

REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE EL USO DE TECNOLOGÍA COMO RECURSO METODOLÓGICO EN EL APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA.

Systematic review on the use of technology as a methodological tool in mathematics in secondary education.

Vicente Gabarda Méndez. Universitat de València (*España*).

Nuria Cuevas Monzonís. Universidad Internacional de Valencia (*España*).

Ernesto Colomo Magaña. Universidad de Málaga (*España*).

Andrea Cívico Ariza. Universidad Internacional de Valencia (*España*).

Fecha recepción: 24/10/2022 - Fecha aceptación: 02/12/2022

RESUMEN

No cabe duda de que vivimos en una sociedad digitalizada donde la tecnología se integra en los diferentes ámbitos de nuestra vida (académico, profesional, personal y social). En el ámbito educativo, concretamente, nos encontramos inmersos en procesos de reflexión que nos permitan evaluar su potencial e integrarla de un modo eficaz en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las diferentes etapas educativas. En base a esta realidad, el presente trabajo se orienta a analizar qué papel juega la tecnología en el aprendizaje del área de matemáticas en la etapa de educación secundaria. Mediante una revisión sistemática de la literatura alojada en la base de datos Dialnet, se pone el foco en el análisis de cuestiones identificativas (autoría, año, país en que se han desarrollado los estudios e idioma en que se publica) y cuestiones de contenido (objetivos de los estudios, muestra y resultados) a fin de tener una visión más completa acerca de las investigaciones desarrolladas en el periodo 2017-2022. Los resultados ponen de manifiesto un crecimiento progresivo de la producción científica sobre este fenómeno y una diversidad de autorías y contextos geográficos donde se realizan estudios sobre él. Asimismo, subrayan la importancia del alumnado como informante y una percepción positiva generalizada sobre las posibilidades que aporta la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas. Específicamente, se apunta a que su utilización, más allá de la adquisición de los conocimientos propios del área, favorece el rendimiento, la motivación o el aprendizaje significativo.

PALABRAS CLAVE

Matemáticas, tecnología, educación secundaria, estudio bibliográfico.

ABSTRACT

There is no doubt that we live in a digitalised society where technology is integrated into the different areas of our lives (academic, professional, personal and social). In the field of education, specifically, we are immersed in processes of reflection that allow us to evaluate its potential and integrate it effectively into the teaching and learning processes of the different educational stages. Based on this reality, this paper aims to analyse the role played by technology in the learning of mathematics in secondary education. Through a systematic review of the literature available in the Dialnet database, the focus is placed on the analysis of identification issues (authorship, year, country in which the studies have been developed and language in which they are published) and content issues (objectives of the studies, sample and results) in order to have a more complete view of the research developed in the period 2017-2022. The results show a progressive growth in scientific production on this phenomenon and a diversity of authorships and geographical contexts where studies on this phenomenon are carried out. They also underline the importance of students as informants and a generalised positive perception of the possibilities provided by technology in the learning of mathematics. Specifically, it is pointed out that its use, beyond the acquisition of knowledge in the area, favours performance, motivation and meaningful learning.

KEYWORDS

Mathematics, technology, secondary education, literatura review.

1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, hemos sido testigos de una integración progresiva de la tecnología en los procesos formativos en todos los niveles.

Esta integración se ha materializado de diferentes modos. Por un lado, desde los años 80, ha habido un esfuerzo institucional por gran parte de los países por dotar a los centros de equipamiento tecnológico físico. Por otro, las sucesivas normativas curriculares han ido incluyendo contenidos curriculares específicos que permitieran ir desarrollando destrezas de carácter tecnológico desde etapas tempranas y, por último, hubo un gran avance en estas estrategias cuando se reconoció social, académica y profesionalmente la competencia digital como una destreza básica para cualquier ciudadano (Comisión Europea, 2006; Consejo Europeo, 2018).

Este contexto previo nos ayuda a entender que, en una sociedad como en la que vivimos, todas las esferas de nuestro desarrollo han pasado por un proceso de digitalización, que han convertido la tecnología en un medio facilitador e intermediador de nuestra vida diaria (Colomo et al., 2020). En el ámbito educativo, y más allá de lo expuesto anteriormente, se percibe la necesidad de explorar alternativas metodológicas que conviertan al estudiante en el centro del aprendizaje y que éste se desarrolle de un modo más vivencial y propio (Gabarda et al., 2019). Es natural, en este sentido, incorporar la tecnología al proceso formativo, no solamente por sus características motivadoras y lúdicas, sino también por formar parte de la vida de los estudiantes en el resto de sus actividades más allá de los centros educativos (Marín et al., 2021), otorgando la posibilidad de conectar los diversos contextos de aprendizaje.

En el caso del área de conocimiento que nos ocupa (las matemáticas), parece un fenómeno especialmente “natural” la integración de la tecnología, dado que actualmente hay una propuesta metodológica que conecta las áreas de conocimiento de índole científico: el STEM (Science, Technology, Engineering &

Mathematics). Esta propuesta persigue desarrollar las competencias técnicas demandadas por la realidad mediante el diseño de propuestas formativas fundamentadas en técnicas experienciales (Acar et al., 2018).

1.1. La enseñanza y el aprendizaje de matemáticas mediante tecnología

La realidad ha puesto de manifiesto que la tecnología tiene un potencial casi inimaginable para el desarrollo de cualquier ámbito. En el caso del contexto educativo no es una excepción y su integración da lugar a múltiples escenarios donde poder diseñar, implementar y evaluar procesos formativos en cualquier materia y etapa educativa.

En lo que respecta a las matemáticas, la literatura científica nos permite conocer las diferentes utilidades que se ha hecho de la tecnología al servicio de esta área de conocimiento, así como el impacto que tiene su utilización sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. De este modo, y con carácter general, la implementación de la tecnología como herramienta repercute en una mayor significatividad en el aprendizaje (Nivela et al., 2018) así como en la mejora del rendimiento académico (Martínez-Garrido, 2018).

Por otro lado, podemos discernir dos grandes escenarios para la implementación de la tecnología en el área de las matemáticas: aquel donde se utiliza software especializado diseñado ad hoc para el desarrollo de competencias matemáticas o aquel donde se usan otras tecnologías, de carácter diverso, al servicio del proceso formativo. En el primer grupo, destaca especialmente por su presencia en la producción científica el software Geogebra que, mediante estudios como el de Alabdulaziz et al. (2021), Birgin, y Acar (2020), Del Cerro, y Morales (2021) o García et al. (2021), quienes han puesto de manifiesto el potencial de esta herramienta en diferentes etapas para el aumento del rendimiento académico, la mejora del aprendizaje y la comprensión de los conceptos y procedimientos, la significatividad del aprendizaje y el desarrollo de una mayor interacción y relación entre los agentes. Al margen de Geogebra, se ha constatado

en otras investigaciones (Kristianti et al., 2017; Rodríguez-Cubillo et al., 2021) el impacto que tiene el uso de aplicaciones móviles orientadas al aprendizaje de las matemáticas sobre el aprendizaje, corroborando un aumento de la motivación de los estudiantes, su actitud hacia esta área de conocimiento y una mejora del rendimiento.

De otro lado, y como se comentaba anteriormente, se ha venido implementando tecnología cuya finalidad no era explícita para la capacitación matemática en los procesos formativos de esta área. Es el caso, por ejemplo, de la gamificación, los videojuegos y la simulación que, mediante estudios como los de Curto et al. (2019), Diego-Mantecón et al. (2018) o Pellas et al. (2021), han resultado ser alternativas positivas para una mayor significatividad del aprendizaje, una mayor facilidad para la resolución de problemas aritméticos y para desarrollar competencias de carácter transversal.

La literatura científica avala, de igual manera, los beneficios que se derivan de la enseñanza de las matemáticas mediada por la realidad virtual. De este modo, propuestas como las de Fernández-Enríquez y Delgado-Martín (2020), Jesionkowska et al. (2020) o Petrov y Atanasova (2020) concluyen que este tipo de tecnología favorece el aprendizaje de carácter conceptual, una mayor motivación hacia el aprendizaje, el desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía, así como la socialización.

También se puede constatar la utilidad de otras tecnologías, de origen diverso, para el desarrollo de procesos formativos en el área de matemáticas, como la robótica (Aris y Orcos, 2019), las impresoras 3D (Beltrán, y Rodríguez, 2017) o repositorios como Youtube (Gil-Quintana et al., 2021), dando sentido a la idea de que cualquier tecnología puede ser implementada si hay una fundamentación metodológica coherente.

En este sentido, y para finalizar, la tecnología puede ser un medio para el desarrollo de propuestas de flipped learning (López et al., 2019) o el escape room (Jiménez et al., 2020), estando vinculadas a una mayor motivación hacia el aprendizaje y una mejora del rendimiento académico.

A partir de este análisis, y con pretensión de comprender de forma más holística la utilización de la tecnología como herramienta metodológica para el aprendizaje de las matemáticas en Educación Secundaria, este estudio propone una revisión sistemática de la producción científica alojada en Dialnet en los últimos seis años sobre esta realidad.

2. METODOLOGÍA

Metodológicamente, este trabajo presenta una revisión sistemática de la literatura sobre la utilización de tecnología para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la etapa de educación secundaria.

Para llevar a cabo este proceso, se ha utilizado como base de datos Dialnet, utilizando como descriptores para la búsqueda “tecnología”, “matemáticas” y “educación secundaria”, tanto en inglés como en español.

La búsqueda devolvió un total de 162 resultados que han sido filtrados en base a los criterios de inclusión y exclusión que se detallan en la tabla 1:

Tabla 1. Criterios para la selección de documentos. Elaboración propia.

	Tipología	Artículos científicos
	Disponibilidad	Acceso abierto y texto completo
Criterios de inclusión	Tipo de estudio	Investigación empírica
	Participantes	Profesorado o alumnado de educación secundaria
	Fecha de publicación	Enero 2017 - Septiembre 2022
	Idioma	Castellano, inglés o portugués
	Tipología	Capítulos de libro, actas de congreso,...
Criterios de exclusión	Disponibilidad	De pago, solo abstracts o sin acceso a texto completo
	Tipo de estudio	Artículos de revisión, teóricos, diseños sin implementar
	Participantes	Profesorado o alumnado de otras etapas
	Fecha de publicación	Anterior a 2017
	Idioma	Otros idiomas

Para desarrollar las acciones de búsqueda, selección y filtrado de la información, se ha fundamentado el proceso en el método PRISMA (Urrútia, y Bonfill, 2010). Esta propuesta nos ha permitido partir de los 162 artículos encontrados que, tras ser filtrados en función de los criterios expuestos, han quedado reducidos a un total de 15, tal y como se recoge en la figura 1:

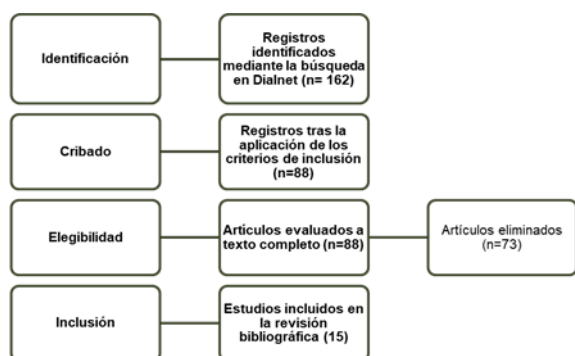


Figura 1. Proceso de selección de documentos. Elaboración propia.

Estos catorce documentos son objeto de un análisis más detallado, en base a las variables de tipo identificativo y de contenido que se recogen en la tabla 2:

Tabla 2. Variables de análisis bibliográfico. Elaboración propia.

Tabla 2. Variables de análisis bibliográfico. Elaboración propia.

Variables identificativas	Año	Año en que se publica el artículo
	País	Contexto geográfico de la investigación
	Autoría	Número de autores que firma la propuesta
	Idioma	Lengua en que se publica el artículo
Variables de contenido	Muestra	Número de participantes y tipo
	Objetivos	Finalidades que persigue la propuesta
	Resultados	Principales descubrimientos del estudio

3. RESULTADOS

En la tabla 3, se detalla el análisis de todas las variables reseñadas para las 15 investigaciones que han sido objeto de estudio:

Tabla 3. Análisis bibliográfico

Año	País	Autoría	Idioma	Muestra	Objetivos	Resultados
2022	Perú	Vilchez, J. y Ramón, J.Á.	Español	36 estudiantes y 2 profesores	Analizar las implicaciones de la enseñanza flexible de la matemática	Los agentes tienen una opinión positiva de la tecnología para el aprendizaje, considerando que favorece el logro académico y ayuda a la personalización del aprendizaje.
2021	Brasil	Coutinho, W.A., de Almeida, V.E. y Jantobá, A.	Portugués	46 estudiantes	Evaluar la adquisición de habilidades y competencias en matemáticas, a partir del uso de aplicaciones educativas móviles	Las aplicaciones móviles educativas pueden motivar y ayudar a resolver actividades matemáticas, además de favorecer el proceso de aprendizaje.
2021	España	Silva, F., Carrillo, J. y Fernández-Plaza, F.J.	Español	17 estudiantes y un docente	Determinar el impacto del uso de realidad virtual inmersiva (RVI) en las actitudes científicomatemáticas.	No se evidencia una mejora en las actitudes hacia las matemáticas, pero sí en la autopercepción del aprendizaje de los contenidos.
2020	Portugal	Nunes, P.S., Nascimento, M.,	Portugués	96 profesores	Explorar y describir la influencia del Software	La edad, el género o la antigüedad de los docentes influyen en el conocimiento y uso de

		Cata-rino, P. y Martins, P.J.			Educa-tivo (SE) como herra-mienta .	Kahoot y Scratch.
2020	Argentina	Cenich, G., Araujo, S. y Santos, G.	Espa-ñol	14 do-centes	Carac-terizar el uso de tec-nolo-gías di-gitales para la ense-ñanza de las mate-máti-cas.	La mayoría de los do-centes hace un uso limi-tado de las tecnolo-gías.
2020	Colo-mbia	León , C.C., y He-re-dia, Y.	Espa-ñol	76 es-tudian-tes	Identi-ficar el efecto del uso de Re-cursos Educa-tivos Abier-tos en mate-máti-cas (REA) sobre la for-ma-ción.	La incorpo-ración pe-dagógica de REA en el currículo permite el fortaleci-miento de las compe-tencias in-tegrales.
2020	Es-paña	Mo-lina, Á., Ada-muz, N. y Bra-cho, R.	Espa-ñol	18 es-tudian-tes	Anali-zar el im-pacto del pensa-miento compu-tacional con Scratch sobre la com-peten-cia ma-te-má-tica.	Se eviden-cia una me-joría en la resolución de proble-mas y en la compe-ten-cia lingüís-tica (lectura y compren-sión del enunciado del proble-ma).
2019	Es-paña	Sán-chez, E., Ibar, R. y Cosc-ullue-la, C.	Espa-ñol	Estu-diantes (no se detalla el nú-mero exacto)	Mejo-rar la aten-ción de los alum-nos me-diante la ga-mifica-ción.	Los alum-nos parti-ciparon más, mejoraron sus resulta-dos acadé-micos y ad-quirieron una visión global del resto de asignatu-ras.
2019	Es-paña	Pei-nado , P., Pren-des, M.P. y Sán-chez, M.M .	Espa-ñol	36 es-tudian-tes		Anali-zar la meto-dología de la Clase Inver-tida como estra-tegia do-cente
2019	Mé-xico	Lara, E.M., Re-bo-lledo - Mén-dez, G. y Ro-jano, J.R.	Espa-ñol	83 es-tudian-tes		Descu-brir la inci-dencia en el apren-dizaje del uso de un Sis-tema Tutor Inteli-gente.
2019	Perú	Ra-món, J.A., y Vil-chéz, J.	Espa-ñol	15 es-tudian-tes		Descri-bir la in-fluen-cia del uso de la tec-nología étnica y digi-tal como recur-sos di-dácti-cos.
2019	Es-paña	García, S. y Can-tón, I.	Espa-ñol	1.488 estu-diantes		Anali-zar el uso de busca-dores, wikis, blogs, pod-casts y mensa-jería instan-tánea, y su im-pacto sobre el ren-di-miento .
						Mejóro la asistencia, el rendi-miento, el apren-di-zaje, la mo-tivación, la organiza-ción y la au-torregula-ción.
						El uso de la tecnología para con-formar gru-pos de tra-bajo reper-cutió en una mejora significativa del apren-dizaje, el rendi-miento aca-démico y apren-dizaje colabora-tivo.
						Se constata una mejora en la moti-vación y el compro-miso hacia el apren-di-zaje, así como una mejor const-rucción de conceptos, el apren-di-zaje signifi-cativo y re-solución de problemas matemá-ticos.
						Se constata la influencia del uso de podcast para la me-jora del rendi-miento en matemá-ticas.

2018	Colombia	Díaz, J.E.	Español	40 estudiantes	Determinar si la simulación mejora la enseñanza y el aprendizaje.	El rendimiento académico mejoró significativamente.
2018	Perú	Díaz, L., Rodríguez, J. y Lingen, S.K.	Español	48 estudiantes	Evaluar los efectos del empleo del software GeoGebra en la enseñanza de la geometría.	El uso de GeoGebra mejoró la capacidad de razonamiento y demostración, comunicación matemática y resolución de problemas.
2018	Colombia	Díaz, J.E.	Español	40 estudiantes	Determinar si la simulación mejora la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes.	No se obtuvieron evidencias claras sobre la mejora del rendimiento académico de los estudiantes por el uso del simulador PHET.

Tomando en primer lugar para el análisis las variables de índole identificativo, destaca que no hay ningún artículo publicado en 2017, estando la mayor parte de los estudios concentrados en los años 2018 (3 de los 14), 2019 (5 de ellos) y en el 2020 (4) y habiendo solamente 2 de ellos publicados en 2021 y uno en 2022. Estos datos reflejan que hay un decrecimiento de la producción científica en los últimos años sobre el aprendizaje de matemáticas mediado por tecnología.

Atendiendo, por otro lado, al contexto geográfico donde se contextualizan las propuestas, el país que aporta un mayor número de contribuciones es España (cinco de ellas), seguido de Colombia y Perú (tres contribuciones), habiendo una investigación en Brasil,

otra en Portugal, otra en Argentina y otra en México. En cuanto a la lengua en que están redactadas las investigaciones, la mayor parte de ellas se proponen en español (13 de las 15), habiendo dos contribuciones que se publican de manera original en portugués.

Con relación a la última variable identificativa, la autoría, 13 de las 15 propuestas están escritas por varios autores (entre dos y cuatro), habiendo dos propuestas firmadas por un único autor que, además, es el mismo (Díaz, 2018a; 2018b).

Si focalizamos la atención sobre las variables vinculadas con el contenido de las propuestas, encontramos que, a excepción de tres propuestas, todas toman como muestra a estudiantes de educación secundaria (11 de las 15), habiendo dos investigaciones centradas en el profesorado de esta etapa y dos que combina la visión de ambos agentes. A excepción del estudio de García y Cantón (2019), suelen ser muestras reducidas. En cuanto a las finalidades de los estudios, de manera mayoritaria, se orientan a conocer el impacto de la tecnología sobre el aprendizaje de los estudiantes en el área de matemáticas. Pese a que dos investigaciones no detallan ningún software o herramienta específica (Ramón y Vilchez, 2019; Vilchez y Ramón, 2022), el resto trata de plantear la influencia de diversas alternativas como herramientas para el desarrollo de la competencia matemática. Es reseñable, en este sentido, que solamente una de las propuestas (Díaz et al., 2018) analiza un software específico para el aprendizaje de las matemáticas, en este caso, Geogebra. Mientras tanto, la mayor parte de las propuestas se centra en otro tipo de tecnologías, como las aplicaciones móviles (Coutinho et al., 2021), la realidad virtual inmersiva (Silva et al., 2021), los recursos educativos en abierto (León y Heredia, 2020), las herramientas de programación (Molina et al., 2020), simuladores (Díaz, 2018a; 2018b) o sistemas de tutoría virtual (Lara et al., 2019). Por otro lado, tendríamos aquellas propuestas que se orientan a conocer el impacto de determinadas metodologías mediadas por tecnología sobre el aprendizaje, como la gamificación (Sánchez et al., 2019) o la clase invertida (Peinado et

al., 2019). Por último, en el caso de las dos propuestas cuyos participantes son los docentes (Cenich et al., 2020; Nunes et al. 2020), el objetivo es conocer qué factores influyen en el uso de tecnología, así como caracterizar la utilización que hace el profesorado de la tecnología para la enseñanza de las matemáticas.

En cuanto a los resultados, por un lado, constatar que los docentes hacen un uso escaso de la tecnología y que variables como la edad, el género o la competencia digital son claves para su utilización (Cenich et al., 2020; Nunes et al. 2020). Por otro lado, de manera generalizada, se evidencia que la implementación de la tecnología para los procesos formativos en el área de matemáticas en educación secundaria tiene efectos positivos en el aprendizaje. De este modo, se concluye que la tecnología contribuye a un aumento de la atención y la motivación (Coutinho et al., 2021; Ramón y Vílchez, 2019), a una mejora de la capacidad de resolución de problemas (Díaz et al., 2018; Molina et al., 2020), a un mayor aprendizaje de contenidos específicos (Silva et al., 2021), a una optimización de la organización del aprendizaje y su autorregulación (Peinado et al., 2019), un aumento del aprendizaje colaborativo (Lara et al., 2019), una mayor personalización del aprendizaje (Vílchez y Ramón, 2022), así como una mejora generalizada en el rendimiento del área de matemáticas (García y Cantón, 2019; Sánchez et al., 2019) y otras áreas competenciales (León y Heredia, 2020).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis realizado ha permitido constatar que, en los últimos cinco años ha habido una cantidad reseñable de publicaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas mediante tecnología en la etapa de educación secundaria, en consonancia con los resultados de metaanálisis previos como el de Hillmayr et al. (2020). Resulta curioso, sin embargo, la escasez de estudios en el año en curso, especialmente si tenemos en

cuenta que la literatura científica sobre el uso de tecnología como herramienta al servicio del proceso formativo ha crecido de manera exponencial desde la llegada de la COVID-19.

Examinando la tecnología utilizada para el diseño, implementación y evaluación de los procesos formativos en el área matemática, se observa una gran diversidad. De este modo, y en consonancia con la literatura científica revisada previamente, podemos observar software creado ad hoc para el desarrollo de la competencia matemática como Geogebra (Del Cerro y Morales, 2021), pero también otras posibilidades como las aplicaciones móviles (Rodríguez-Cubillo et al., 2021), realidad virtual (Jesionkowska et al., 2020) o simuladores (Pellas et al., 2021).

Esta diversidad no repercute, no obstante, en la percepción generalizada que se desprende de las propuestas sobre los beneficios que aporta la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En esta línea, se concluye que cuenta con un potencial específico sobre la motivación hacia el área de conocimiento, la significatividad de los aprendizajes o el rendimiento académico, como constataban los resultados de Alabdulaziz et al. (2021), Diego-Mantecón et al. (2018), Martínez-Garrido (2018) o Petrov y Atanasova (2020), entre otros.

Como líneas de trabajo futuras, consideramos que sería interesante replicar este análisis en otras bases de datos y en otras etapas educativas, a fin de tener una perspectiva más global del fenómeno de estudio. Asimismo, y a tenor de los resultados de los estudios protagonizados por docentes, hay una necesidad manifiesta por explorar qué variables condicionan la utilización de la tecnología al servicio del aprendizaje matemático, como la competencia digital docente o los paradigmas que sustentan la práctica educativa en esta área. Estas cuestiones permitirían conocer no solo qué tecnología se está utilizando para enseñar y aprender matemáticas, sino cuáles son los aspectos que influyen en su integración en los procesos formativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, D., Tertemiz, N., & Tademir, A. (2018). The effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-513. <https://doi.org/10.26822/iejee.201843814>
- Alabdulaziz, M.S., Aldossary, S.M., Alyahya, S.A., & Althubiti, H.M. (2021). The effectiveness of the GeoGebra Programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathematics among secondary stage students. *Education and Information Technologies*, 26, 2685-2713. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10371-5>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage If Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), e73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Beltrán, P., y Rodríguez, J. (2017). Modelado e impresión en 3D en la enseñanza de las matemáticas: un estudio exploratorio. REIDOCREA. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 6, 16-28. <http://doi.org/10.30827/Digibug.44193>
- Birgin, O., & Acar, H. (2020) The effect of computer-supported collaborative learning using GeoGebra software on 11th grade students' mathematics achievement in exponential and logarithmic functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <http://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1788186>
- Cenich, G., Araujo, S., y Santos, G. (2020). Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria. *Perfiles educativos*, 42(167), 53-67. <https://doi.org/10.22201/ii-sue.24486167e.2019.167.59276>
- Colomo, E., Gabarda, V., Cívico, A., y Cuevas, N. (2020). Percepción de estudiantes sobre el uso del videoblog como recurso digital en educación superior. *Píxel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (59), 7-25. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74358>
- Comisión Europea (2006). Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 30 de diciembre de 2006. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32006H0962>
- Consejo Europeo (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 4 de junio de 2018. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=SV)
- Coutinho, W.A., de Almeida, V.E., & Jatobá, A. (2021). Aplicativos móveis em sala de aula: Uso e possibilidades para o ensino da matemática na EJA. *ETD: Educação Temática Digital*, 23(1), 20-43. <http://doi.org/10.20396/etd.v23i1.8656231>
- Curto, M., Orcos, L., Blázquez, P. J., & Molina, F. J. (2019). Student Assessment of the Use of Kahoot in the Learning Process of Science and Mathematics. *Education Sciences*, 9(1), e73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Del Cerro, F., & Morales, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary. *Education Students. Mathematics*, 9(4), e369. <https://doi.org/10.3390/math9040369>
- Díaz, J.E. (2018a). Aprendizaje de las Matemáticas con el uso de Simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30. <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519>
- Díaz, J.E. (2018b). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones equivalentes. *Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48-63. <http://dx.doi.org/10.18359/reds.2011>

- Díaz, L., Rodríguez, J., y Ligan, S.K. (2018). Enseñanza de la geometría con el software GeoGebra en estudiantes secundarios de una institución educativa en Lima. *Propósitos y representaciones*, 6(2), 217-251. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.251>
- Diego-Mantecón, J.M., García-Piqueras, M., Blanco, T.F., y Ortiz-Laso, Z. (2018). Problemas en contextos reales para trabajar las matemáticas - *Plataforma STEMforYouth. Sociedad de la Información*, (58), 29-38.
- Fernández-Enríquez R., & Delgado-Martín, L. (2020). Augmented Reality as a Didactic Resource for Teaching Mathematics. *Applied Sciences*, 10(7), e2560. <https://doi.org/10.3390/app10072560>
- Gabarda, V., Colomo, E., y Romero, M.M. (2019). Metodologías didácticas para el aprendizaje en línea. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación y docencia creativa* 8(2), 19-36.
- García, S., y Cantón, I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, 59, 73-81. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>
- García, M.M., Romero, I.M., y Gil, F. (2021). Efectos de trabajar con GeoGebra en el aula en la relación afecto-cognición. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 177-198. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3299>
- Gil-Quintana, J., Malvasi, V., Castillo-Abdul, B., & Romero-Rodríguez, L.M. (2020). Learning Leaders: Teachers or Youtubers? Participatory Culture and STEM Competencies in Italian Secondary School Students. *Sustainability*, 12(18), e7466. <https://doi.org/10.3390/su12187466>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S.I., & Reiss, K.M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, e103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education - A Case Study. *Education Sciences*, 10(8), e198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Jiménez, C., Arís, N., Magreñán, Á.A., & Orcos, L. (2020). Digital Escape Room, Using Genial.ly and A Breakout to Learn Algebra at Secondary Education Level in Spain. *Education Sciences*, 10(10), e271. <https://doi.org/10.3390/educsci10100271>
- Kristianti, Y., Prabawanto, S., & Suhendra, S. (2017). Critical Thinking Skills of Students through Mathematics Learning with ASSURE Model Assisted by Software Autograph. *Journal of Physics*, 895, 012063. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012063>
- Lara, E.M., Rebolledo-Mendez, G., y Rojano, J.R. (2019). Mejorando el aprovechamiento de las actividades colaborativas por pares de estudiantes utilizando tecnología educativa en matemática. *Revista complutense de educación*, 30(2), 441-460. <https://doi.org/10.5209/RCED.57597>
- León, C.C., y Heredia, Y. (2020). Uso de recursos educativos abiertos en matemáticas para la formación integral de estudiantes de grado séptimo de educación básica secundaria. *Panorama*, 14(26), 51-77. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v14i26.1481>
- López, J., Fuentes, A., López, J.A., & Pozo, S. (2019). Formative Transcendence of Flipped Learning in Mathematics Students of Secondary Education. *Mathematics*, 7(12), e1226. <https://doi.org/10.3390/math7121226>
- Marín, D., Gabarda, V., y Cuevas, N. (2021). Competencia digital ciudadana: análisis de tendencias en el ámbito educativo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 329-349. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.30006>

- Martínez-Garrido, C. (2018). Impacto del uso de los recursos tecnológicos en el rendimiento académico. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 4(2), 138-149. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i2.4956>
- Molina, Á., Adamuz, N., y Bracho, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. *Aula abierta*, 49(1), 83-90. <https://doi.org/10.17811/ri-fie.49.1.2020.83-90>
- Nivela, M., Otero, O., Espinosa, J., y Rodas, E. (2018). Diseño de software interactivo en las matemáticas. *Journal of Science and Research*, 3(CITT2017), 27-31. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issCITT2017.2018pp27-31>
- Nunes, P.S., Nascimento, M., Catarino, P., & Martins, P.J. (2020). Fatores que influenciam o uso de software educativo no ensino de matemática. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 18(3), 113-129. <https://doi.org/10.15366/reice2020.18.3.006>
- Peinado, P., Prendes, M.P., y Sánchez, M.M. (2019). Clase Invertida: un estudio de caso con alumnos de ESO con dificultades de aprendizaje. *Edutec: Revista electrónica de tecnología educativa*, 70, 34-56. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.70.1419>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Christopoulos, A. A. (2021). Systematic Literature Review on the User Experience Design for Game-Based Interventions via 3D Virtual Worlds in K-12 Education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(6), e28. <https://doi.org/10.3390/mti5060028>
- Petrov, P. D., & Atanasova T. V. (2020). The Effect of Augmented Reality on Students' Learning Performance in Stem Education. *Information*, 11(4), e209. <https://doi.org/10.3390/info11040209>
- Ramón, J.A., y Vilchez, J. (2019). Tecnología Étnico-Digital: Recursos Didácticos Convergentes en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en los Estudiantes de Zona Rural. *Información tecnológica*, 30(3), 257-268. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300257>
- Rodríguez-Cubillo, M.R., del Castillo, H., y Arteaga Martínez, B. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *ENSAYOS. Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 36(1), 17-34. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v36i1.2631XX>
- Sánchez, E., Ibar, R., y Cosculluela, C. (2019). BreakOut: "Sigue la pista". *Anales de ASE-PUMA*, 27, 1-12.
- Silva, F., Carrillo, 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>
- Urrútia, G., y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511. <http://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Vilchez, J., y Ramón, J.Á. (2022). Enseñanza flexible y aprendizaje de la matemática en educación secundaria rural. *Edutec: Revista electrónica de tecnología educativa*, 80, 36-49. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2431>

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte del Proyecto Erasmus + IMAS (Increasing Mathematical Attainment in Schools), con referencia 2019-1-ES01-KA201-065104 (2019-2022), financiado por la Unión Europea.