

Las TIC para enseñar ¿también en Matemáticas?

TIC to teach. Also in Mathematics?

Recibido: 12 de abril de 2022 | Aprobado: 23 de mayo de 2022



María Dolores Fernández Olivares*
mariadolores.fernandez@gmail.com



Isabel Dans Álvarez de Sotomayor**
 Universidade de Santiago
 de Compostela
isabel.dans@usc.es

Resumen

Este trabajo plantea una revisión bibliográfica sobre las publicaciones que tratan las TIC en revistas especializadas en el estudio de la didáctica de las matemáticas durante el periodo 2015-2019. Se pretende identificar qué herramientas y recursos TIC se proponen dentro del ámbito educativo como más adecuadas para la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. Asimismo, se busca identificar cuáles son las principales líneas de trabajo y el uso didáctico de las TIC. Los resultados muestran que las principales ventajas son posibilitar la motivación del alumnado y facilitar el logro de un aprendizaje significativo. Como inconvenientes para su uso se señalan la falta de medios materiales, la capacitación del profesorado, junto con la escasez de tiempo. Se concluye señalando los recursos digitales más útiles a la enseñanza a juicio de las investigaciones reseñadas y con una propuesta de incorporación de otras herramientas favorables a la inclusión y el desarrollo de la competencia digital.

Palabras clave: tecnología de la información y la comunicación (TIC); didáctica; matemáticas; recursos digitales; docentes.

* Ingeniera Superior de Telecomunicación (UVIGO). MBA IESIDE. Máster en Profesorado (USC). Project Manager. Para contactar a la autora: mariadolores.fernandez@gmail.com

** Profesora Ayudante Doctor. Grupo de investigación educativa MESTURA - Red RIES. Universidade de Santiago de Compostela, España. Departamento de Pedagogía y Didáctica. <https://orcid.org/0000-0003-0676-4127>. Para contactar a la autora: isabel.dans@usc.es. <https://orcid.org/0000-0003-0676-4127>

Abstract

This work proposes a bibliographical review on the publications that deal with TIC in specialized magazines in the study of the didactics of mathematics during the period 2015-2019. The aim is to identify which TIC tools and resources are proposed within the educational field as the most appropriate for teaching-learning according to the Mathematics. Likewise, it seeks to identify the main lines of work and the educational use of TIC. The results show that the main advantages are enabling student motivation and facilitating the achievement of meaningful learning. As inconveniences for its use, the lack of material means, the training of the teaching staff, together with the scarcity of time are pointed out. It concludes by pointing out the most useful digital resources for teaching in the opinion of the research reviewed and with a proposal for the incorporation of other tools favorable to inclusion and the development of digital competence.

Keywords: *information and communication technology (TIC); didactic; math; digital resources; teachers.*

Introducción

Con el paso de los años los contenidos digitales disponibles han ido creciendo de forma exponencial, haciendo que actualmente la cantidad de recursos disponibles sea innumerable. Esto hace que resulte difícil saber, desde un punto de vista didáctico, qué recursos son más adecuados y por qué. Así, se puede constatar que la investigación en didáctica de las matemáticas se ha centrado en los diversos métodos pedagógicos y enfoques, concluyendo que cada tema, contexto y aula requiere una adaptación particular por parte de los docentes (Tébar, 2016). Para ello se hace imprescindible la formación y más aún si se trata de la digitalización, tanto para el profesorado activo como para el futuro profesorado (Dans y Varela, 2021).

Las Matemáticas se dividen en cinco bloques en la enseñanza de su didáctica (procesos, métodos y actitudes en matemáticas; números y Álgebra; Geometría; funciones; Estadística y probabilidad), a través de los cuales el alumnado debe desarrollar habilidades matemáticas, como pueden ser la resolución de problemas o el uso de lenguaje matemático, y otras más transversales como la elaboración de críticas sobre las soluciones ofrecidas por otras personas, la explicación verbal de los procesos seguidos y los resultados obtenidos, o el trabajo en equipo, entre otras. Sin embargo, no todas las áreas matemáticas son igualmente tratadas en la literatura y es por ello necesario presentar evidencias. La importancia de las revisiones bibliográficas reside en que el concepto

bibliografía ha adquirido en las investigaciones científicas un peso cada vez más relevante (Romero et al., 2013; Parra y Díaz, 2014; Selfa, 2015; Muñoz, 2022) y que el rol del profesor ha evolucionado, de estar centrado en la transmisión de información a convertirse en un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje, para lo cual el docente debe convertirse en investigador (McKernan, 1999).

Este trabajo se plantea como una revisión bibliográfica de las publicaciones sobre las TIC y su uso didáctico en matemáticas en revistas especializadas en el estudio de la didáctica de las matemáticas durante el período 2015-2019. Se pretende identificar específicamente qué herramientas y recursos TIC, de entre todos los disponibles, se proponen dentro del ámbito educativo. Asimismo, se busca identificar cuáles son las principales líneas de trabajo y el uso didáctico de las TIC.

Todos estos objetivos se concretan del siguiente modo:

- Revisar el número y la evolución del volumen de artículos, publicados desde el año 2015 hasta el 2019 que tratan las TIC y su uso didáctico en matemáticas.
- Conocer qué tipo de recursos son los más empleados en el ámbito educativo, en qué tipo de actividades se plantea su uso y en qué áreas de las matemáticas es más frecuente su uso.

- Identificar las principales líneas temáticas que se trabajan en las publicaciones.
- Conocer cuáles son las principales ventajas (posibilitar la motivación del alumnado, facilitar el logro de un aprendizaje significativo, etc.), e inconvenientes (falta de medios materiales, falta de capacitación del profesorado, ideas preconcebidas, etc.) asociados al uso de este tipo de materiales en el aula.

2. Las TIC y su uso didáctico en matemáticas

La materia de matemáticas es, para una gran parte del alumnado, una de las asignaturas más complicadas para su aprendizaje; de hecho, el porcentaje de suspensos en esta materia es elevado (Mato y De la Torre, 2010) y la mayoría tienen dificultades para comprender y usar el conocimiento matemático. En este ámbito las TIC pueden ser de gran ayuda. Multitud de trabajos publicados recogen y analizan los resultados de propuestas educativas para el aula de matemáticas en las que se integra el uso de recursos TIC (Revelo y Carrillo, 2018; Calderón et al., 2015; Cruz y Puentes, 2012; Fernández y Santonja, 2007; entre otros). Aunque existen diferencias en el ámbito específico de cada trabajo, en general todos hacen referencia en sus conclusiones a que la introducción de las TIC como una herramienta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas facilita que los estudiantes busquen información, interactúen con los conceptos y los manipulen de un modo directo y generen nuevos conocimientos. Además, este tipo de herramientas facilita el desarrollo de actividades colaborativas, y en consecuencia potencian las relaciones sociales y mejoran la motivación de los estudiantes. Aun incorporando su uso, sigue existiendo un porcentaje del alumnado que no mejora su actitud hacia la materia, ni sus resultados académicos (Cruz y Puentes, 2012). Otras dificultades que se identifican de cara a incorporarlas al trabajo del aula son la necesidad de disponer de equipamiento informático, la falta de formación del profesorado y en que requieren una elevada dedicación por parte del profesorado.

Diversos estudios de caso revelan que la introducción de la tecnología en el aula, incluso la más sofisticada, no conlleva de forma automática un cambio educativo (Kozma, 2003; citado en Rodríguez y Palau, 2015). Tébar (2016) sostiene que la forma en que se enseña, la mayor o menor interacción en clase, la diversidad de las actividades, el uso de actividades atractivas, diversas y enmarcadas en su entorno cotidiano, es lo que define la efectividad en el aprendizaje de las matemáticas.

3. El currículo de matemáticas y las herramientas TIC

En la actualidad existen multitud de herramientas TIC y plataformas que han sido específicamente desarrolladas para trabajar en el aula. Según los distintos bloques de contenidos incluidos en la materia de matemáticas destacan las siguientes (también pueden verse en la Tabla 1):

a. Geometría

Uno de los bloques en los que más se propone el uso de las TIC es el de geometría, quizá porque la geometría es un tema que puede resultar más atractivo para los alumnos y da pie a la generación de material más visual (Flores et al., 2019).

Los programas de geometría dinámica han permitido que la propia geometría deje de ser estática y que el alumnado experimente de modo que pueden realizar fácilmente generalizaciones o intuir qué formas se pueden obtener en determinadas condiciones (Bolaños y Ruiz, 2018). En definitiva, esta manipulación permitirá descubrir propiedades y regularidades que quizás, a simple vista, son difíciles de imaginar (Muñoz, 2016a). En particular, en este campo destaca el programa software Geogebra. Es utilizado en más de 80 países y ha sido traducido a más de 60 idiomas, incluyendo el español (Díaz Urdaneta et al., 2018; Gutiérrez y Prieto, 2015). Hay que sumarle que existen recursos como el Proyecto Gauss, que es un espacio web diseñado por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte español.

Existen otros programas software como The Geometer's Sketchpad. En el campo de la geometría otra práctica habitual es el uso de videojuegos

para trabajar tanto los contenidos como las competencias. Dos de estos juegos son Simcity y Minecraft (con su versión educativa MinecraftEDU).

b. Estadística

En el bloque de estadística destaca el software R, que también es un programa gratuito y de código abierto y que facilita el aprendizaje de los diferentes conceptos gracias a que permite la experimentación con fenómenos aleatorios reales o simulados, (Muñoz et. al., 2019). En el ámbito de la aritmética y la resolución de ecuaciones encontramos la aplicación Photomath (Rondero et al., 2015), que es gratuita y está disponible en modo APP para dispositivos móviles.

c. Cálculo

El software Simcalc Mathworlds forma parte de los materiales desarrollados dentro del Proyecto SimCalc para la etapa secundaria (<http://www.simcalc.umassd.edu/>). Se trata de un programa distribuido bajo licencia comercial y está indicado, en particular, para el estudio de área del cálculo. Orientadas hacia el desarrollo competencial encontramos plataformas como las CVA (Comunidades Virtuales de Aprendizaje) entre las que tenemos la red social Edmodo (Quevedo et al., 2015). Aquí también podemos enmarcar modelos pedagógicos como el Flipped Classroom (Hernández, 2018).

Otras herramientas TIC que también permiten el desarrollo competencial del alumnado son Google Sites, que se utiliza para la creación de blogs o portfolios y que está incluida en la suite de Google o SurveyMonkey, una herramienta de encuestas que tiene una versión gratuita que puede ser utilizada tanto por los docentes como por los propios alumnos, para obtener información.

4. Metodología

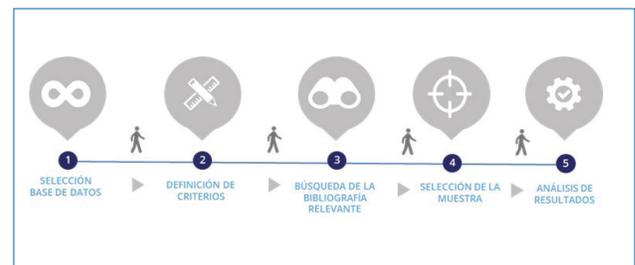
La revisión bibliográfica recogida en este estudio se enmarca en el tipo de investigación mixta bajo una estrategia de naturaleza exploratoria descriptiva. El trabajo se ha realizado sobre revistas de didáctica de las matemáticas, publicadas en español entre los años 2015 y 2019 e indexadas en la base de datos Dialnet, donde encontramos

publicaciones científicas de España, Portugal y Latinoamérica con más de 22 millones de usuarios en 2019. Asimismo, todas las revistas incluidas en el estudio se encuentran indexadas en el buscador Latindex y alguna también en Scopus. La ecuación de búsqueda contiene las palabras clave: “matemáticas” o “didáctica matemáticas” o “educación matemática” o “aprendizaje matemáticas” en el idioma español.

Las fases de trabajo en las que se ha realizado la revisión bibliográfica de revistas son las que se describen a continuación:

Figura 1:

Fases de trabajo



A lo largo de este apartado se realizará un análisis, cuantitativo y cualitativo, de los resultados obtenidos tras el proceso de revisión bibliográfica. Los datos analizados son:

- Volumetría de publicaciones durante el periodo analizado y evolución del número de artículos publicados.
- Tendencias en las publicaciones de las revistas analizadas.
- Identificación de recursos TIC recogidos en las publicaciones y cuáles aparecen con más frecuencia.
- Cómo se integran las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- En qué bloques de contenidos de las matemáticas se plantea habitualmente el uso de herramientas TIC.
- Aplicaciones de las TIC en la materia de matemáticas desde un punto de vista interdisciplinar.

Siguiendo el modelo de clasificación planteado por Selfa (2015) y Romero et al. (2013), los criterios de clasificación se han seleccionado de acuerdo con los principales objetivos establecidos para la revisión bibliográfica: número y evolución del volumen de artículos durante el periodo analizado; tipo de recursos digitales más empleados en la materia de matemáticas y principales líneas temáticas que se trabajan en las publicaciones.

5. Análisis de resultados

a. Análisis cuantitativo

Durante el periodo 2015-2019 se han identificado un total de 964 artículos publicados en nueve revistas. Analizando los datos obtenidos tras la revisión se observa que, en términos cuantitativos, el número de artículos publicados es prácticamente constante durante los años analizados: en media, los artículos que incluyen las TIC representan aproximadamente un 9% del total de artículos publicados.

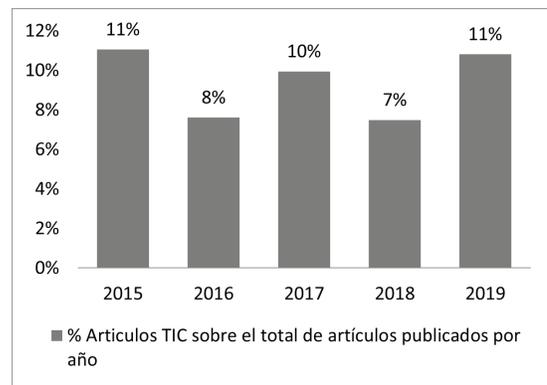
Tabla 1.

Recursos TIC más frecuentes en las publicaciones de 2015-2019

Nombre del recurso	Descripción	Tipo de recurso	Área de currículo	Tipo de licencia
Edmodo	Plataforma social y educativa que permite la comunicación entre los alumnos y los profesores en un entorno cerrado y privado a modo de microblogging.	Plataforma educativa	Todas	Gratuita
eTwinning	Plataforma de colaboración para centros escolares de Europa.	Plataforma	Todas	N/A
Geogebra	Software matemático interactivo	Programa software – accesible vía web	Geometría / Todas	Libre
Google Sites	Herramienta para la creación de páginas web. Es parte de la suite G Suite.	Programa software – accesible vía web	Todas	Gratuita
Minecraft	Videjuego de construcción	Videjuego	Geometría	De pago
Minecraft EDU	Versión educativa del videjuego de construcción	Videjuego	Geometría	De pago
MOOC	Curso online masivos y abiertos	Multimedia	Todas	N/A
Moodle	Plataforma de contenidos e-learning	Plataforma educativa	Todas	Libre
Proyecto Gauss	Sitio web con ítems didácticos y de applets de GeoGebra	Multimedia	Todas	N/A
R	Entorno y lenguaje de programación diseñado para el análisis estadístico	Programa software instalable	Estadística	Libre
R Commander	Interfaz gráfica para utilizar R	Programa software instalable	Estadística	Libre
SimCalc MathWorlds	Software para el aprendizaje visual del cálculo	Programa software instalable	Cálculo	De pago
Scratch	Lenguaje de programación visual	Plataforma accesible vía web	Geometría	Libre
Simcity	Serie de videjuegos de construcción de ciudades	Videjuego	Geometría	De pago
SurveyMonkey	Herramienta para crear encuestas online	Multimedia	Todas	Versión gratuita y de pago.
The Geometer's Sketchpad	Programa interactivo de software de geometría	Programa software instalable	Geometría	De pago

Figura 2.

Porcentaje de artículos que tratan las TIC, sobre el total de publicaciones de este año.

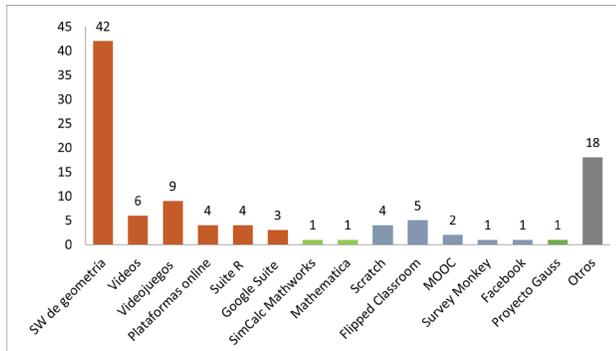


El número de recursos TIC disponibles es muy elevado. Se ha elaborado una tabla donde se clasifican los principales recursos (Tabla 1):

En la Figura 3 se recogen las principales herramientas y agrupaciones de herramientas TIC a las que hacen referencia los diferentes artículos analizados. En este caso, el número que acompaña a cada herramienta (o grupo de herramientas) indica el total de artículos en el que se hace referencia a dicha herramienta.

Figura 3.

Número de veces que las herramientas TIC aparecen en los artículos analizados.



Por otro lado, y con el objetivo de facilitar la interpretación de la Figura 3, en color granate se representan aquellas categorías que agrupan herramientas TIC similares:

- SW de geometría: dicha categoría incluye todos los artículos en los que se hace referencia a algún tipo de software de geometría dinámica. Del total de 42 artículos en los que se trabaja el ámbito de la geometría, 39 lo hacen utilizando de Geogebra (o su versión Geogebra 3D) mientras que los 3 restantes plantean herramientas similares como son Cabri 3D, The Geometers Sketchpad, Tinkercad, Freecad u Openscad.
- Vídeos: se incluyen esta categoría aquellos artículos que hacen referencia al uso de vídeos dentro del ámbito de las matemáticas.
- Videojuegos: aquí se contabilizan aquellos artículos que tratan el uso de los videojuegos en la didáctica de las matemáticas (tanto los comerciales – Minecraft, Simcity, Bloons Tower Defense, etc.- como los diseñados específicamente para el ámbito educativo – Minecraft EDU-).

- Plataformas online: incluye todos aquellos artículos que hacen referencia a plataformas educativas y/o colaborativas, como son Moodle, Edmodo y eTwinning).
- Suite R: dado que R es un entorno y lenguaje de programación en el que se utiliza la línea de comandos, es frecuente que los artículos que lo abordan incluyan también referencias o propuestas de uso de alguna de sus interfaces gráficas (R-Commander o rk.Teaching).
- Google Suite: contiene el número total de artículos en los que se hace referencia a alguna de las herramientas de la suite de Google (Google Sites, Google Drive, Google Street, etc.)

En cuanto a las barras verdes, estas representan el número de artículos que hacen referencia a programas específicos del ámbito matemático, como son el software SimCalc Mathwork o Mathematica. Por su parte, en azul se representa el total de artículos en los que se plantea el uso de herramientas TIC transversales, dentro del ámbito matemático, como, por ejemplo, Scratch, los MOOC o el modelo pedagógico Flipped Classroom.

Representado en color naranja, se incluye un artículo en el que se hace referencia al Proyecto Gauss (Díaz, 2015). El objetivo de este proyecto consistió en proporcionar al profesorado y al alumnado de primaria, ESO y, en menor medida, de Bachillerato, applets de Geogebra y contenidos didácticos de matemáticas.

Por último, está la categoría Otros, representada en gris, en la cual se han incluido aquellos artículos que tratan herramientas TIC muy variadas como son la impresión 3D, el uso de hologramas, los cursos online, la aplicación App Inventor, la comunidad virtual de aprendizaje, la calculadora gráfica DESMOS, los podcast, los blogs, las hojas de cálculo o Wikiloc, entre otras.

b. Análisis cualitativo

Tras el análisis de las publicaciones incluidas en esta revisión bibliográfica, una de las líneas de trabajo identificadas es el estudio de las TIC como instrumento dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas (Curto y García, 2019; Guachún y Mora, 2019; Fernández de las Heras, 2018; Quevedo et al., 2015; Rodríguez y Quiroz, 2016; Rivera y Trujillo, 2016; Orcos et al., 2018). Son muchos los autores que identifican la motivación como un elemento clave de ese proceso de enseñanza-aprendizaje (Tébar, 2016; Guachún y Mora, 2019; Santana y Climent, 2015).

La importancia y los beneficios de la experimentación en el aula es algo que plantean varios autores, y para diferentes áreas de conocimiento de las matemáticas, por ejemplo, Muñoz (2016b), Quevedo et al. (2015) lo recogen para el campo de la estadística, mientras que Flores et al., (2019); Bolaños y Ruiz (2018); Orcos et al. (2018) exponen sus beneficios en el área de geometría. Otras investigaciones (Fernández de las Heras, 2018; Tébar, 2018; Baeza et al., 2016; Pérez, 2016; Campos y Torres, 2016) destacan la importancia del ambiente: que los docentes se encuentren a gusto y se enseñe con ilusión.

Por otro lado, las publicaciones de Alizadeh et al., (2018) y Flores y García (2016) recogen que se ha probado que las concepciones y creencias del docente, así como sus conocimientos y su criterio en el uso de las TIC para el desarrollo de la competencia y la alfabetización digital del alumnado, influyen en su práctica. Otra de las líneas de investigación recogida por autores como Conejo y Muñoz (2017); Machado et al., (2018); Pérez (2016); Rodríguez y Quiroz (2016); y Santana y Climent (2015) es el uso de herramientas TIC en contextos educativos del área de matemáticas para fomentar el desarrollo de otras competencias y capacidades.

Tal y como se recoge en el análisis cuantitativo, el área de las matemáticas es la que más frecuentemente se propone el uso de recursos TIC es la geometría. La estadística es otra de las áreas de las matemáticas que aparece en algunos de los artículos analizados durante este trabajo. Para

este ámbito, el recurso TIC utilizado es el programa estadístico R, complementado con alguna de sus interfaces gráficas (R Commander o rk.Teaching). Muñoz et al., (2019), Galindo (2017) y Sánchez (2016) incluyen en sus publicaciones propuestas didácticas en las que se utilice el programa R para mejorar la didáctica de la estadística a través de trabajar con grandes volúmenes de datos reales, su visualización gráfica y la elaboración de análisis críticos de los resultados.

En el caso del bloque de funciones Marcos y Moya (2017) realizan un estudio sobre el uso de la calculadora gráfica online Desmos. Mientras que otros autores como Scorzo y Favieri (2019) presentan un test que piden cumplimentar a los estudiantes para determinar las imágenes mentales y conceptuales que tienen sobre rectas asíntotas de funciones, trabajando con el software Mathematica. En este campo también encontramos propuestas orientadas a explicar y fomentar el uso de la herramienta Geogebra en el estudio de las funciones (Ponce, 2019; Gutiérrez y Prieto, 2015).

Otra de las líneas de trabajo identificadas durante el análisis es el uso de herramientas TIC dentro del aula de matemáticas, con un enfoque interdisciplinar. Esta línea plantea que el alumnado desarrolle actividades donde, además de aprender contenidos matemáticos, adquiera habilidades y aprenda contenidos de otras materias como puede ser la historia y el arte (Curto y García, 2019; Casado, 2017; Campos y Torres, 2016).

6. Conclusiones

A partir del análisis de los datos obtenidos, se constata que tan solo una pequeña parte de los artículos publicados abordan las TIC, a pesar de que la legislación vigente en educación recoge la importancia de su uso e integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y de que la comunidad educativa es consciente de que es una necesidad. Con respecto a las líneas de investigación abordadas en las publicaciones, se ha confirmado que es la geometría el área de las matemáticas en la que con más frecuencia se integran las TIC en el aula. Asimismo, son muchos los autores que coinciden en que la motivación es clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que, en este sentido,

las TIC son una ayuda, es decir, permiten que el alumnado esté más motivado. Respecto al uso didáctico de los recursos TIC en el aula, existe unanimidad en que son una herramienta al servicio del proceso y no las protagonistas del mismo. Por este motivo, cambiar una herramienta tradicional por una digital no aporta nada si no se introducen simultáneamente cambios en el propio enfoque metodológico. Varias publicaciones plantean el uso de las TIC con metodologías de aprendizaje cooperativo. Es necesario disponer de un plan estratégico en materia educativa que dé cobertura a todos los niveles educativos, tanto obligatorios como no obligatorios, en el que se incluya el uso de las TIC.

A la hora de integrar el uso de las TIC en el aula de matemáticas, los problemas más habituales que han sido detectados en la revisión bibliográfica son:

- Problemas en materia de infraestructuras, equipamiento o el acceso a la red.
- La falta de capacitación del profesorado.
- La escasez de tiempo es otro de los impedimentos identificados.

Otra cuestión relevante encontrada durante el análisis de los textos es que las creencias del docente tienen incidencia en su práctica, influyendo en la forma de enseñar, pero también en el modo cómo los estudiantes aprenden. Los docentes desempeñan un papel vital para facilitar el aprendizaje eficiente y efectivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su rol ha cambiado, y se pone de manifiesto que deben convertirse en investigadores del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que ellos desempeñan un papel fundamental.

Solo se han analizado las herramientas TIC que aparecen en los artículos revisados. Sin embargo, existen infinidad de herramientas TIC disponibles para utilizar en el aula de matemáticas (Geometric Supposer, Jump Math, Kahoot, Khan Academy, Matlab, Photomath, REAs, RCX, etc.). En este sentido, una posible línea de investigación sería analizar por qué las publicaciones abordan un número tan limitado de recursos.

Con frecuencia nos referimos a las TIC como nuevas tecnologías, pero la realidad es que forman parte de nuestras vidas, y de la sociedad en general, desde hace más de dos décadas. Si bien es cierto que las TIC se encuentran presentes en todos y cada uno de los ámbitos de nuestra vida cotidiana, su grado de adopción es muy dispar. Sin duda el futuro está directamente relacionado con el uso de las TIC y con Internet. Los niños y niñas empiezan a utilizarlas cada vez a edades más tempranas, y por eso resulta fundamental su integración, como una herramienta más, en el sistema educativo.

Ahora bien, el uso de recursos TIC en el aula debe estar orientado a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, de modo que permitan una mayor personalización de la educación, y adaptarla a las necesidades y ritmos de cada estudiante. Además, las herramientas TIC tienen un gran potencial de cara a fomentar la inclusión social y servir de refuerzo y apoyo en casos de bajo rendimiento académico de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Baeza-Alba, M. A., Claros-Mellado, F. J. y Sánchez-Campaña, M. T. (2016). Una propuesta didáctica en 3º E.S.O para trabajar el pensamiento matemático avanzado haciendo uso de Scratch. *Épsilon*, 93, 31-46. https://thales.cica.es/epsilon/sites/thales.cica.es/epsilon/files/epsilon93_2_0.pdf
- Bolaños, C. y Ruiz, J.F. (2018). Demostrando con GeoGebra. *Números*, 99, 153-171. <http://funes.uniandes.edu.co/12905/>
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L. Iannelli, L. M. y Gil, S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 212-22. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2912>
- Campos, M. y Rodríguez, A. A. (2016). Física y matemáticas experimentales en escenarios virtuales. *Suma*, 82, 19-26. http://revistasuma.es/IMG/pdf/s82-19-escenarios_virtuales.pdf

- Casado, M. J. (2017). TIPS de ruta. *Números*, 95, 93-105. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6146439>
- Conejo, I. y Muñoz, J. L. (2017). Los viernes creativos. *Números*, 94, 93-106. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1068/rec/2>
- Cruz Pichardo, I. M. y Puentes Puente, A. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *EDMET-IC*, 1(2), 127-144. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v1i2.2855>.
- Curto Prieto, M. y García Feijoó, A. M. (2019). “Conociendo mi ciudad con una mirada matemática”. Una experiencia de aula en Educación Infantil. *Números*, 101, 73-84. http://www.sinewton.org/numeros/numeros/101/Experiencias_03.pdf
- Dans Álvarez de Sotomayor, I. y Varela Portela, C. (2021). Digitalización, compromiso y resiliencia. Proyecto de aprendizaje-servicio con futuros docentes. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (78), 85-98. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.78.2233>
- Díaz, N. (2015a). Matemáticas creativas en proyecto Gauss. *Números*, 89, 177-184. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/999/rec/1>
- Díaz, N. (2015b). Otro enfoque de la geometría afín en Bachillerato. *Números*, 90, 117-135. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1010/rec/1>
- Díaz Urdaneta, S., Gutiérrez, R. y Luque, R. (2018). Propuesta didáctica para abordar el tema de la función $(\square) = \tan \square$ con el software GeoGebra. *Números*, 97, 83-91. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1102/rec/1>
- Fernández de las Heras, I. (2018). Competencia en Cálculo Mental con el Ábaco Japonés. *Números*, 99, 141-141. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1135/rec/1>
- Fernández Domínguez, J. y Santonja Carrillo, J. M. (2007). Las T.I.C. como herramienta educativa en matemáticas. *Unión*, (9), 119-147. http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/9/Union_009_013.pdf
- Flores, M. J., Bellés, D., Nebot, V. y Rubio, D. (2019). Nuevas tecnologías y aprendizaje basado en proyectos aplicado a la Geometría. *Números*, 101, 179-191. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1199/rec/1>
- Flores, C. D. y García-García, J. (2016). Concepciones de Profesores de Matemáticas acerca de la Evaluación y las Competencias. *Números*, 92, 71-92. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1033/rec/1>
- Galindo Alba, A. (2017). Didáctica con R. Menos cuentas y más pensamiento crítico. *Pensamiento Matemático*, 7(1), 33-73. http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista_impresa/vol_VII_num_1/exp_doc_didactica_con_r.pdf
- Guachún, F. P. y Mora, B. M. (2019). El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de la función lineal: Una propuesta didáctica. *Números*, 101, 103-112. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1194/rec/1>
- Gutiérrez, R. y Prieto, J. L. (2015). Deformación y reflexión de funciones con GeoGebra. El caso de las parábolas definidas por la expresión $g(x)=ax^2$. *Números*, 88, 115-126. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/979/rec/1>

- Hernández, J.F. (2018). Ejemplos de proyectos flipped en matemáticas. *Números*, 97, 69-82. <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/97/Experaula.pdf>
- Machado, S., Aciego, R., García Déniz, M. y García Quintero, D. (2018). Evaluación Proyecto Newton "Matemáticas para la vida" en Educación Secundaria Obligatoria. *Números*, 99, 85-104. <https://drive.google.com/file/d/1wnBWhHEQEqc8XLp9w2pz-fIQbeYm7vWbY/view>
- Marcos, E. J. y Moya, J. A. (2017). Uso de la calculadora gráfica en línea Desmos para la enseñanza de funciones y gráficas en 3° ESO. *Suma*, 85, 41-53.
- Mato, D. y De la Torre, E. (2010). Evaluación de las Actitudes hacia las Matemáticas y el Rendimiento Académico. *PNA*, 5(1), 25-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3704008>
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y curriculum*. Morata.
- Muñoz, J. L. (2016a). CreoGebra: A la luz de un eclipse: de un punto al espacio sideral. *Suma*, 81, 97-84. de <https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/s81-79-creogebra.pdf>
- Muñoz, J. L. (2016b). CreoGebra: Un mundo imaginario Potencias de un número complejo. *Suma*, 83, 103-110. <https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/s83-103-creogebra.pdf>
- Muñoz, N., Vicente, P., Mateu, G. y Prado, F. J. (2019). Actividades estadísticas para 4° de la ESO utilizando datos reales. *Números*, 102, 139-159. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1216/rec/1>
- Muñoz Córdor, M. (2022). Virtual classroom tools in the teaching of mathematics during the pandemic, a literary review. *Conrado*, 18(84), 310-315. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000100310&lng=es&tlng=en.
- Orcos, L., Jordán, C. y Magreñán, A. A. (2018). Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de geometría en Educación Secundaria. *Pensamiento Matemático*, 8(2), 91-100. http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista_impresa/vol_VIII_num_2/exp_doc_hologramas.pdf
- Parra, O. y Díaz, V. (2014). Didáctica de las matemáticas y tecnologías de la información y la comunicación. *Educación y desarrollo social*, 8(2), 60-81. DOI: 10.18359/reds.295
- Pérez, M. G. (2016). GeoGebra en el principio de las cónicas (Elipse): Esferas de Dandelin. *Números*, 91, 135-145. <https://drive.google.com/file/d/1kFJauwGWSvJjGgCC-CWXN-qRLZStE9-5v/view>
- Ponce, J. C. (2019). Representación de funciones complejas con GeoGebra usando el método de dominio coloreado. *Números*, 101, 85-101. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1193/rec/1>
- Quevedo, D. A., Gómez, M. G. y Briseño, M. G. (2015). Mejora de la enseñanza de la Estadística mediante la implementación de una Comunidad Virtual de Aprendizaje. *Números*, 90, 73-87. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/988/rec/1>
- Revelo-Rosero, J. y Carrillo Puga, S. E. (2018). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Revista Cátedra*, 1(1), 70-91. <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.764>

- Rivera, R. y Trujillo, M. (2016). Matemáticas urbanas. *SUMA*, 81,21-31. https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/s81-21-matematicas_urbanas.pdf
- Rodríguez J. M. y Palau, R. (2015). Experiencia sobre la implementación de cursos de Matemáticas en Moodle. *Suma*, 80, 57-66. https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/suma_80-58matematicas_en_moodle.pdf
- Rodríguez. R. y Quiroz S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *RELIME*, 19(1), 99-124. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5495365>
- Romero, J., Matamoros, S. y Campo, C. A. (2013). Sobre el cambio organizacional. Una revisión bibliográfica. *Innovar*, 23(50), 35-52. <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v23n50/v23n50a04.pdf>
- Rondero, C., Reyes, A. y Acosta, J. A. (2015). Aspectos Históricos del Cálculo de Leibniz: Incidencia y Aplicación en la Didáctica de las Matemáticas. *Números*, 89, 56-68. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/989/rec/1>
- Sánchez Alberca, A. (2016). Innovación en la docencia de Estadística con R y rk. *Teaching. Pensamiento Matemático*, 6(2), 91-103. http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista_impresa/vol_VI_num_2/exp_doc_r_y_rk_teaching.pdf
- Santana, N. M. y Climent, N. (2015). Conocimiento Especializado del Profesor para la utilización de Geogebra en el Aula de Matemáticas. *Números*, 88, 75-91. <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/976/rec/1>
- Scorzo, R. y Favieri, A. (2019). Test sobre imágenes mentales y conceptuales con uso de software sobre asíntotas de funciones. *Números*, 102, 7-27. Extraído 10/04/2022 de <https://mdc.ulpgc.es/cdm/singleitem/collection/numeros/id/1207/rec/1>
- Selfa, M. (2015). Estudios científicos sobre literatura infantil y su didáctica: revisión bibliográfica (2000-2014). *Ocnos*, 13, 65-84. https://revista.uclm.es/index.php/ocnos/article/view/ocnos_2015.13.04/pdf
- Tébar, F. (2016). Metodologías didácticas en clases de Matemáticas. *Suma*, 82, 59-66. https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/s82-59-metodologias_didacticas.pdf