

TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA EDUCACIÓN STEM. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE PUBLICACIONES EN SCOPUS Y WOS (2010-2020)

Emerging technologies in STEM education. A bibliometric analysis of publications in Scopus & WoS (2010-2020)

FRANCISCO SILVA-DÍAZ⁽¹⁾, GRACIA FERNÁNDEZ-FERRER⁽¹⁾, MERCEDES VÁSQUEZ-VILCHEZ⁽¹⁾, CRISTIAN FERRADA⁽²⁾, ROMINA NARVÁEZ⁽¹⁾ Y JAVIER CARRILLO-ROSÚA^{(1),(3)}

⁽¹⁾ Universidad de Granada (España)

⁽²⁾ Universidad de los Lagos (Chile)

⁽³⁾ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra – CSIC-UGR (España)

DOI: 10.13042/Bordon.2022.94198

Fecha de recepción: 11/04/2022 • Fecha de aceptación: 26/07/2022

Autor de contacto / Corresponding author: Francisco Silva-Díaz. E-mail: fsilva@correo.ugr.es

Cómo citar este artículo: Silva-Díaz, F., Fernández-Ferrer, G., Vázquez-Vilchez, M., Ferrada, C., Narváez, R. y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). *Bordón, Revista de Pedagogía*, 74(4), 25-44. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198>

INTRODUCCIÓN. En el presente artículo se presenta una revisión de la literatura indexada en las bases de datos Scopus y Web of Science-Clarivate basada en el análisis de indicadores bibliométricos sobre el uso de tecnologías emergentes en educación. Para ello se consideran las recogidas en el informe *Horizon Report: K-12 Edition*: a) espacios maker, b) robótica, c) tecnologías analíticas, d) realidad virtual, e) inteligencia artificial y f) internet de las cosas (IoT). Además, se considera como variable que sean utilizadas en la enseñanza de la educación científica y la educación STEM/STEAM en el contexto de la educación secundaria. **MÉTODO.** La revisión se desarrolla mediante el flujo para estudios bibliométricos propuesto por Zupic y Čater (2015). Se ha realizado una búsqueda en Scopus y WoS basada en una ecuación que reúne términos claves de las tres variables de análisis descritas. **RESULTADOS.** Los principales resultados obtenidos indican que existe un notorio incremento en la producción científica sobre el tema, especialmente a partir del año 2017 en adelante. Además, se observa un predominio de la realidad virtual y la robótica educativa como las tecnologías preferidas para el desarrollo de la educación científica. **DISCUSIÓN.** Se observa un predominio de la enseñanza de la ciencia de forma particular sobre los enfoques STEM y STEAM, no obstante, se percibe una tendencia positiva respecto de estos dos últimos en la última parte de la década analizada. Por otra parte, se observa que, a partir del año 2018 en adelante, la producción científica respecto del uso de tecnologías emergentes ha tenido un crecimiento acelerado, siendo la realidad virtual y la robótica las más utilizadas.

Palabras clave: Tecnología educativa, Usos de la tecnología en la educación, Educación STEM, Educación científica, Bibliometría.

Introducción y marco teórico

Durante las dos últimas décadas se ha venido enfatizando la necesidad de desarrollar modelos teórico-pedagógicos orientados hacia la enseñanza de las ciencias desde una dimensión integradora de las disciplinas claves para el siglo XXI, dentro de las cuales encontramos las ciencias, la tecnología, el pensamiento de ingeniería y las matemáticas (Bybee, 2013; Sanders, 2009). A partir de esta búsqueda por desarrollar un modelo pedagógico integrador para la enseñanza de las ciencias surgen movimientos como el STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*), en primer lugar, y posteriormente el STEAM a través de la inclusión de la dimensión artística (A), o incluso humanística en un sentido más amplio e integrador (Lewis, 2015).

La inclusión de la educación STEM y STEAM en los currículos educativos a nivel nacional e internacional se ha basado en las evidencias que ponen de manifiesto que dichos modelos pedagógicos suponen una serie de ventajas en el desarrollo de competencias clave en el estudiantado (Fleer, 2013; Toma y Meneses-Villagrà, 2019; Zollman, 2012).

Ante una diversidad de definiciones existentes respecto al STEM como modelo pedagógico (Bybee, 2013; Martín-Páez *et al.*, 2019), hemos considerado la propuesta por Martín-Páez *et al.* (2019), la que, a nuestro parecer, da cuenta de los propósitos educativos del modelo. En dicha investigación, que recoge una de las revisiones más completas de la literatura científica respecto de la educación STEM, los autores proponen que se trata de “un enfoque de enseñanza en el que se integran contenidos conceptuales y procedimentales propios de las disciplinas STEM, donde una de las disciplinas adquiere más relevancia dependiendo del contexto”.

En cuanto a los aportes que ha supuesto la integración del área de la dimensión artística del enfoque STEAM, cabe señalar que quizás la mayor

aportación que esto conlleva sea la de reforzar el sentido de la creatividad, habilidad que ha sido definida por algunos como la más importante del siglo XXI, aunque también habría que señalar otras, como el pensamiento crítico, las habilidades cooperativas o la colaboración (Lewis, 2015). Se habla incluso de pasar de la interdisciplinariedad a la transdisciplinariedad (Liao, 2016).

Por otra parte, hemos observado cómo la integración de la tecnología en el ámbito educativo, especialmente en las áreas científicas o STEM y/o STEAM, ha tomado un rol relevante durante los últimos años (Freeman *et al.*, 2017; ODITE, 2017), lo que ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes puesto que, entre otros beneficios, permite maximizar la mejora de las actitudes hacia las ciencias (Aguilera y Perales-Palacios, 2018; Makransky *et al.*, 2020) y suponen un factor motivacional importante para el aprendizaje de las ciencias (Makokha, 2017; Silva-Díaz *et al.*, 2021).

Frente a este acelerado desarrollo tecnológico al servicio de la educación, ha surgido una categoría conocida como tecnologías emergentes en la educación (TEE). Se trata de tecnologías innovadoras que aportan mejoras frente a otras más tradicionales, y que ya se encuentran consolidadas pero que aún no alcanzan un nivel de madurez, por tanto se encuentran en pleno desarrollo. Con la finalidad de identificar cuáles son las tecnologías emergentes que se están utilizando a nivel internacional, el New Media Consortium (NMC) y el Consortium for School Networking (CoSN)¹ desarrollan anualmente un informe que tiene por objetivo identificar las nuevas tendencias para la enseñanza, tanto en lo relativo a modelos pedagógicos como a tecnologías emergentes en el ámbito de la educación.

Si bien hemos observado la existencia de estudios de corte bibliométrico orientados al uso de las tecnologías emergentes como recurso pedagógico (Xia y Zhong, 2018; Oliveira *et al.*,

2019; Ferrada *et al.*, 2020), estas se han centrado en otro tipo de tecnologías, más cercanas al pensamiento computacional y la robótica educativa, pero no responden a lo señalado en el informe *Horizon Report: K-12 Edition* de 2017 (Freeman *et al.*, 2017).

Considerando lo expuesto en este apartado, se ha diseñado una investigación bibliométrica que tiene por objetivo general caracterizar la producción científica sobre tecnologías emergentes en el ámbito de la educación STEAM en función de:

- Caracterizar la distribución demográfica de los documentos analizados (según el año de publicación, el género del primer autor, la distribución en función del género de todos los autores y la procedencia de la afiliación del primer autor).
- Determinar la distribución de los documentos analizados respecto a los ámbitos de análisis centrales (según el tipo de tecnología emergente utilizada, el tipo de enseñanza y el nivel educativo al que se encuentran dirigidos los documentos).
- Caracterizar la distribución bibliográfica de los documentos (según indexación en revistas académicas, temática de indexación de los documentos, el número de citas y respecto del análisis de las palabras claves [keywords]).

Método

La presente investigación es de corte cuantitativo y se desarrolla mediante un estudio bibliométrico basado en el esquema propuesto por Zupic y Čater (2015). Se establece un modelo de flujo de trabajo estructurado en cinco etapas (figura 1).

Diseño del estudio y unidades de análisis

A partir de una revisión de literatura científica basada en la temática del uso de tecnología emergente en educación en el ámbito de las ciencias experimentales y la educación STEM y STEAM en la educación secundaria se definen una serie de indicadores bibliométricos que permitan caracterizar la muestra en función del objetivo propuesto para el presente estudio. Para el diseño del proceso de búsqueda se han definido tres ámbitos de análisis que después constituirán las unidades o variables de análisis centrales: a) el tipo de tecnología utilizada, b) el tipo de enseñanza que se desarrolla y c) el nivel educativo.

En cuanto al “tipo de tecnología”, se ha utilizado como marco de referencia aquellas incluidas en el informe *Horizon Report: K-12 Edition* (Freeman *et al.*, 2017). En la tabla 1 se presenta una descripción de las TEE indicando su conceptualización y ejemplos de tipo de tecnología considerada para cada indicador.

FIGURA 1. Diagrama de flujo utilizado en el proceso de revisión bibliométrica basada en la propuesta de Zupic y Čater (2015)

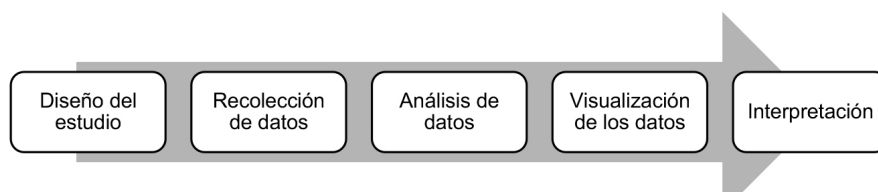


TABLA 1. Tecnologías emergentes en educación incluidas en el informe *Horizon Report: K-12 Edition* (Freeman et al., 2017)

TEE	Conceptualización	Ejemplos
Espacios <i>maker</i>	Espacios físicos diseñados para fomentar el aprendizaje mediante el trabajo “práctico”, suelen contar con diversos tipos de tecnologías emergentes. Se enfatizan las actividades manuales sobre la tecnología	Impresoras 3D Cortadores láser Softwares de animación
Robótica	Es considerada como el diseño y las aplicaciones de robots o máquinas automatizadas que realizan diversas actividades. Se utilizan para fomentar el pensamiento crítico y computacional. Además, se suelen asociar al desarrollo de actividades de tipo STEM	Lego WeDo Mbot Next Scratch Arduino
Tecnologías analíticas	Consideradas como herramientas y aplicaciones que convierten datos en información procesable, lo que permite al profesorado tener información, en tiempo real, sobre los progresos del alumnado facilitando la toma de decisiones respecto de los ajustes necesarios en función de sus logros	Sistemas de gestión de bases de datos Herramientas de análisis predictivo y de modelado
Realidad virtual (aumentada y mixta)	Entornos generados por ordenador que simulan un espacio físico en los que se desarrollan experiencias sensoriales realistas. Existe un nivel de inmersión básico que contempla el uso de imágenes en 3D con la posibilidad de interactuar mediante el uso de un ordenador y otro de nivel de inmersión alto que permite conseguir experiencias más “realistas”. Adicionalmente, la “realidad mixta” ofrece información adicional en un entorno real con elementos basados en tecnología de realidad aumentada	Samsung Gear Google Cardboards HTC-Vive Oculus Rift / Go / Quest I y II PlayStation VR Microsoft HoloLens
Inteligencia artificial (IA)	Es considerada como la capacidad de los ordenadores de tomar decisiones basadas en el aprendizaje automático a partir de la interacción con los seres humanos. Se fundamenta en la automatización de tareas complejas y la capacidad de predicción a partir del manejo de datos masivos	Cortana (Microsoft) Siri (Apple) Alexa (Amazon) Google Home
Internet de las cosas (IoT)	El internet de las cosas (IoT) consta de objetos dotados de potencia informática a través de procesadores o sensores integrados capaces de transmitir información a través de redes. Estas conexiones permiten la gestión remota, la supervisión del estado, el seguimiento y las alertas. Este tipo de tecnologías facilita la optimización de recursos a partir de los datos obtenidos en tiempo real	<i>Wearables</i> <i>Smart devices</i> <i>Smartwatch</i> <i>Smartphone</i> Sensores

Respecto al “tipo de enseñanza”, se ha definido la educación científica desde la perspectiva única de la enseñanza de una ciencia y, además, se ha considerado la educación STEM y STEAM (tabla 2).

TABLA 2. Tipos de enseñanza

Ciencia particular	En esta categoría se contempla la enseñanza particular de alguna de las ciencias, considerando, para ello, la física, química, biología, geología, educación ambiental, ciencias de la tierra, ciencias de la vida y/o ciencias del espacio
Educación STEM	En cuanto al ámbito STEM, se contemplan todos aquellos estudios que declaren en sus resúmenes la educación STEM, ya sea en su acrónimo o de forma segregada (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>). Adicionalmente, se consideran aquellos estudios en los que, aunque no se declare en sus resúmenes, se realicen actividades de tipo STEM (p. ej., robótica educativa)
Educación STEAM	Con relación a esta categoría, se han considerado aquellos estudios que declaren explícitamente un enfoque STEAM, es decir, que incluyan la variante “ <i>art</i> ” o más cercana al ámbito de las humanidades

Por último, y en relación con el “nivel educativo”, para la presente revisión se han considerado tres categorías (tabla 3).

Adicionalmente, se han considerado las variables año de publicación, número de autores, género y país de procedencia del primer autor y resto de autores, revista, ámbito de indexación de la revista, citas y citas normalizadas. Cabe señalar que la determinación del género se realizó en base al nombre de pila y fotografías, para lo que se realizó una búsqueda exhaustiva de información de los autores en plataformas académicas, profesionales y/o sociales. No obstante hubo un pequeño número de casos donde no se pudo determinar el género, denominándose a este grupo como “no determinado”.

TABLA 3. Nivel educativo

Secundaria	Se contemplan todos aquellos estudios dirigidos al nivel secundario. Para estos efectos se han considerado los términos “ <i>high school</i> ” y “ <i>middle school</i> ”, además de los niveles independientes (<i>6th grade</i> , <i>7th grade</i> , <i>12th grade</i> , etc.) y en su conjunto (<i>Secondary School</i>)
Primaria y secundaria	En esta categoría se contemplan aquellos estudios en los que, además de incluir la educación secundaria, se consideran algunos cursos de educación primaria. En ningún caso esta actúa de forma independiente
Formación del profesorado y secundaria	En relación con esta categoría, se consideran aquellos estudios que, dirigidos o no al estudiantado de secundaria, contemplan al profesorado tanto en formación (inicial o continua) como en ejercicio de la profesión en el nivel de secundaria

En cuanto a las citas, se obtienen a partir de los registros de Scopus, Web of Science-Clarivate y los datos de Google Scholar. Respecto a las citas normalizadas, se establece mediante el cociente número de citas totales (de Google Scholar, por su aplicabilidad a todos los documentos) y cantidad de años del documento hasta 2021 (fecha en que se obtienen los registros). El ámbito de indexación de la revista se realizó mediante categorización propia, previa consulta de la política editorial de las revistas.

Recolección de datos

El proceso de recolección de datos se desarrolla a partir de la elaboración de una ecuación de búsqueda avanzada para las bases de datos Scopus y Web of Science-Clarivate. Se han considerado estas bases de datos debido a su alta indexación de trabajos científicos de carácter empírico, su amplio uso en el ámbito científico-académico y sus altos estándares de calidad.

Para el desarrollo de la ecuación de búsqueda avanzada, el grupo de autores han realizado búsquedas

TABLA 4. Ecuación de búsqueda avanzada (Scopus)

TITLE-ABS-KEY((robot* OR "maker spaces" OR "makerspaces" OR "analytics technologies" OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "Artificial Intelligence" OR "Internet of Things" OR "Emerging Technologies") AND ("Science education" OR "Science Learning" OR "Science Teaching" OR "science" OR "physics" OR "chemistry" OR "geology" OR "earth sciences" OR "biology" OR "environmental sciences" OR "space sciences" OR "life sciences" OR "STEM" OR "STEAM") AND ("secondary education" OR "secondary school" OR "Middle school" OR "high school" OR "7 th grade" OR "8 th grade" OR "9 th grade" OR "10 th grade" OR "11 th grade" OR "12 th grade"))
--

TABLA 5. Ecuación de búsqueda avanzada (Web of Science)

Ts=((robot* OR "maker spaces" OR "makerspaces" OR "analytics technologies" OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "Artificial Intelligence" OR "Internet of Things" OR "Emerging Technologies") AND ("Science education" OR "Science Learning" OR "Science Teaching" OR "science" OR "physics" OR "chemistry" OR "geology" OR "earth sciences" OR "biology" OR "environmental sciences" OR "space sciences" OR "life sciences" OR "STEM" OR "STEAM") AND ("secondary education" OR "secondary school" OR "Middle school" OR "high school" OR "7 th grade" OR "8 th grade" OR "9 th grade" OR "10 th grade" OR "11 th grade" OR "12 th grade"))
--

exploratorias con la finalidad de refinar la ecuación, las que se desarrollaron durante el último cuatrimestre del año 2021. En las tablas 4 y 5 se presenta la ecuación de búsqueda definitiva para cada base de datos.

Una vez definida la ecuación de búsqueda comienza el proceso de selección de la muestra a partir del mes de enero de 2022 con la finalidad

de recoger la totalidad de los documentos incorporados en las dos bases de datos en el decenio 2010-2020. Este intervalo facilitará futuros estudios longitudinales basados en décadas y lustros.

El proceso de selección se desarrolla a partir de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión expuestos en la tabla 6.

TABLA 6. Criterios de selección de la muestra

Inclusión	Exclusión
Año de publicación inicial 2010 y final 2020	Otros años de publicación fuera del rango
Artículos de revistas científicas	Otros documentos
Idioma inglés y español	Otros idiomas
Considera alguna de las TEE descritas en la primera variable	No señala el tipo de TEE o no se incluye en las descritas en la primera variable
Considera la enseñanza de alguna de las descritas en la segunda variable	No señala, o no contempla, la enseñanza de alguna de las disciplinas descritas en la primera variable
Considera los niveles educativos descritos en la tercera variable	No contempla la educación secundaria

Implica la revisión de resúmenes, la que ha sido realizada mediante un proceso de doble ciego, en la cual los autores realizaron una lectura de 683 documentos de forma independiente y, posteriormente, se contrastó el grado de acuerdo en los documentos seleccionados. En aquellos casos en los que no hubo acuerdo, se realizó una nueva revisión en conjunto, llegando a un acuerdo total en la muestra seleccionada. Asimismo, se eliminaron “manualmente” aquellos documentos procedentes de diversos congresos o seminarios y que, a pesar de establecer como filtro de exclusión “automático” el tipo de documento (artículos), se encontraron en la muestra de revisión de resúmenes.

En la figura 2 se presenta un diagrama de flujo que da cuenta del proceso de selección de la muestra.

El listado total de los documentos seleccionados se encuentra disponible en Silva-Díaz (2022). Respecto a la distribución de la muestra seleccionada, esta se encuentra determinada por 215 documentos, de los cuales 78 se obtuvieron desde la base de datos de Scopus y se corresponden con un 36.47% del total de la

muestra. Mientras que desde Web of Science-Clarivate se obtuvieron 31 documentos que conciernen a un 14.42% del total. Además, 105 documentos se encontraron en ambas bases de datos y por tanto fueron considerados como duplicados (48.84% del total de la muestra seleccionada).

Análisis de datos

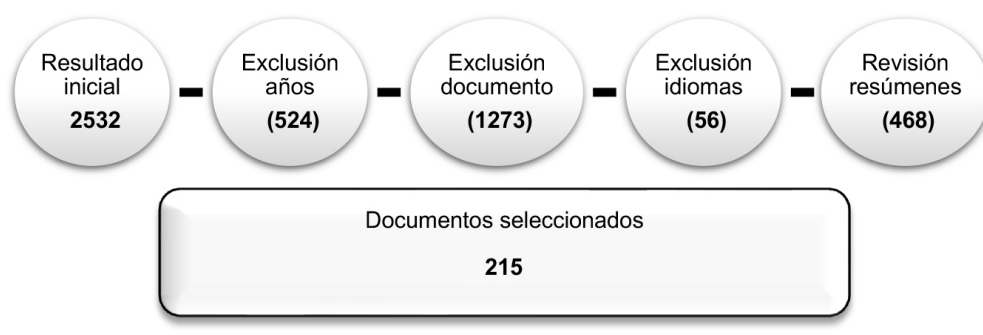
Con relación al análisis de los resultados, este se realizó mediante el uso de Excel (organización de la información y análisis estadístico descriptivo) y Canva² (diseño gráfico).

Resultados y discusión

El análisis de los resultados y su discusión tienen en consideración las variables de análisis definidas en el apartado de diseño del estudio.

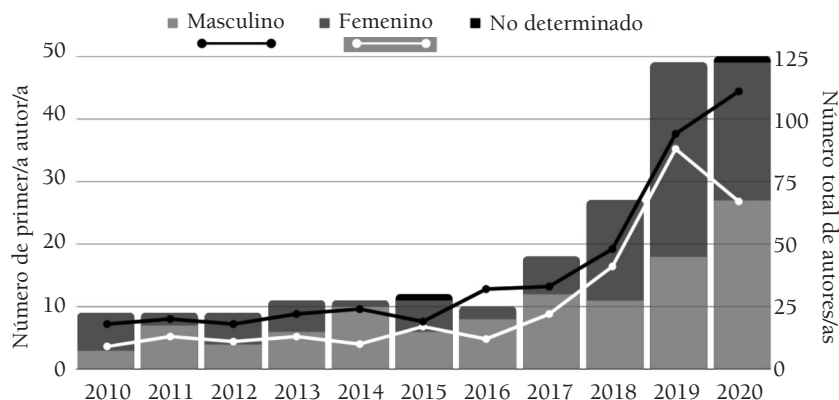
En la figura 3 se presentan los datos en función de la producción por años, diferenciando el género del primer autor y de todos los autores (N = 756).

FIGURA 2. Proceso de selección y filtrado de documentos



Nota: entre paréntesis se indica la cantidad de documentos eliminados según criterios.

FIGURA 3. Distribución de la muestra según el año (histograma) y el género del primer autor (gráfico lineal)



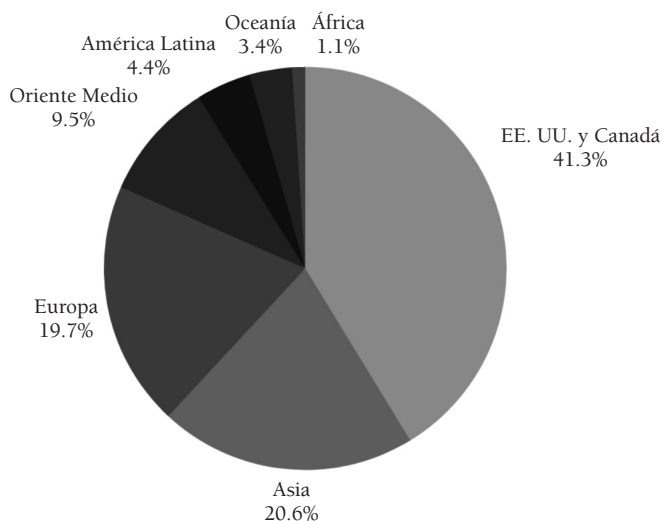
Se aprecia que nos encontramos frente a un tema que ha tenido una producción aproximadamente estable hasta el año 2017, cuando se observa una fuerte alza en la producción científica y que llega hasta el año 2019. Esta situación se ha contemplado en otras investigaciones que analizan las tendencias en investigación respecto del uso de tecnología educativa (Dubé y Wen, 2022). Hay que destacar que el año 2020 muestra una producción equivalente a la de 2019, probablemente se reflejan los efectos del COVID-19, lo que ha podido frenar los trabajos de investigación que impliquen intervenciones educativas. Así pues, en los tres últimos años se concentra un 58.68% de la muestra total, lo cual da cuenta del crecimiento acelerado en la producción científica respecto del uso de tecnologías emergentes en el ámbito de la educación científica.

La presencia femenina en la autoría ha ido ligeramente en alza en la producción en este campo de investigación durante los últimos años, especialmente en lo que a autoría principal (primer autor) se refiere. Sin embargo, al analizar a nivel global, se observa en el conjunto de la década una disparidad en la participación femenina (40.07%) frente a la masculina (58.06%). Llama la atención lo ocurrido en el año 2020, que podría ser una ruptura en la tendencia de cierre de la brecha, pero también un hecho puntual atribuible al COVID-19 que afectó, mayoritariamente, a la

producción científica femenina (Cui *et al.*, 2021), principalmente por su mayor implicación en el desarrollo de actividades domésticas y familiares vinculadas históricamente a este colectivo (Parlak *et al.*, 2021). Por otra parte, son los hombres quienes emplean con una mayor frecuencia herramientas informáticas en el hogar (Rodríguez *et al.*, 2013).

En la figura 4 se presentan los resultados de la distribución de los documentos en función de la afiliación del total de los autores, considerando las siguientes regiones geográficas: a) Estados Unidos y Canadá, b) Asia (exceptuando Oriente Medio), c) Europa, d) Oriente Medio, e) América Latina, f) Oceanía y g) África.

Se observa un desequilibrio respecto a la producción, concentrándose en tres las regiones que la lideran: EE. UU. y Canadá (312 documentos), Asia (excluyendo Oriente Medio) (156) y Europa (149), las que en conjunto representan sobre el 80% de la muestra total. Por otra parte, se aprecia la baja productividad de las regiones América Latina (33), Oceanía (26) y África (8), llegando a representar, en su conjunto, menos del 10% de la muestra. Llama la atención la presencia de una producción moderada respecto de la región de Oriente Medio (72). Esta situación ya se ha observado en investigaciones anteriores (Silva-Díaz *et al.*, 2020) y

FIGURA 4. Distribución de la muestra según la productividad de países agrupados en regiones geográficas

consideramos necesario fomentar el desarrollo de la investigación en este tipo de temas, especialmente en las regiones que menor producción aportan a este campo.

Siguiendo con la distribución geográfica, en la tabla 7 se presentan los diez países con mayor producción a nivel mundial.

TABLA 7. Listado de los diez países con mayor producción

País	N	Representación
Estados Unidos	308	35.52%
Taiwán	38	4.38%
Turquía	37	4.27%
Malasia	32	3.69%
Brasil	26	3.00%
Australia	25	2.88%
España	23	2.65%
India	22	2.54%
Alemania	20	2.31%
China	20	2.31%

Como se observa en la figura 4 y en la tabla 7, existe una altísima desproporción entre los países que más producen y la temática investigada. Tan solo Estados Unidos tiene mayor presencia que todos los países agrupados en las regiones de África, Oceanía, América Latina y Oriente Medio. Para poner en perspectiva, de los 52 países con producción en la temática, los diez países que integran esta lista representan un 63.55% del total de la muestra, con lo cual los 42 países restantes tan solo suponen un 36.45%. Cabe señalar que estos resultados son similares a los encontrados por Ferrada *et al.* (2020) para investigaciones sobre robótica educativa en educación primaria en el periodo 2004-2018. No obstante, en este trabajo no aparecen países como Turquía o Malasia y que sí se encuentran aquí. Se pondría de manifiesto el potencial educativo —especialmente en el ámbito de la educación STEM y las tecnologías emergentes— de estos países emergentes en el terreno económico³. En el caso particular de Turquía, Lin *et al.* (2018) lo identifican también como un reciente y relevante productor en el ámbito genérico de la investigación en educación científica.

En revisiones recientes, referidas en este caso a la educación STEM (Martín *et al.*, 2019), destaca

también el liderazgo de Estados Unidos, apareciendo muy a la zaga países como Taiwán. Cabe destacar que España, aunque con números absolutos modestos, aparece en nuestro listado de los diez países con más producción. Esto es relevante y quizás pone de manifiesto un afán de búsqueda de la innovación en el ámbito STEM asociado a la introducción de tecnologías emergentes. De hecho, aunque España se encuentra también entre los diez países con mayor producción en el ámbito de la enseñanza de las ciencias en los últimos años (Lin *et al.*, 2018), no está a la cabeza de Europa, quedando claramente detrás de países como Reino Unido, Alemania y Suecia.

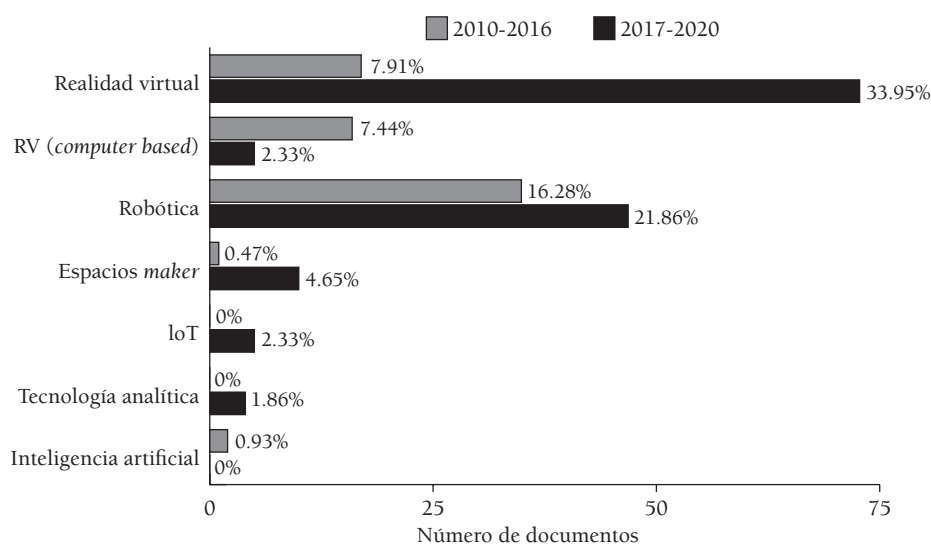
En la figura 5 se presenta la distribución de la muestra en función de la tecnología utilizada.

Se observa la predominancia de la realidad virtual que, junto con la realidad virtual basada en ordenador (2D), tiene una presencia del 51.7% de todos los documentos analizados. Si además consideramos la presencia de la robótica educativa (38.1%), podemos señalar que en su conjunto concentran la gran mayoría de

las tecnologías utilizadas en los documentos de la muestra (89.8%).

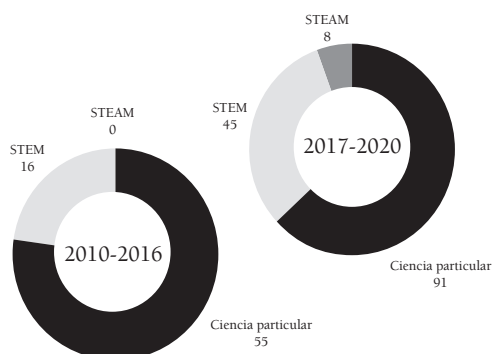
En cuanto al uso de la realidad virtual, se ha observado una creciente tendencia al uso de este tipo de recursos durante los últimos cuatro años, situándose sobre otras tecnologías emergentes (Dubé y Wen, 2022). Atribuimos este comportamiento a que se trata de un conjunto de tecnologías en las que un desarrollo suficiente para llegar a las aulas ha sido más reciente, sobre todo la realidad virtual. De todas formas, diversos estudios respaldan su potencial en el ámbito educativo, ya que ha tenido efectos positivos en el aprendizaje de las ciencias (Dickes *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2020; Menjivar *et al.*, 2021; Silva-Díaz *et al.*, 2021). Cabe señalar también que, aunque con números de producción mucho más modestos, los espacios *maker*, el internet de las cosas y las tecnologías analíticas se sitúan, prácticamente en exclusividad, en el periodo más reciente a partir de 2017, pudiéndose subrayar su carácter emergente. La robótica educativa es, por otra parte, la tecnología más madura de las consideradas, siendo la que experimenta una menor tasa de crecimiento reciente.

FIGURA 5. Distribución de la muestra según el “tipo de tecnología”



En la figura 6 se presenta la distribución temporal de los documentos asociados al “tipo de enseñanza”. Mientras que en la figura 7 se realiza en función de las variables “tipo de enseñanza” y “nivel educativo”.

FIGURA 6. Distribución de la muestra en función de la evolución temporal del “tipo de enseñanza”

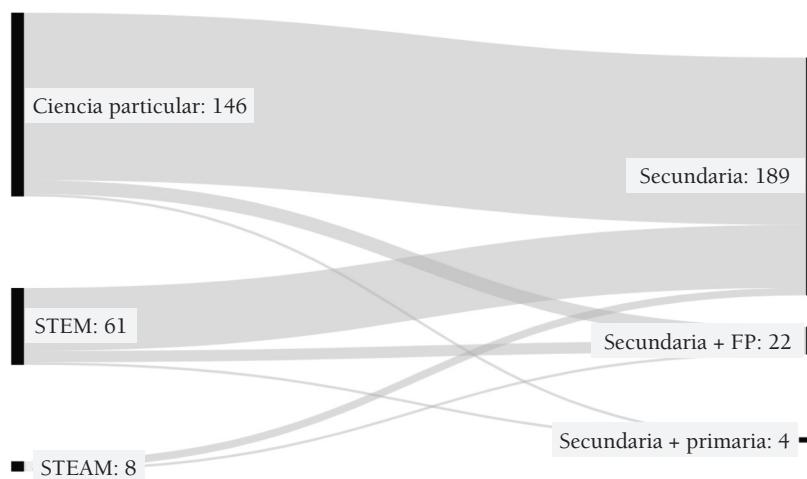


Se observa un importante número de publicaciones asociadas a la enseñanza de una ciencia particular (67.9%), mientras que la enseñanza STEM, que implica la integración de las disciplinas (Sanders, 2009), se presenta en el conjunto de la década aún de forma moderada (28.4%).

Y es que aun cuando el surgimiento del concepto STEM data de los años noventa, no es hasta 2009-2013 cuando comienza a tener mayor presencia, asociado a un fuerte impulso político (Sanders, 2009; Bybee, 2013), observándose, durante los últimos años, una rápida proliferación de investigaciones en STEM, lo que justifica esta nueva área de investigación (Lin *et al.*, 2018). Si la falta de consenso y conocimiento respecto de la integración STEM (Martín-Páez *et al.*, 2019) se va solucionando, gracias a los nuevos aportes, podría esperarse que se siguiera incrementado la proporción de estudios.

Por su parte, la educación STEAM, que implica la incorporación de “las artes” desde una concepción que subraya especialmente el pensamiento creativo, se presenta de forma minoritaria (3.7%) y solo a partir de 2017, siendo una tendencia de investigación muy reciente (Park *et al.*, 2021). Queda igualmente la incógnita de cuál será su evolución futura. Esto en parte puede depender de que se demuestre definitivamente que potencia más la creatividad que la educación STEM. No obstante, tal como apuntan Aguilera y Ortiz-Revilla (2021), aún no hay claras evidencias empíricas de ello.

FIGURA 7. Distribución de la muestra según las variables “tipo de enseñanza” y “nivel educativo”



Se observa cómo predomina la enseñanza de la ciencia particular concentrando un 67.91% de los documentos analizados. Por su parte, el STEM (28.37%) se presenta de forma moderada, aunque se ha observado un aumento durante los últimos cuatro años, mientras que el STEAM (3.72%) se ha presentado de forma minoritaria y exclusivamente en el periodo 2017-2020. Si comparamos la distribución de los documentos respecto del nivel educativo en el que se desarrollan, llama la atención la escasa producción orientada a la educación secundaria y la formación del profesorado (10.23%), y menor aun cuando se incluye la educación primaria (1.86%).

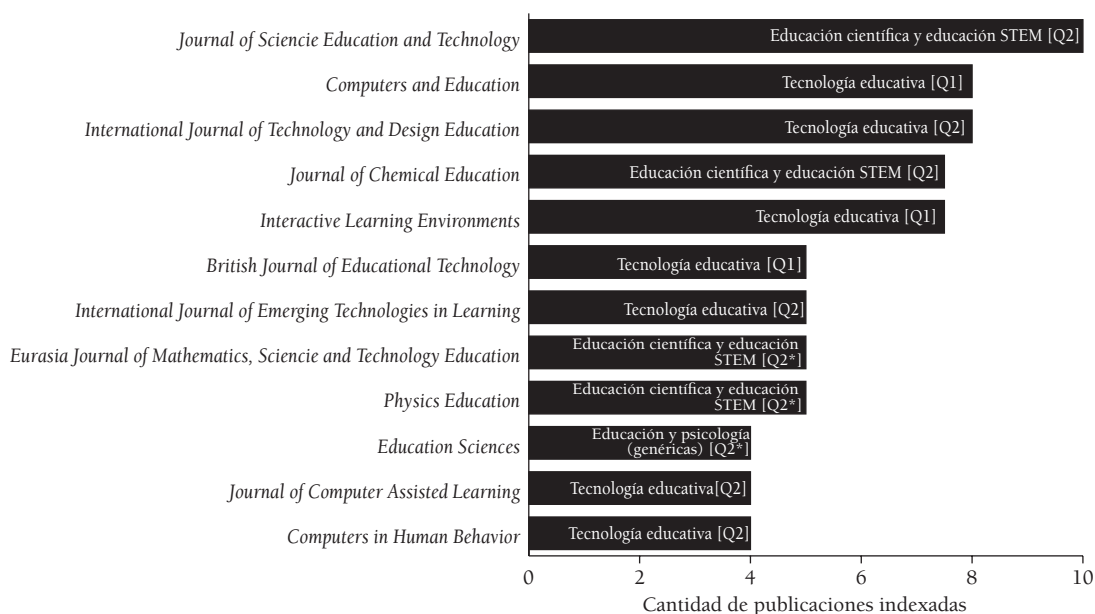
En cuanto a la indexación de los documentos de la muestra, en la figura 8 se presentan las

revistas con cuatro o más publicaciones de artículos respecto a la temática de estudio, liderando el *ranking* la revista *Journal of Science Education and Technology* con un 4.03% del total.

Cabe destacar que las 12 revistas que más publican en la temática se sitúan en los cuartiles Q1 y Q2 del *Journal Impact Factor* del Web of Science-Clarivate (o del *Scimago Journal & Country Rank* para las 3 revistas no indexadas en la Web of Science-Clarivate). Es decir, las tecnologías emergentes en la educación STEM son una temática que los autores consideran de alto impacto y las revistas de alto interés.

En la figura 9 se presenta la distribución de los documentos de acuerdo con la temática de las revistas.

FIGURA 8. Revistas científicas con cuatro o más publicaciones en el área temática



Nota: *indica que las revistas se encuentran en el ranking SJR.

FIGURA 9. Distribución de la muestra según la temática de la revista

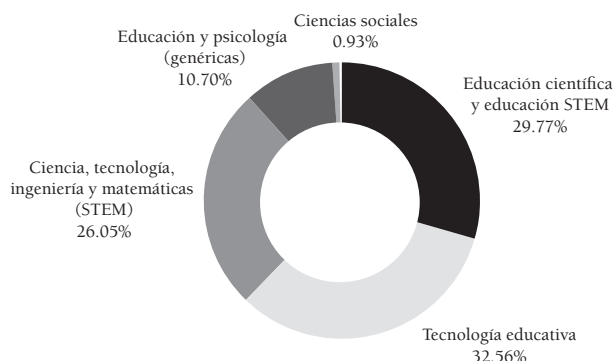


TABLA 8. Listado de los 20 documentos con mayor tasa de citas

Primer Autor	Año	Sc.	WS	Sch	Nda.	Tec.	Revista
Kamarainen	2013	247	188	503	62.87	RV	<i>Computers and Education</i>
Wojciechowski	2013	212	177	503	62.87	RV	<i>Computers and Education</i>
Ketelhut	2010	136	105	408	37.09	RV(C)	<i>British Journal of Educational Tech.</i>
Cai	2014	181	128	356	36.57	RV	<i>Computers in Human Behavior</i>
Bressler	2013	152	142	329	41.12	RV	<i>Journal of Comp. Assisted Learning</i>
Nugent	2010	117	82	268	24.36	R	<i>Journal of Research on Tech. in Ed.</i>
Lindgren	2016	157	120	264	52.80	RV	<i>Computers and Education</i>
Miller	2011	86	77	191	19.10	RV(C)	<i>Computers and Education</i>
Vattam	2011	91	63	148	14.80	IA	<i>Educational Technology and Society</i>
Markowitz	2018	76	62	140	46.67	RV	<i>Frontiers in Psychology</i>
Cai	2017	66	43	123	30.75	RV	<i>Interactive Learning Environments</i>
Leonard	2016	60	45	122	24.40	R	<i>Journal of Science Ed. and Tech.</i>
Koutromanos	2015	51	36	112	18.67	RV	<i>Educational Media International</i>
Adamson	2014	65	27	109	15.57	IA	<i>I. Journal of A. I. in Education</i>
Christensen	2015	41	27	105	17.50	R	<i>Journal of Science Ed. and Tech.</i>
Chang	2013	56	46	98	12.25	RV(C)	<i>Journal of Research in Sc. Teaching</i>
Barak	2018	43	28	84	28.00	R	<i>I. Journal of Tech. and Design Ed.</i>
McElhaney	2011	53	35	76	7.60	RV(C)	<i>Journal of Research in Sc. Teaching</i>
Tsai	2019	34	19	62	31.00	R	<i>Journal of Ed. Computing Research</i>
Sahin	2020	23	14	45	45.00	RV	<i>Computers and Education</i>

Nota: Sc: Scopus, WS: Web of Science, Sch: Google Scholar, Nda: citas normalizadas. Tec: tecnología utilizada, RV: realidad virtual, RV(C): realidad virtual (computer based), R: robótica e IA: inteligencia artificial.

Se observa que la mayoría de los documentos se indexan bajo tres categorías en particular: tecnología educativa (32.56%), educación científica y educación STEM (29.77%) y ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) (26.05%), siendo

las dos primeras las que concentran las 11 de las 12 revistas más productivas en el tema.

Respecto a los documentos con mayor índice de citas, en la tabla 8 se presenta la distribución

en función del total de citas (TC), las citas por año (año) y las citas normalizadas (Nda).

Los documentos con mayor cantidad de citas son, lógicamente, los más antiguos, siendo los trabajos desarrollados por Kamarainen (2013), con 247 citas, y el de Wojciechowski (2013), con 212 citas, en la Web of Science-Clarivate los más referenciados. Sin embargo, llaman la atención los recientes trabajos de Lindgren (2016), Markowitz (2018) y Sahin (2020), que al considerarse el valor normalizado de citas registran valores muy altos. Además, se destaca la productividad de Cai con dos documentos entre los más citados, siendo su temática la realidad virtual. La realidad virtual, incluyendo la asistida por ordenador, es la línea de trabajo de mayor impacto, ya que 13 de los 20 trabajos, incluyendo los cinco primeros, se adscriben en esta línea.

Otro elemento que considerar es que los artículos con mayores citas se encuentran en las revistas *Computers and Education* (5), *Journal of Science Education and Technology* (2) y *Journal of Research in Science Teaching* (2).

En la tabla 9 se presenta una tabla de frecuencia por periodos agrupados que representa las palabras clave con mayor presencia para cada submuestra. Se incluye el número de términos contabilizados por periodo (N), las cinco palabras con mayor frecuencia y el porcentaje que representa cada una respecto de cada bloque.

A partir de la información contenida en la tabla 9, se observa la mayoritaria presencia del término “*Augmented Reality*” (49) con una representación de un 4.51% del total de la muestra. Mientras que los términos “*Virtual Reality*” (29) y “*Educational Robotics*” (19) se presentan en gran parte del periodo de análisis, representando un 2.68% y un 1.76%, respectivamente. Es de especial interés cómo ha sido la evolución del término “*Virtual Reality*”, puesto que se identifican dos picos de producción, siendo el primero de ellos a comienzos de la década, mientras que el segundo se presenta al cierre de la misma.

TABLA 9. Palabras clave con mayor frecuencia agrupadas por bloques

Palabra clave	Frecuencia	Porcentaje
2010-2012 [N = 103]		
<i>Virtual-Reality</i>	7	6.80
<i>Interactive-Learning-Environment</i>	3	2.91
<i>Robotics-Education</i>	3	2.91
<i>Science-Education</i>	3	2.91
<i>Augmented-Reality</i>	2	1.94
2013-2014 [N = 101]		
<i>Augmented-Reality</i>	5	4.95
<i>Interactive-Learning-Environments</i>	3	2.97
<i>Robotics</i>	3	2.97
<i>Educational-Robotics</i>	2	1.98
<i>Simulations</i>	2	1.98
2015-2016 [N = 96]		
<i>Augmented-Reality</i>	3	3.13
<i>Educational-Robots</i>	2	2.08
<i>Interactive-Learning-Environments</i>	2	2.08
<i>STEM</i>	2	2.08
<i>Virtual-Reality</i>	2	2.08
2017-2018 [N = 257]		
<i>Augmented-Reality</i>	10	3.89
<i>STEM-Education</i>	10	3.89
<i>STEM</i>	4	1.56
<i>Educational-Robotics</i>	3	1.17
<i>Virtual-Reality</i>	3	1.17
2019-2020 [N = 535]		
<i>Augmented-Reality</i>	29	5.42
<i>Virtual-Reality</i>	17	3.18
<i>STEM</i>	14	2.62
<i>Robotics</i>	13	2.43
<i>Educational-Robotics</i>	9	1.68

Otro elemento interesante de analizar está relacionado con la educación científica y la educación STEM, puesto que a partir del periodo comprendido entre 2015-2016 comienza a posicionarse con mayor presencia el término “*STEM Education*”, el que, al ser agrupado, cuenta con

una importante presencia (30) y representa un 2.77%. Asimismo, llama la atención la presencia, en menor medida, del concepto “*Interactive Learning Environments*” (8) durante la primera mitad de la década, que supone un 0.74% del total.

Conclusiones

Con base en los resultados expuestos en la presente bibliometría y los objetivos que se han planteado, podemos concluir lo siguiente:

- Distribución demográfica: nos encontramos frente a una temática que ha tenido un crecimiento acelerado a partir del año 2017 en adelante. Además, se observa una ligera alza en la presencia femenina como primera autora. Sin embargo, al analizar de forma global, se sigue observando un predominio masculino en la producción. En cuanto a la procedencia, se evidencia una hegemonía en la producción por parte de Estados Unidos y un aumento considerable de la producción de países como Taiwán, Turquía y Malasia.
- Distribución respecto a los ámbitos centrales del estudio: predomina el uso de la realidad virtual, con una tendencia de alza respecto a otra tecnología frecuente como es la robótica. En cuanto al tipo de enseñanza, se sigue privilegiando la enseñanza de la ciencia de forma particular, aunque se observa una importante alza en la educación STEM a partir de 2017.
- Distribución bibliográfica: las revistas con mayor producción en el ámbito estudiado

son de alto impacto científico (Q1, Q2), perteneciendo mayoritariamente a los ámbitos de la tecnología educativa y de la educación científica y educación STEM. Se detectan artículos con alto número de citas, especialmente en artículos sobre realidad virtual.

Respecto a las limitaciones del presente estudio, se ha refinado la muestra a un campo muy acotado y por consiguiente existe la probabilidad de que algunos estudios relacionados con el uso de tecnología emergente no hayan sido recogidos a partir de las ecuaciones de búsqueda. Consideramos que la realización de un estudio más amplio permitiría contrastar este supuesto.

En cuanto a la visión de futuro y la prospectiva del uso de tecnología emergente en la educación científica, consideramos necesaria la realización de una revisión sistemática que permita evaluar la efectividad de metodologías activas (STEM y STEAM) para la educación científica, especialmente en los casos en los que se utilice la tecnología emergente como recurso pedagógico.

Agradecimientos

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Becas Chile (Folio 72210150).

Proyecto TED2021-129474B-I00, de la Convocatoria de Proyectos Orientados a la Transición Ecológica y a la Transición Digital, del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Notas

¹ <https://www.educause.edu/>

² <https://www.canva.com/>

³ <https://elordenmundial.com/cuales-son-llamados-paises-emergentes/>

Referencias bibliográficas

- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review. *Education Sciences*, 11, 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2018). What effects do didactic interventions have on students' attitudes towards science? A meta-analysis. *Research in Science Education*, 50, 573-597. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>
- Bybee, R. W. (2013). *The case of STEM education: challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Cui, R., Ding, H. y Zhu, F. (2021). Gender inequality in research productivity during the COVID-19 pandemic. *Manufacturing & Service Operations Management*, 24(2), 707-726. <https://doi.org/10.1287/msom.2021.0991>
- Dickes, A. C., Kamarainen, A., Metcalf, S. J., Gün-Yildiz, S., Brennan, K., Grotzer, T. y Dede, C. (2019). Scaffolding ecosystems science practice by blending immersive environments and computational modeling. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2181-2202. <https://doi.org/10.1111/bjet.12806>
- Dubé, A. K. y Wen, R. (2022). Identification and evaluation of technology trends in K-12 education from 2011 to 2021. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1929-1958. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10689-8>
- Ferrada-Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D. y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society*, 21(22), 1-18. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>
- Fleer, M. (2013). Affective imagination in science education: determining the emotional nature of scientific and technological learning of young children. *Research in Science Education*, 43(5), 2085-2106. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9344-8>
- Freeman, A., Adams, S., Cummins, M., Davis, A. y Hall, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. The New Media Consortium.
- Lewis, A. L. (2015). Putting the "H" in STEAM: paradigms for modern liberal arts education. En X. Ge, D. Ifenthaler y J. M. Spector (eds.), *Emerging technologies for STEAM education* (pp. 259-275). Springer.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: an arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44-49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Lin, T. J., Lin, T. C., Potvin, P. y Tsai, C. C. (2018). Research trends in science education from 2013 to 2017: a systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 41(1), 367-387. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1550274>
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q. y Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Makokha, J. (2017). Emerging technologies and science teaching. En K. S. Taber y B. Akpan (eds.), *Science education* (pp. 369-383). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_27
- Makransky, G., Petersen, G. B. y Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2079-2097. <https://doi.org/10.1111/bjet.12954>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103, 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Menjivar, E., Sánchez, E., Ruíz, J. y Linde, T. (2021). Revisión de la producción científica sobre la realidad virtual entre 2016 y 2020 a través de Scopus y WoS. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 10(2), 26-55. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.13422>

- ODITE (2017). *Tendencias educativas 2017*. https://issuu.com/espisal/docs/odite_tendencias_educativas_2017/6
- Oliveira, A., Behnagh, R. F., Ni, L., Mohsinah, A. A., Burgess, K. J. y Guo, L. (2019). Emerging technologies as pedagogical tools for teaching and learning science: a literature review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(2), 149-160. <https://doi.org/10.1002/hbe2.141>
- Park, W., Kim, D. y Kang, D. Y. (2021). Research trends in science and mathematics education in South Korea 2014-2018: a cross-disciplinary analysis of publications in selected local journals, *Asia-Pacific Science Education*, 7(2), 280-308. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10029>
- Parlak, S., Celebi, O. y Oksuz, F. (2021). Gender roles during COVID-19 pandemic: the experiences of Turkish female academics. *Gender, Work & Organization*, 28(S2), 461-483. <https://doi.org/10.1111/gwao.12655>
- Rodríguez, M. J., Olmos, S. y Martínez, F. (2013). Autoevaluación de competencias informacionales en educación secundaria: propuesta de modelo causal desde una perspectiva de género. *Bordón, Revista de Pedagogía*, 65(2), 111-125. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/brp.2013.65207>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-27.
- Silva-Díaz, F. (2022). Supplementary data [Emerging technologies in STEM education]. *Figshare*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20368917.v1>
- Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J. y Fernández-Plaza, J. A. (2021). Uso de tecnologías inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educar*, 57(1), 119-138. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>
- Silva-Díaz, F., Vázquez-Vilchez, M. y Carrillo-Rosúa, J. (2020). Estudio bibliométrico sobre la producción científica en realidad virtual inmersiva, aumentada y mixta asociadas a un enfoque STEM de enseñanza. En J. A. Marín-Marín et al., *Inclusión, tecnología y sociedad: investigación e innovación en educación* (pp. 1205-1216). Dykinson.
- Toma, R. B. y Meneses-Villagrà, J. A. (2019). Preferencia por contenidos científicos de física o de biología en educación primaria: un análisis clúster. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1104. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1104
- Xia, L. y Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>
- Zupic, I. y Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

Abstract

Emerging technologies in STEM education. A bibliometric analysis of publications in Scopus & WoS (2010-2020)

INTRODUCTION. This article presents a review of the indexed literature in Scopus and Web of Science-Clarivate databases based on the analysis of bibliometric indicators on the use of Emerging Technologies in Education, considering those included in the *Horizon Report: K-12 Edition*; a) Makerspaces, b) Robotics, c) Analytic Technologies, d) Virtual Reality, e) Artificial Intelligence

and f) The Internet of Things (IoT). In addition, they are considered as variable to be used in teaching of Science Education and STEM/STEAM Education in Secondary Education context. **METHOD.** The revision is developed by using the flow for bibliometric studies proposed by Zupic and Čater (2015). A search was carried out in Scopus and WoS based on an equation that gathers key terms of the three described variables of analysis. **RESULTS.** The main results obtained indicate that there is a notorious increase in scientific production on the topic, especially from 2017 onwards. In addition, a predominance of Immersive Technologies and Educational Robotics as the preferred technologies for the development of science education is observed. **DISCUSSION.** There is a predominance of science education in particular over STEM and STEAM approaches, however, a positive trend is observed related to the last two in the late part of the decade analyzed. On the other hand, it is observed that from 2018 onwards, the scientific production regarding the use of emerging technologies has had an accelerated growth, with Virtual Reality and Robotics being the most used.

Keywords: Educational technology, Technology uses in education, STEM education, Science education, Bibliometrics.

Résumé

Technologies émergentes dans l'enseignement des STEM. Analyse bibliométrique des publications dans Scopus et WoS (2010-2020)

INTRODUCTION. Cet article présente une revue de la littérature indexée dans les bases de données Scopus et Web of Science-Clarivate basée sur l'analyse des indicateurs bibliométriques sur l'utilisation des technologies émergentes dans l'éducation en considérant celles incluses dans le rapport *Horizon Report : K-12 Edition* ; a) Maker Spaces, b) Robotique, c) Technologies analytiques, d) Réalité virtuelle, e) Intelligence artificielle et f) Internet des objets (IoT). En outre, il est considéré comme une variable le fait qu'elles soient utilisés dans l'enseignement de l'éducation scientifique et de l'éducation STEM/STEAM dans le contexte de l'enseignement secondaire. **MÉTHODE.** La revue est développée en utilisant le flux pour les études bibliométriques proposé par Zupic et Čater (2015). Une recherche a été effectuée dans Scopus et WoS sur la base d'une équation qui rassemble les termes clés des trois variables d'analyse décrites. **RÉSULTATS.** Les principaux résultats obtenus indiquent qu'il y a une augmentation notable de la production scientifique sur le sujet, notamment à partir de 2017. On constate également une prédominance de la réalité virtuelle et de la robotique éducative comme technologies privilégiées à l'heure de développer l'enseignement des sciences. **DISCUSSION.** On observe une prédominance de l'enseignement scientifique en particulier sur les approches STEM et STEAM. Néanmoins, une tendance positive est observée en ce qui concerne ces deux dernières dans la dernière partie de la décennie analysée. D'autre part, on observe que, depuis 2018 la production scientifique concernant l'utilisation des technologies émergentes a connu une croissance accélérée, étant la réalité virtuelle et la robotique les plus utilisées.

Mots-clés : Technologie éducative, Utilisations de la technologie dans l'éducation, Enseignement STEM, Enseignement scientifique, Bibliométrie.

Perfil profesional de los autores

Francisco Silva-Díaz (autor de contacto)

Doctorando en Ciencias de la Educación, Máster en Investigación e Innovación en Currículum y Formación por la Universidad de Granada y licenciado en Educación General Básica, mención en Matemáticas por la Universidad Católica del Maule (Chile). Sus investigaciones se relacionan con el uso de diversas tecnologías educativas para la educación STEAM, especializándose en la realidad virtual inmersiva. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7047-3546>

Correo electrónico de contacto: fsilva@correo.ugr.es

Dirección para la correspondencia: Avenida de Andaluces 10, 1C. 18014 Granada, España.

Gracia Fernández-Ferrer

Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad de Granada y profesora asociada de dicha universidad. Es también profesora de educación secundaria en el IES Alonso Cano. Sus investigaciones han abordado el agua desde la perspectiva educativa, actualmente se centran en el uso de tecnología emergente para la educación STEM.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3530-8553>

Correo electrónico de contacto: gferfer@ugr.es

Mercedes Vázquez-Vílchez

Doctora en Ciencias de la Tierra por la Universidad de Jaén. Sus investigaciones están relacionadas con la educación STEM, el uso educativo de los juegos y la didáctica de las ciencias de la tierra y de la sostenibilidad. Actualmente es profesora contratada doctora en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4433-5112>

Correo electrónico de contacto: mmvazquez@ugr.es

Cristian Ferrada

Doctor en Ciencias de la Educación, Máster en Didáctica de la Matemática por la Universidad de Granada y licenciado en Educación General Básica, mención en Educación Matemática por la Universidad Católica del Maule (Chile). Académico regular de la Facultad de Educación de la Universidad de los Lagos (Chile). Su investigación se centra en la educación STEM y la robótica educativa.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2678-7334>

Correo electrónico de contacto: cristian.ferrada@ulagos.cl

Romina Narváez

Doctoranda en Ciencias de la Educación, Máster en Didáctica de la Matemática por la Universidad de Granada y licenciada en Educación General Básica, mención en Matemáticas por la Universidad Católica del Maule (Chile). Cuenta con amplia experiencia docente en educación básica. Sus investigaciones se centran en el *early algebra* y la mediación en el proceso de generalización algebraica.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2825-9829>

Correo electrónico de contacto: rnarvaez@correo.ugr.es

Javier Carrillo-Rosúa

Doctor por la Universidad de Granada y profesor titular de dicha universidad. Sus diversos intereses de investigación en el ámbito educativo van de las tecnologías emergentes aplicadas a la educación STEM a comunidades de aprendizaje, pasando por la enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la tierra y la educación ambiental y para la sostenibilidad.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2889-3966>

Correo electrónico de contacto: fjcarril@ugr.es