

CAPÍTULO 37.

ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO SOBRE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA, AUMENTADA Y MIXTA ASOCIADAS A UN ENFOQUE STEM DE ENSEÑANZA

Francisco Silva-Díaz*, Mercedes Vázquez-Vilchez* y Javier Carrillo-Rosúa**

* Universidad de Granada; ** Universidad de Granada e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR)

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología educativa ha tenido un crecimiento acelerado durante los últimos años (Cabero, 2015). Su integración didáctica en el proceso de enseñanza ha sido de gran utilidad, especialmente, en asignaturas del tipo científico (Makokha, 2017). Sin embargo, la tecnología, *per se*, no se constituye como una herramienta exclusiva, por cuanto, requiere de la intervención directa del profesorado, lo que implica la articulación de las disciplinas (STEM) debe ir acompañada de una metodología que tenga la capacidad de potenciar la integración, entre ellas, la Enseñanza de las Ciencias basada en la Indagación (IBSE) o el Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) (Martín-Páez et al., 2019). Por su parte, Aguilera y Perales-Palacios (2018) sostienen que la inclusión de materiales y/o herramientas tecnológicas en los procesos de la enseñanza de las ciencias permitirían maximizar los efectos respecto a la mejora de actitudes científicas y, por consiguiente, en el logro de aprendizajes significativos.

En el informe “*Horizon Report: K-12 Edition*” (Freeman, Adams, Cummins, Davis, y Hall, 2017) señalan la existencia de una amplia gama de tecnologías emergentes en educación, dentro de las cuales destacan la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual Inmersiva (RVI). Esta última se sitúa en pleno proceso de integración en los centros educativos, estimando que para el año 2020 se concrete su integración. Este tipo de tecnologías se encuentran en la vanguardia en su implementación y, por tanto, la investigación respecto de sus efectos positivos en el aprendizaje se encuentra en el inicio de una etapa expansiva (Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2017).

Por otra parte, el uso de tecnología educativa requiere de un enfoque que tenga la capacidad de integrar y articular distintas disciplinas científicas. En ese sentido, durante los últimos años se ha venido utilizando un enfoque STEM/STEAM, el que busca

articular, de forma integrada, las cuatro disciplinas científicas que conforman dicho acrónimo (Bybee, 2013; Sanders, 2009 y Martín-Páez et al., 2019).

Con la finalidad de analizar el estado actual de la producción científica relativa al uso de la RV, RA y RM en contextos de Enseñanza Secundaria (ES) y Formación Inicial del Profesorado (FIP) desde enfoques STEAM/STEAM (o que declare, al menos, la enseñanza de alguna de las disciplinas STEM), se ha diseñado un estudio bibliométrico (Pritchard, 1969) que nos permita conocer los principales trabajos asociados a la temática, los autores más productores, países donde más se haya desarrollado la temática de estudio y las relaciones de colaboración más frecuente, entre otros aspectos (Linnenluecke, Marrone & Singh, 2019; Price, 1969).

2. MÉTODO

2.1. Diseño del estudio

En este trabajo se utiliza el flujo de trabajo (Fig. 1) propuesto por Zupic y Čater (2015). Asimismo, se ha centrado en el estudio de los siguientes indicadores bibliométricos; a) temáticas más frecuentes utilizadas en el área de estudio (*abstracts*), b) producción científica por eje temático (RVI, RA y RM), c) año de publicación, primer/a autor/a y su país de afiliación (muestra por país y continente), d) indicadores de indexación de artículos (*subject area* y revistas) y e) documentos con mayor impacto por eje temático (citas en Scopus) y la estructura intelectual entre autores.



Figura 1. Diagrama de flujo utilizado en el proceso de revisión bibliométrica.

2.2. Recolección de datos

Se ha decidido realizar la búsqueda en la base de datos Scopus®, debido a su masivo uso en el mundo académico y que, a su vez, la indexación en dicha base de datos establece estándares elevados de calidad.

Se ha centrado la búsqueda de documentos bajo los siguientes criterios de elegibilidad: a) El tema central de la búsqueda corresponde a realidad virtual inmersiva, aumentada o mixta; b) Se han considerado como elementos vinculantes la educación secundaria y la formación inicial docente; y c) Las áreas temáticas de la búsqueda incluyen las dimensiones STEM, propuestas STEM/STEAM o en aquellas temáticas que, aun cuando no se declaren STEM/STEAM, se asocien a la enseñanza científica, tecnológica y matemática.

Se ha utilizado una ecuación de búsqueda (Tabla 1) basada en los criterios de elegibilidad descritos en el párrafo anterior.

Tabla 1. *Ecuación de búsqueda avanzada (Scopus)*

TITLE-ABS-KEY(("Virtual Reality" or "Augmented Reality" or "Mixed Reality") and ("secondary education " or "teacher training" or "preservice teacher" or "pre-service teacher" or "secondary school" or "middle school" or "high school" or "7th grade" or "8th grade" or "9th grade" or "10th grade" or "11th grade" or "12th grade") and (science or technology or engineering or math* or STEM or STEAM))

En la tabla 2 aparecen recogidos los criterios de inclusión y exclusión usados para la selección de la muestra final y en la figura 2 el diagrama de flujo que sintetiza todo el proceso seguido.

Tabla 2

Criterios de selección

Inclusión	Exclusión
Año de publicación inicial abierta y final hasta 2018	Años de publicación 2019 y 2020
Artículos de revistas científicas	Otros documentos distintos de artículos
El estudio documento indica el uso de RVI, RA o RM	No es posible identificar el uso de RVI, RA o RM.

El estudio está dirigido a la enseñanza secundaria o formación inicial del profesorado	Enseñanza infantil, primaria y superior (otras áreas),
Educación formal	Educación a distancia, virtual, etc.
Idioma inglés	Otros idiomas distintos al inglés



Figura 2. Proceso de selección y filtrado de los documentos, entre corchetes se indica la cantidad de documentos eliminados según criterio.

2.3 Análisis de datos

En el proceso de análisis se ha utilizado el software Biliometrix (Aria y Cuccurullo, 2017), una aplicación basada en R-Studio con una interfaz web (*Biblioshiny*). Se realiza un primer análisis a la muestra refinada (72) y luego se categoriza en tres submuestras basadas en los ejes temáticos de la revisión: a) RA (35), RVI (27) y RM (10). El registro de las muestras, tanto general como por eje temático, se encuentra disponible como datos suplementarios en Silva-Díaz et al. (2019).

3. RESULTADOS

Respecto de la producción científica se realiza un primer análisis basado en la categorización de los términos de uso frecuente por los autores en los *abstracts* de los documentos consultados; en la Figura 3 se presentan los términos agrupados por categorías:



Figura 3. Mapa de temáticas más utilizadas en los 72 documentos sin separación por eje temático.

Considerando los términos con presencia igual a superior a 10 apariciones, se contabiliza un total 2.542 ocurrencias distribuidas en 100 términos distintos, los que han sido organizados en seis categorías. Se observa que las categorías “*Education*” (30,1%), “*Educational Technology*” (22,4%) e “*Interactive Learning Environments*” (21,5%) son las que registran mayor cantidad de ocurrencias, mientras que “*Methodological Study*” (12,8%), “*Mobile Learning*” (9,1%) y “*Scientific Education*” (3,6%) aquellas con menor presencia.

En la Figura 4 se presenta la distribución de los documentos consultados en función de los ejes temáticos definidos para esta investigación, siendo la RA mayoritaria.

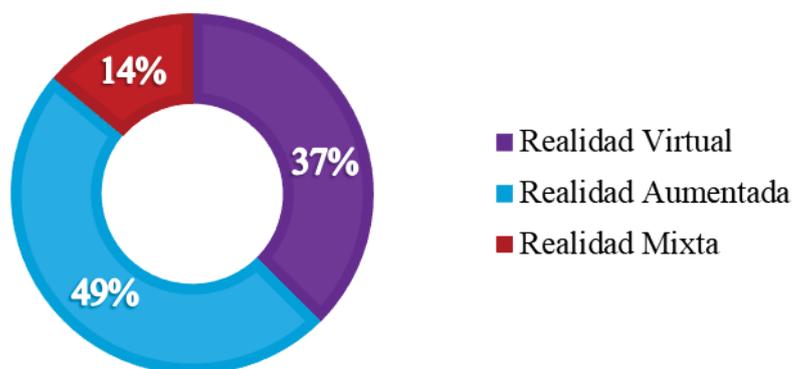


Figura 4. Diagrama de sectores que presenta la frecuencia de los documentos según su eje temático.

En cuanto a la producción científica por años, en la Figura 5 se presenta la distribución de las publicaciones consultadas organizadas por eje temático.

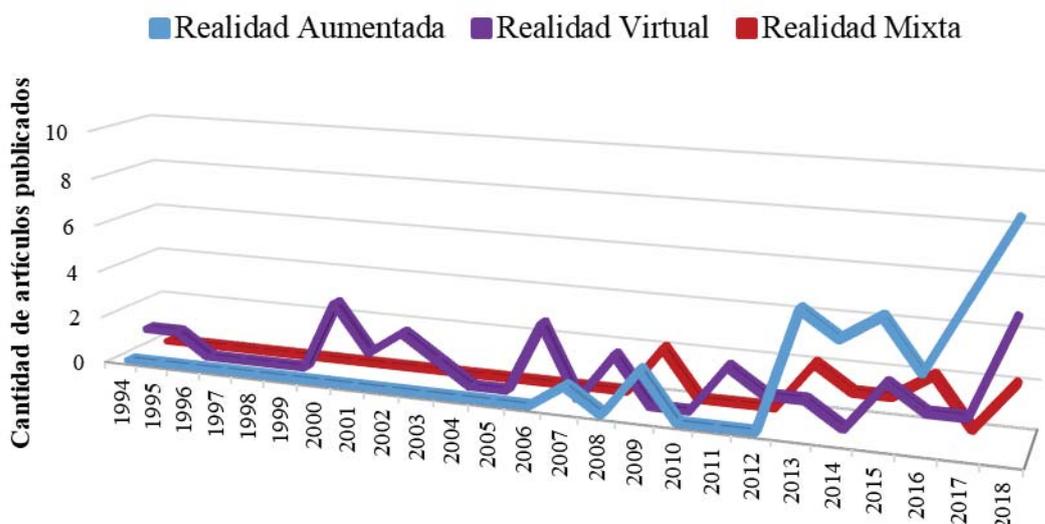


Figura 5. Producción científica por años. La tasa de crecimiento anual es de; a) RA: 36,9%, b) RVI: 12,2% y c) RM: 0,0%.

Se observa que los orígenes de la producción científica, recogida en SCOPUS, de la RVI asociada a un contexto específico de enseñanza (ES, FIP y STEM/STEAM) datan de los años 1994 y 1995, no obstante, no vuelve a registrarse producción sino hasta el año 2000 (3). Posteriormente los artículos se desarrollan de forma intermitente hasta el año 2015, donde, parece comenzar un ciclo de publicación marcando en el año 2018 el máximo de publicaciones (5). En cuanto a la RA se observa una incipiente aparición en el año 2007. Sin embargo, es en el año 2013 donde se produce un relativo “boom” (5), registrándose a partir de entonces una tendencia hacia la mayor producción en el campo, situándose el máximo en el año 2018 (9) en este eje temático. El caso de la RM su producción es mucho menor, más reciente e intermitente; si bien parece que es también a partir de 2013 cuando se marca el comienzo de una producción incipiente.

Con relación a la productividad basada en el origen geográfico, se presenta en la figura 6 la distribución de los países más productores disgregados en función de los ejes temáticos, mientras que en la figura 7 se presenta la distribución organizada por continentes:

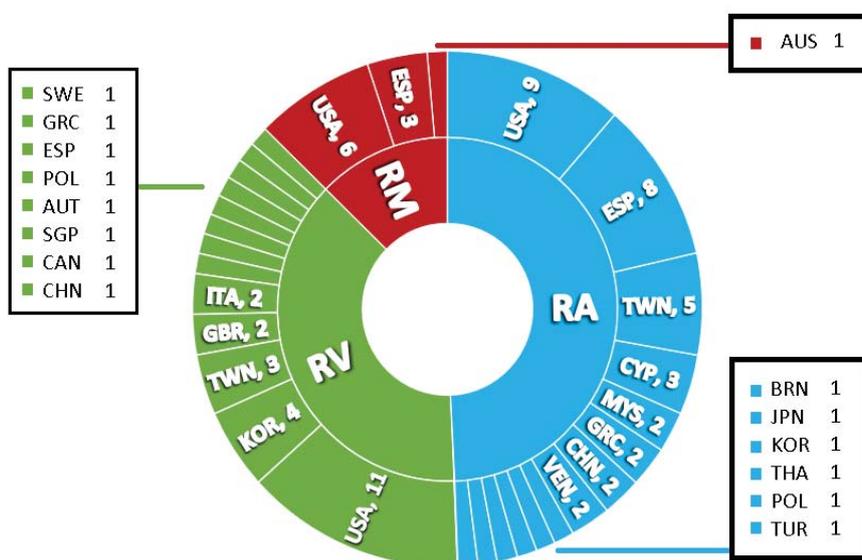


Figura 6. Distribución de la producción por países según eje temático. Abreviaturas de países bajo norma ISO-3166 ALPHA-3; AUS: Australia, AUT: Austria, BRN: Brunéi Darussalam, CHN: China, CYP: Chipre, ESP: España, GBR: Reino Unido, GRC: Grecia, ITA: Italia, JPN: Japón, KOR: Corea del Sur, MYS: Malasia, POL: Polonia, SGP: Singapur, SWE: Suecia, THA: Tailandia, TUR: Turquía, TWN: Taiwán, USA: Estados Unidos y VEN: Venezuela.

Se aprecia un notorio desequilibrio en cuanto a la producción por países, siendo la producción científica, en los tres ejes temáticos, liderada por Estados Unidos, concentrando un 23,0% en artículos de RA, un 36,7% en RV y un 60,0% en RM. Le siguen España (RA: 20,5%, RV: 3,3% y RM: 30,0%) y Taiwán (RA: 12,8% y RV: 10,0%). Llama la atención la presencia de un único país latinoamericano (Venezuela, RA: 5,1%).

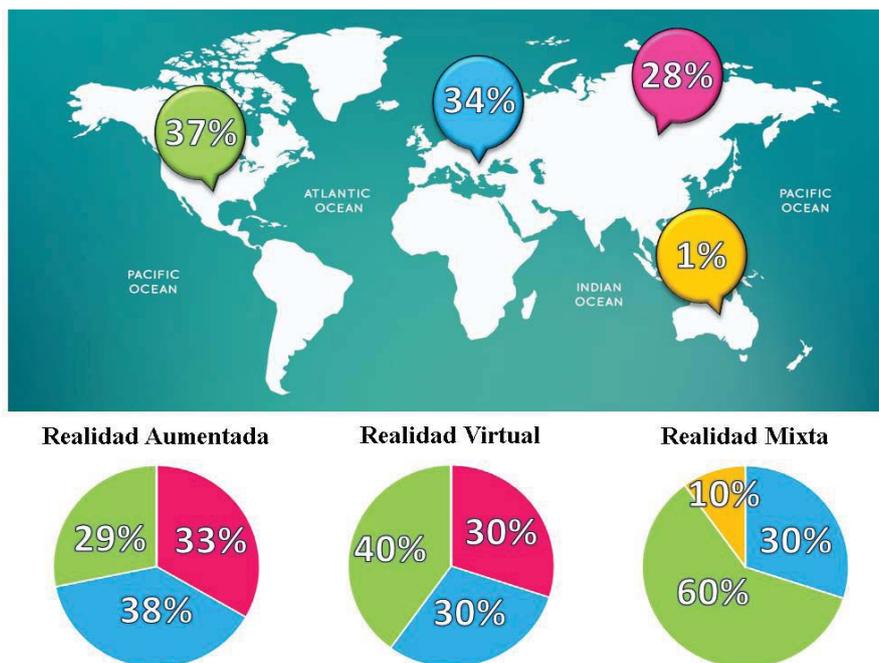


Figura 7. Distribución de la producción por continentes y ejes temáticos. En el caso particular del continente americano, se considera en su totalidad.

Respecto de la distribución por continentes, se observa nuevamente la hegemonía de tres grandes potencias en la producción científica en términos generales (América 37,0%, Europa 34,0% y Asia 28,0%). El caso del continente americano es bastante especial, de toda la producción científica un 89,6% proviene exclusivamente de Estados Unidos (26), un 6,9% de Venezuela (2) y un 3,5% de Canada (1).

En cuanto a la indexación de los documentos en la base de datos Scopus, se presenta en la figura 8 las áreas temáticas (*Subject Area*) con mayor presencia distribuidas en en los distintos ejes temáticos.

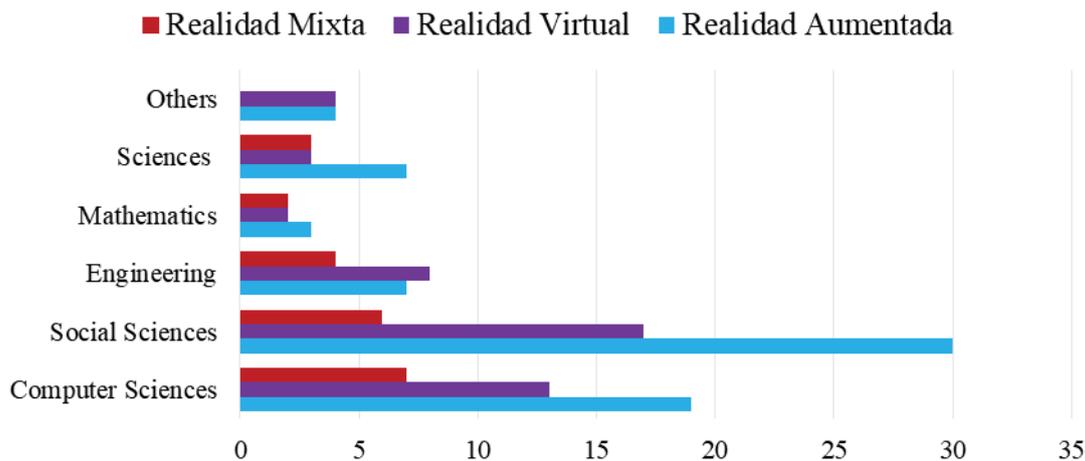


Figura 8. Distribución de los documentos según su indexación en las áreas temáticas de Scopus.

Se observa que las áreas temáticas “*Social Sciences*” (RA: 42,9%, RV: 34,8% y RM: 23,1%) y “*Computer Sciences*” (RA: 27,1%, RV: 28,3% y RM: 26,9%) predominan en la indexación de los artículos analizados, seguidos, en menor medida, por “*Engineering*”, “*Mathematics*” y “*Sciences*”.

Con relación a la procedencia de los artículos respecto de su publicación en revistas académicas, en la figura 9 se presenta la distribución de los documentos respecto de las revistas en las que han sido publicados.

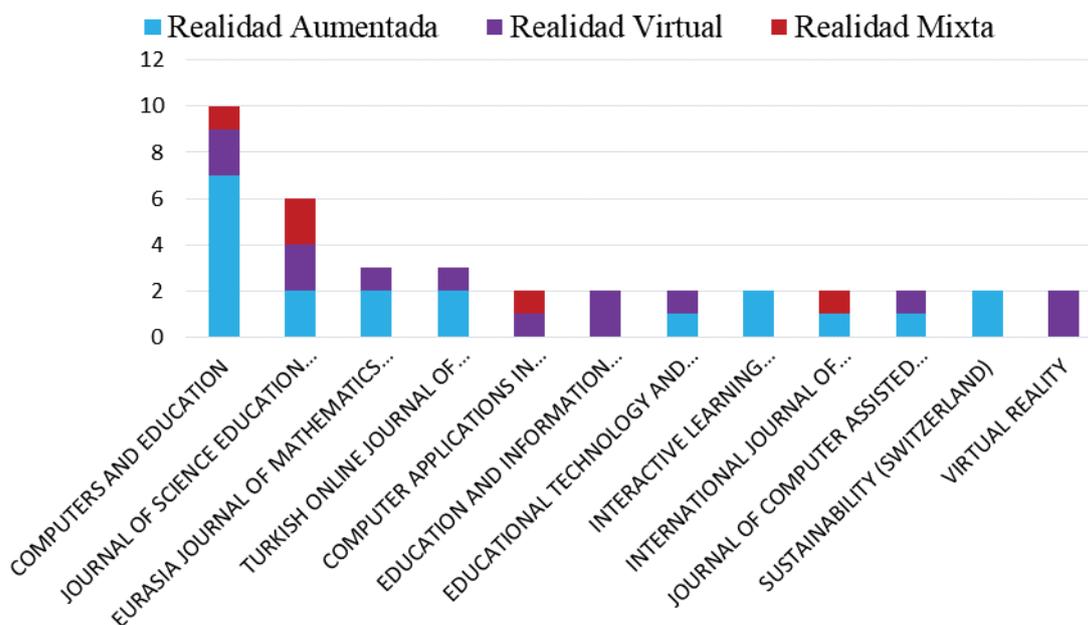


Figura 9. Diagrama de la distribución de documentos según su revista de publicación. Se presentan aquellas revistas que contienen, al menos, dos documentos en adelante.

Se aprecia que cuatro revistas concentran la mayoría de las publicaciones en el campo agrupando, en conjunto, un 30,6% (22 publicaciones), de ellas, la que mayor concentración registra es la revista “*Computers & Education*” (RA: 7 publicaciones, RVI: 2 publicaciones y RM: 1 publicación), seguida por la revista “*Journal of Sciences Education and Technology*” (2 publicaciones por cada eje temático) y, en menor medida, las revistas “*Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*” y “*Turkish Online Journal of Educational Technology*” (RA: 2 y RVI: 1, en ambos casos).

Sobre el impacto de los documentos según eje temático, se presenta en la figura 10 los documentos (6) con mayor cantidad de citas registradas en Scopus desagregados por eje temático. Finalmente, en la figura 11, se presentan las redes de cocitaciones entre autores, agrupadas por eje temático.



Figura 10. Documentos con mayor cantidad de citas por eje temático. Basado en índice de citas de Scopus, en corchetes se indica la cantidad de citas por documento. (*) indica que los documentos provienen de la revista *Computers & Education*. Imágenes gratuitas obtenidas desde www.freepiks.com

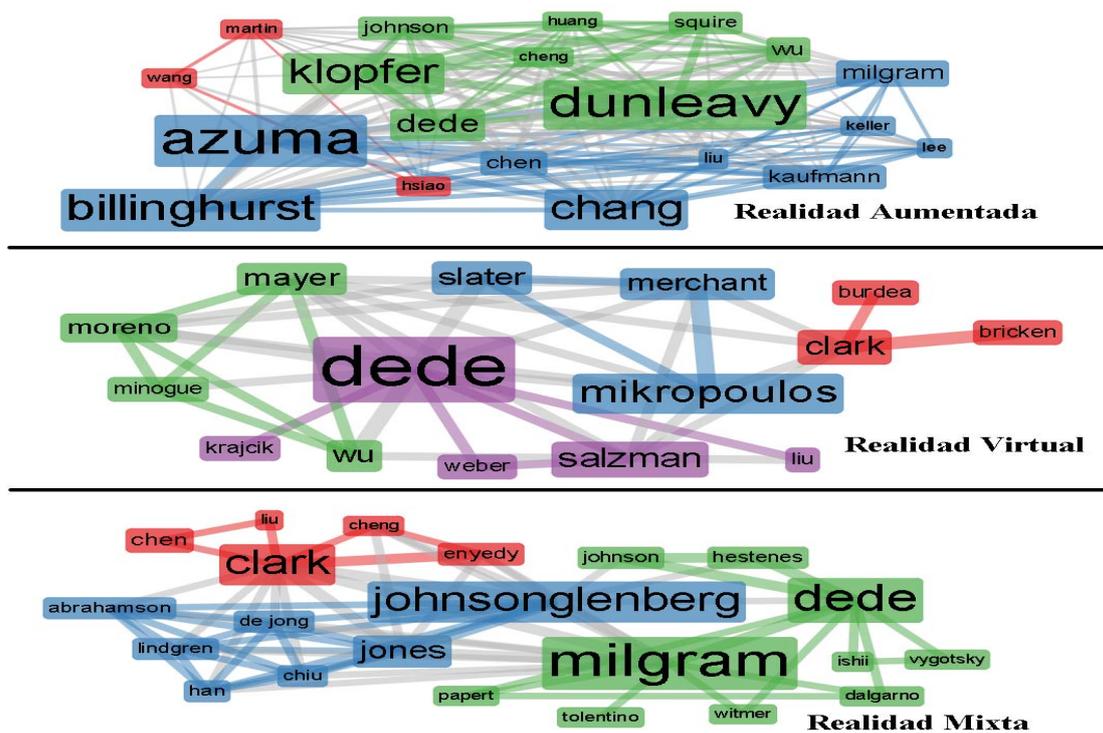


Figura 11. Red de cocitaciones por eje temático. Obtenida desde el software Bibliometrix a partir de los datos recogidos de la base de datos Scopus.

Se puede observar la existencia de tres grandes grupos de cocitaciones en cada uno de los ejes temáticos. Asimismo, se aprecia la existencia de un autor que ha sido referenciado de forma transversal en las tres dimensiones (Dede).

4. DISCUSIÓN

En términos generales, se aprecia que la producción científica sobre las tecnologías que han sido objeto de estudio se encuentra en una etapa incipiente y expansiva. No obstante, se ha identificado que la Realidad Aumentada ha tenido mayor tiempo de implementación en relación a la Realidad Virtual, por lo que se alcanza una mayor producción de artículos, aunque la tendencia, en ambos casos, indica que se encuentran en pleno crecimiento, situación distinta a lo observado con la Realidad Mixta, la que no ha logrado sostener un crecimiento en cuanto a su producción. Asimismo, se detecta que las temáticas más relacionadas en las investigaciones asociadas a los parámetros de este estudio son la educación, la tecnología educativa y los entornos interactivos de aprendizaje. situación que se alinea con lo propuesto por Aguilera y Perales-Palacios (2018), quienes señalan que la inclusión de tecnologías, junto con metodologías activas

en la enseñanza, puede llegar a maximizar los efectos positivos en las actitudes científicas del estudiantado.

El elevado número de citas es alguna de los artículos (hasta 416), es otro elemento que señala la pujanza de la temática. Respecto de la procedencia de los documentos, ya sea en términos generales como por eje temático, los resultados establecen la existencia de tres grandes potencias en la producción; América (Estados Unidos), Asia (Taiwán) y Europa (España). Por otra parte, se identifica la existencia de dos revistas donde se desarrolla, en mayor medida, la producción científica en los tres ejes temáticos de este estudio (“*Computers & Education*” y “*Journal of Sciences Education and Technology*”)

Finalmente, se observa que, aún cuando los tres tipos de tecnologías se encuentran muy relacionadas, no existe una red de citas clara que abarque de manera transversal los tres ejes temáticos (a excepción de Dede, quién ha sido identificado en las tres dimensiones), sino que se comportan como campos independientes.

5. CONCLUSIONES

Consideramos que, a partir de los resultados presentados, nos encontramos frente a una temática muy novedosa que aún cuenta con escasa producción científica. La RA se ha logrado posicionar en mayor medida en la base de datos consultada, mientras que la RVI lo ha hecho paulatinamente y, finalmente, la RM se presenta de forma prácticamente nula. A partir de estas observaciones, concluimos que urge la necesidad de contar con mayor y mejor investigación en este campo que se encuentra en pleno desarrollo. Asimismo, consideramos que futuras investigaciones sobre el impacto respecto del uso de este tipo de tecnologías, sus posibilidades didácticas y las propuestas de integración didáctica son temáticas que se requiere investigar con mayor profundidad.

REFERENCIAS

- 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*. doi:10.1007/s11165-018-9702-2
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007

- Bybee, R. W. (2013). *The case of STEM education: Challenges and Opportunities*. Washington DC, United States of America: National Science Teachers Association.
- Cabero, J. (Coord.). (2015). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., y Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Linnenluecke, M. K., Marrone, M., & Singh, A. K. (2019). Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses. *Australian Journal of Management*. doi:10.1177/0312896219877678
- Makokha, J. (2017). Emerging Technologies and Science Teaching. En K.S. Taber y B. Akpan (Eds.), *Science Education* (pp. 369-383). The Netherlands: Sense Publishers.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*. doi:10.1002/sce.21522
- Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2017). *Edutrends: Realidad Aumentada y Virtual*. Descargado de: <https://observatorio.tec.mx/edutrends-realidad-virtual-y-realidad-aumentada>
- Price, D. D. S. (1976). A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5), 292–306. doi:10.1002/asi.4630270505
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25 (4), pp. 348-349.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–27.
- Silva-Díaz, F., Ferrada, C., Vázquez-Vílchez, M. y Carrillo-Rosúa, J. (2019). Supplementary Data Bibliometric Immersive Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality.pdf. Figshare. Dataset. doi:10.6084/m9.figshare.11301677.v2
- Zupic, I., & Čater, T. (2014). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. doi:10.1177/1094428114562629

Investigación, Innovación docente y TIC

Nuevos Horizontes Educativos

Santiago Alonso García
José María Romero Rodríguez
Carmen Rodríguez-Jiménez
José María Sola Reche

Dykinson, S.L.

Colaboran:



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Vicerrectorado de
Investigación y Transferencia



**Investigación, Innovación docente y TIC. Nuevos
horizontes educativos**

Santiago Alonso García
José María Romero Rodríguez
Carmen Rodríguez-Jiménez
José María Sola Reche
Editores

Dykinson, S.L.

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)

© Copyright by

Los autores

Madrid, 2019

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69

e-mail: info@dykinson.com

<http://www.dykinson.es>

<http://www.dykinson.com>

Consejo Editorial véase www.dykinson.com/quienessomos

Los editores del libro no se hacen responsables de las afirmaciones ni opiniones vertidas por los autores de cada capítulo. La responsabilidad de la autoría corresponde a cada autor, siendo responsable de los contenidos y opiniones expresadas.

ISBN: 978-84-1324-492-1

32. Innovation of study courses for speech-language therapy students with a focus on experimental interdisciplinary research in special education and related disciplines **1148**
Monika Ptáčková y Kateřina Vitásková
33. How Palestinian students acquire English vocabulary through online computer games **1158**
Nedaa Zohud y Raúl Ruiz-Cecilia
34. Análisis bibliométrico de investigaciones sobre robótica en educación primaria desde un enfoque STEM **1172**
Cristian Ferrada Ferrada, Francisco Silva-Díaz y Javier Carrillo-Rosúa
35. Monitorização de sistemas de tutoria inteligente – uma abordagem **1183**
Ramón Toala y Dalila Durães
36. Walking play como herramienta docente: experimentando la gamificación en educación física **1193**
Francisco Javier Amorós Muñoz, Miguel García Jaén, Salvador García Martínez y Alberto Ferriz Valero
37. Estudio bibliométrico sobre la producción científica en realidad virtual inmersiva, aumentada y mixta asociadas a un enfoque STEM de enseñanza **1205**
Francisco Silva-Díaz, Mercedes Vázquez-Vilchez y Javier Carrillo-Rosúa
38. SPOC como metodología de apoyo a la docencia. una experiencia con alumnado del grado de educación infantil **1217**
José Manuel Aguilar Parra, Rubén Trigueros Ramos, Ana Manzano León y Cristina Méndez Aguado
39. VEIN21UNO: transformando la escuela para el S.XXI **1225**
Josefa Nofuentes Montes y Pablo Miñano Pérez
40. Aceptación tecnológica de las TIC y actitud ante las tareas matemáticas: uso de Classdojo **1236**
Julio José Pino, Juan Calmaestra, Irene Dios y Antonio Jesús Rodríguez
41. Internet e adolescência: uma análise a partir dos estilos parentais e da suficiência maternal e paterna **1247**
Polyana Cunha Lima Botechia, Luís Augusto de Carvalho Mendes y Maria Selma Lima do Nascimento
42. El empleo de TIC en atención a familias de personas con Trastorno del Espectro del Autismo **1261**
Manoel Baña Castro, Luisa Losada Puente y María Jose Fiuza Asorey
43. La gamificación en la enseñanza de instalaciones y equipamientos deportivos: percepciones sobre el uso del Kahoot **1275**
María Huertas González-Serrano, Fernando García-Pascual y Juan Manuel Núñez Pomar
44. El impacto de las tecnologías digitales en el aula de educación infantil desde la perspectiva del futuro profesorado **1289**
María Encarnación Urrea-Solano, María José Hernández-Amorós, Aitana Sauleda Martínez y Lucía Granados Alós