologías y las diversas Ingenierías hacen un uso frecuente de las distintas realidades (Abulrub et al., 2011), no cabe duda de que el campo en el que más se utilizan estas nuevas realidades es, en efecto, el de las ciencias de la salud. Tal como afirman Cabero-Almenara et al. (2023), estas tecnologías permiten crear entornos de aprendizaje más

atractivos y realistas, simulando escenarios médicos del mundo real. De hecho, siguiendo a Jenson y Forsyth (2012), se podría decir que la RV contribuye a mejorar el vínculo entre la teoría y la práctica, proporcionando así seguridad y experiencia a los futuros profesionales sanitarios (Bautista et al., 2023).

Tras realizar un análisis exhaustivo de los hallazgos encontrados durante esta investigación, se han conseguido desgranar los aspectos más interesantes sobre la RE y lo que esta abarca, pero, este arduo trabajo no habría sido posible sin encontrar diversas limitaciones por el camino, por lo que a continuación se procederá a describir algunas de estas, y a proponer futuras líneas de investigación, intentando así consolidar el conocimiento actual y ampliar nuevos horizontes y estrategias para potenciar la integración de las realidades emergentes en la educación superior.

5.CONCLUSIONES

A lo largo de este análisis, se exploran las tendencias emergentes, se pretende encontrar patrones significativos y se contextualizan los hallazgos dentro del marco teórico existente; es decir, se pondrán en juego los resultados obtenidos con otros que aparezcan en artículos y documentos anteriores.

Además, y como se mencionaba anteriormente, se reflexiona sobre las limitaciones del estudio y se proponen sugerencias prácticas y futuras líneas de investigación que puedan enriquecer aún más la investigación.

A modo de cierre de la investigación, se llevará a cabo una evaluación final sobre en qué medida se han alcanzado los objetivos establecidos al principio de la misma, y se analizará cómo los hallazgos obtenidos contribuyen a un avance científico dentro del ámbito que nos compete.

A lo largo del estudio, se ha llevado a cabo un análisis detallado sobre el uso de la RE en la Educación Superior, teniendo en cuenta la información extraída de una database obtenida en Scopus; consiguiendo así cumplir con diversos de los objetivos que se plantearon inicialmente.

Por otro lado, gracias al presente estudio y utilizando como referencia la base de datos mencionada anteriormente, se ha observado que, aunque la carga cognitiva tanto para el alumnado como para el docente es considerable debido a la novedad de los dispositivos tecnológicos, a largo plazo se facilita la comprensión y retención de los conceptos. Además, los estudiantes son capaces de aplicarlos en su práctica diaria, lo que evidencia el potencial de mejora en la calidad del aprendizaje.

Debido a esta facilidad de aplicar la práctica en el aula y unir el ámbito teórico con el práctico, también se ha comprobado que estas realidades destacan en estudios relacionados con las ciencias médicas, las diversas ingenierías y, como no, con la tecnología.

Finalmente, aunque los resultados obtenidos tras el análisis han sido en gran parte los esperados también han surgido algunos problemas y limitaciones, los cuales se desarrollarán a continuación:

5.1. Limitaciones y problemas encontrados

A continuación, se identifican y analizan las limitaciones y problemas encontrados durante la investigación sobre el uso de la RE en la enseñanza superior, abordando temas como:

- Escasez de información relevante:

- A pesar de realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva, se ha encontrado una cantidad limitada de documentos específicos sobre el uso de la RE, y más concretamente con su uso en la educación superior; es por esto que, la cantidad reducida de datos obtenidos ha obstaculizado la investigación debido a la falta de literatura relevante.
- El idioma de los documentos encontrados:
 - La mayoría de los documentos encontrados estaban escritos en inglés, lo que dificultó su análisis y comprensión debido a las limitaciones del dominio del idioma.
 - Aunque actualmente existen muchas herramientas de traducción instantánea para solventar el desconocimiento de algún idioma, es cierto que el hecho de tener que traducir cada uno de los documentos ralentiza y dificulta la investigación.
- La relevancia de los documentos:
 - Otra de las limitaciones encontradas ha sido que una gran cantidad de documentos sobre RE no estaban directamente relacionados con el ámbito educativo; lo que limitó la disponibilidad de información específica y relevante para la investigación, y amplió la búsqueda a otros ámbitos, haciéndola más difícil.
- Problemas con la síntesis de los hallazgos y el tiempo disponible para la realización de la investigación:
 - La diversidad de la literatura encontrada y las limitaciones de tiempo y recursos dificultaron la síntesis y el análisis de los hallazgos.
 - La variedad de enfoques y puntos de vista en los documentos recopilados dificultó la identificación de tendencias claras y la formulación de conclusiones sólidas.

Una vez analizados los problemas encontrados, se pasa a proponer futuras líneas de investigación que se puedan realizar de forma factible, aun contando con estas limitaciones, y que tengan mayor relación con el ámbito educativo que se desee trabajar.

5.2. Futuras líneas de investigación

La investigación actual ha brindado una perspectiva inicial sobre el uso de la RE en la enseñanza superior, pero todavía hay mucho por explorar y descubrir en este campo emergente.

Es por esto, que, para ampliar la información y los resultados sobre el tema, se proponen varias líneas de investigación que podrían abordarse en el futuro, como, por ejemplo:

- Impacto en el aprendizaje y el rendimiento académico:
 - Sería muy interesante investigar sobre cómo el uso de la RE en el aula puede afectar al aprendizaje y el rendimiento académico del alumnado a largo plazo.
 - A través de este estudio se podría comparar la motivación entre un grupo-clase que sí utiliza la RE en el aula, y uno que no, y comprobar de qué forma se retienen más conocimientos, participan

más estudiantes, mejoran las evaluaciones, el aprendizaje es más duradero, etc.

- Diseño y desarrollo de contenidos educativos:
 - Se podría analizar la creación de contenidos educativos de forma creativa mediante la RE incluyendo su uso en las diversas etapas educativas y adaptando los materiales a cada una de ellas.
 - Este proceso podría incluir aspectos como los métodos pedagógicos apropiados para crear entornos virtuales inmersivos, adaptar el contenido curricular a formatos de RA, RV y RM, y evaluar si estos mejoran el aprendizaje y la comprensión de los estudiantes.
- Accesibilidad, inclusión y cualidad compensadora de la escuela:
 - Por otro lado, es necesario que, si se va a implementar el uso de la RE en la educación, se investigue sobre cómo ofrecer recursos para que todos y todas tengan las mismas posibilidades de utilizarlos, además de que se creen entornos virtuales que sean accesibles y promuevan la equidad y diversidad en el aprendizaje.
- Ética y privacidad:
 - Esto se debe a que es esencial examinar la protección de datos a la hora de utilizar entornos virtuales, además de analizar la seguridad y protección de las personas que utilizan las diversas realidades.
 - Por otro lado, sería importante analizar las posibles consecuencias sociales y culturales ya que, al igual que en el punto anterior, existen aspectos diversos que hay que tener en cuenta para no caer en la discriminación de ningún tipo.
- Formación docente y desarrollo profesional:
 - Al igual que cuando se comenzaron a introducir las nuevas tecnologías en el aula, es esencial concienciar a los docentes para que puedan incorporar, de manera efectiva, la RE en sus prácticas educativas.
 - No solo será esencial formar al docente en el uso de las diversas realidades, sino que también debe incluir otros aspectos como la creación de materiales y recursos, su evaluación, así como el impacto que tienen en las competencias pedagógicas y en la calidad del aprendizaje. Además, será importante enseñar al alumnado a utilizar estas herramientas de manera responsable.

En resumen, las líneas de investigación futuras en el ámbito de la RE en la enseñanza superior abarcan una gran variedad de temas, desde el impacto en el aprendizaje y el rendimiento académico hasta la ética y la privacidad.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: Ángela Ramos Sánchez (Conceptualización, análisis formal e investigación y Antonio Palacios Rodríguez (Análisis formal, adquisición de fondos)

FINANCIACIÓN: Esta investigación fue financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación, número de referencia del proyecto PID2022-136430OB-I00.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abulrub, A.-H. G., Attridge, A. N., y Williams, M. A. (2011). Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 751-757. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773223>
- Alastor, E., Sánchez-Vega, E., Martínez-García, I., y Rubio Gragera, M. (2023). *TIC en educación en la era digital: Propuestas de investigación e intervención*. UMA Editorial. <https://doi.org/10.24310/mumaedmumaed.65>
- Alnagrat, A., Ismail, R. C., Idrus, S. Z. S., y Alfaqi, R. M. A. (2022). A review of extended reality (XR) technologies in the future of human education: Current trend and future opportunity. *Journal of Human Centered Technology*, 1(2), 81-96. <https://doi.org/10.11113/humentech.v1n2.27>
- Bautista, L., Maradei, F., y Pedraza, G. (2023). Strategies to reduce visual attention changes while learning and training in extended reality environments. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 17(1), 17-43. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-01092-9>
- Cabero Almenara, J., y García Jiménez, F. (Coords.). (2016). *Realidad aumentada: Tecnología para la formación*. Síntesis.
- Cabero-Almenara, J., De-La-Portilla-De-Juan, F., Barroso-Osuna, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2023). Technology-enhanced learning in health sciences: Improving the motivation and performance of medical students with immersive reality. *Applied Sciences*, 13(14), 14. <https://doi.org/10.3390/app13148420>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., López-Meneses, E., Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., y López-Meneses, E. (2018). Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formación universitaria*, 11(1), 25-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025>
- Callon, M., Courtial, J. P., y Laville, F. (1991). Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry. *Scientometrics*, 22(1), 155-205. <https://doi.org/10.1007/BF02019280>
- Fernández Lizana, M. I. (2020). Ventajas de R como herramienta para el análisis y visualización de datos en ciencias sociales. *Revista Científica de la UCSA* 7(2), 97-111.
- Gonzales, O. T. L., y Gonzales, M. T. L. (2024). Integración de la virtualidad y la cultura ambiental en educación superior. *Simbiosis*, 4(8), 47-65. <https://doi.org/10.59993/simbiosis.v4iespecial.44>
- Guo, X., Guo, Y., y Liu, Y. (2021). The development of extended reality in education: Inspiration from the research literature. *Sustainability*, 13(24), 13776. <https://doi.org/10.3390/su132413776>
- Haidar, F. (2024). An effect of assessment delivery methods on accounting students' grades in an e-learning environment. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 10(1), 65-80. <https://doi.org/10.24310/ijtei.101.2024.17672>
- Hu-Au, E., y Lee, J. J. (2017). Virtual reality in education: A tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4(4), 215-226. <https://doi.org/10.1504/IJIE.2017.091481>
- Ipsos. (2022). *Cómo el mundo ve el metaverso y la realidad extendida*. Ipsos.



- Jenson, C. E., y Forsyth, D. M. (2012). Virtual reality simulation: Using three-dimensional technology to teach nursing students. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 30(6), 312-318. <https://doi.org/10.1097/NXN.0b013e31824af6ae>
- Llorente-Cejudo, C., Barragán-Sánchez, R., Pérez-Rodríguez, N., y Martín-Párraga, L. (2024). *Enseñanza e innovación educativa en el ámbito universitario*. ESIC.
- López-Belmonte, J., Dúo-Terrón, P., Moreno-Guerrero, A.-J., y Marín-Marín, J.-A. (2024). Efectos de la realidad aumentada y virtual en estudiantes con TEA. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 70, 7-23. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.103789>
- Martínez Pérez, S., Fernández Robles, B., y Barroso Osuna, J. M. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- Massolo, F., Varela, A., y Caride, N. (2024). *El aula extendida: Una estrategia pedagógica híbrida para la educación post pandemia*. Universidad Nacional de La Plata. <https://acortar.link/JAQZbR>
- Rodríguez, P. J. O. (2022). De la realidad extendida al metaverso: Una reflexión crítica sobre las aportaciones a la educación. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 34(2), 189-208. <https://doi.org/10.14201/teri.27864>
- Rubio, M. T. P., Ortiz, J. J. G., Guardiola, P. L., Artero, P. M. A., Castellón, M. B. S., Cervantes, A. B. O., y Ríos, M. P. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria: Estudio comparativo. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 2-25. <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>
- Saab, M. M., Hegarty, J., Murphy, D., y Landers, M. (2021). Incorporating virtual reality in nurse education: A qualitative study of nursing students' perspectives. *Nurse Educ Today*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.105045>
- Vergara, D., Antón-Sancho, Á., Extremera, J., y Fernández-Arias, P. (2021). Assessment of virtual reality as a didactic resource in higher education. *Sustainability*, 13(22), 12730. <https://doi.org/10.3390/su132212730>
- Villalobos López, J. A. (2024). Marco teórico de realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial: Usos en educación y otras actividades. *Emerging Trends in Education*, 6(12), 1-17. <https://doi.org/10.19136/etie.a6n12.5695>
- Yáñez-Luna, J. C., y Arias-Oliva, M. (2018). M-learning: Aceptación tecnológica de dispositivos móviles en la formación online. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10), 13-34. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.193>