

CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO EDUCATIVO: ESTUDIOS EMPÍRICOS, EXPERIENCIAS Y ANÁLISIS TEÓRICO

M^a SOLEDAD VILLARRUBIA ZÚÑIGA
PAULA GONZÁLEZ GARCÍA
LEYRE ALEJALDRE BIEL
ANTONIO MARTÍNEZ-ARBOLEDA



EDITORIAL
DYKINSON

Construcción del conocimiento educativo: estudios empíricos, experiencias y análisis teórico

María Soledad Villarrubia Zúñiga, Paula González García,
Leyre Alejaldre Biel y Antonio Martínez-Arboleda

Dykinson, S.L.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

© Copyright by los autores
Madrid, 2025

Editorial DYKINSON, S.L.
Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 915442846 - (+34) 915442869
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 979-13-7006-691-8
DOI: <https://doi.org/10.14679/4407>

Preimpresión:
New Garamond Diseño y Maquetación, S.L.

Índice

Presentación.....	9
Competencias de directivas y su presencia en los planes de estudio de los Grados de Infantil y Primaria	11
<i>Jesús Enrique Albertos San José y Miguel Ángel Comas</i>	
Educación, género y memoria: mujeres en la narrativa escolar de la historia chilena del siglo XIX.....	23
<i>Humberto Álvarez Sepúlveda</i>	
La mentoría entre iguales como una estrategia para mejorar la motivación de estudiantes universitarios nuevos	35
<i>Paola Salomé Andrade Abarca y Bryan Israel Gómez Flores</i>	
Percepción, conocimientos y prácticas del profesorado universitario español con respecto al trabajo en equipo.....	44
<i>Yordan Todorov Apostolov</i>	
Negociación y consenso estratégico como habilidades determinantes en la construcción de discursos efectivos	53
<i>Claudine Benoit Ríos</i>	
Uso de TIC y plataformas digitales en la educación universitaria y certificación ambiental: una revisión sistemática	65
<i>Augusto Cahuapaza Morales</i>	
Learning environments and inclusion: a case study of transposition of the Reggio Emilia approach in Swedish schools.....	74
<i>Capelli Letizia, Drure Eloise y Muzzi Chiara</i>	
Hacer papel, hacer comunidad: un taller de papel artesanal como acto pedagógico y relacional.....	85
<i>Isabel Carralero Díaz y Antonio Navarro Fernández</i>	
Evaluación crítica de propuestas didácticas generadas por inteligencia artificial sobre patrimonio bibliográfico y documental	96
<i>Verónica Mateo-Ripoll y Antonio Carrasco-Rodríguez</i>	
La IA en el aula de ILE a un nivel A1 en Bangladesh: percepción y resultados	109
<i>Stefania Chiapello</i>	

Competència (socio)lingüística al grau de Llengua i Literatura Catalanes: una experiència d'innovació docent	119
<i>Elga Cremades</i>	
Desarrollo de la competencia investigadora en educación superior: una experiencia de investigación participativa.....	129
<i>Lucrezia Crescenzi-Lanna y Belén Gutiérrez-de-Rozas</i>	
Minicongreso de las Ciencias en línea con estudiantes del grado de Educación Infantil	141
<i>María José Cuetos Revuelta y Natalia Serrano Amarilla</i>	
Impacto de la musicoterapia en el desarrollo integral de la persona	150
<i>Amparo de Dios Tronch</i>	
El aprendizaje cooperativo como herramienta fundamental para el aprendizaje de la Educación Musical.....	161
<i>Amparo de Dios Tronch</i>	
Activando la motivación del alumnado universitario a través del “efecto espejo”: del “yo estudiante” al “yo profesional”	171
<i>Fernando de Llano Paz y Alejandro Manuel Fernández Castro</i>	
University Go, diseño de una propuesta de Red Social para el aprendizaje colaborativo y la comunicación en la Universidad de Málaga.....	181
<i>Salvador Doblaz Arrebola y Gonzalo Pascual Ramos Jiménez</i>	
Fans as translators: para-institutional training and translational capital in manga and anime translation	191
<i>Salomón Doncel-Moriano Urbano</i>	
Impacto de una formación en primeros auxilios en mujeres migrantes cuidadoras informales	202
<i>Felipe Santiago Fernández Méndez, Alejandro Afonso Izquierdo, Iván Pérez Heras, José Manuel Díaz González y Maryurena Lorenzo Alegría</i>	
Transferencia de conocimiento y educación musical por medio del proyecto expositivo <i>Cantantes líricas gallegas de los siglos XIX y XX</i> : génesis y desarrollo	213
<i>María del Carmen Fernández-Morante, Francisco Javier Garbayo Montabes y María del Carmen Lorenzo Vizcaíno</i>	
Educación, fronteras y narrativas: por una pedagogía contra la exclusión.....	224
<i>Massimiliano Fiorucci y Giorgio Crescenza</i>	

When the home learns to breathe again: a qualitative case study on family adjustment and school inclusion in neurodevelopmental disorders	234
<i>Antonios Fodelianakis</i>	
Innovación docente en contratación de proyectos mediante simulación profesional con Scrum Learning.....	244
<i>José Luis Fuentes-Bargues, Alberto Sánchez-Lite, Fernando Grande-González y M.^a Carmen Gonzalez-Cruz</i>	
Nuevos formatos de aprendizaje de la teoría de conceptos umbral	252
<i>Andrés García Ramos, Miguel Howe León y Celeste Armas Bacci</i>	
<i>Learning Paths</i> : aprendizaje y bienestar estudiantil en lugares más allá del aula	261
<i>Isabela García Senent y Carmen Sánchez-Ovcharov</i>	
Percepción del uso de ChatGPT en Educación superior y retos para el alumnado	270
<i>María Yolanda González Alonso</i>	
Conocimiento, esfuerzo y capacidad de no rendirse como herramientas en nuevas experiencias de innovación docente implementadas en grado universitario	279
<i>Rosalía González Brito</i>	
Addressing bullying perpetration among Serbian adolescents: the role of school safety dimensions.....	289
<i>Adrijana Grmuša</i>	
Concepciones del patrimonio etnológico en el profesorado en formación inicial de Educación Primaria.....	300
<i>Aitana Guardiola Moreno, Ariadna Garrigós Aunión y Santiago Ponsoda López de Atalaya</i>	
Repensar la enseñanza: del enfoque tradicional al protagonismo del alumnado en el aprendizaje	310
<i>Jorge Heliz Llopis y Carmen Mañas Viejo</i>	
Educación a distancia en responsabilidad social y sostenibilidad: percepción de estudiantes universitarios	323
<i>Diana Hernández Cruz</i>	
Los conceptos umbral en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior y su implicación en el diseño de las asignaturas	333
<i>Miguel Howe León, Juan Fraile RuizMartina, María Loitegui y Noemy Martín-Sanz</i>	

Investigación relacionada con la aplicación de la metáfora biológica del árbol del conocimiento en la cooperativa COOPSERSAN, Colombia.....	342
<i>Karen Melissa Hurtado Arciniegas y Doris Rosero-García</i>	
Innovación educativa con tecnologías emergentes en la universidad: el proyecto EmTech4HE como experiencia transformadora	351
<i>Nahia Idoiaga Mondragon y Idoia Legorburu Fernandez</i>	
La Semana de la Innovación en el Aprendizaje como una buena práctica que fomenta el cambio en profesores universitarios	361
<i>Martina María Loitegui, Belén Obispo-Díaz y Andrés García Ramos</i>	
La temática ético-social en la formación continua del profesorado universitario	371
<i>Francisco Javier Malagón Terrón</i>	
La actitud proactiva docente frente a la investigación educativa: desafíos y oportunidades para su aplicación en el aula	383
<i>Mireya Mallén Berdejo y Cristina Borau Viu</i>	
Del aula al laboratorio: competencias críticas y profesionales a través del Aprendizaje Basado en Proyectos en Periodismo	393
<i>Luz Martínez Martínez, María Arteaga Ros y Luis Felipe Solano Santos</i>	
Prácticas de liderazgo medio: contribuciones al Desarrollo Profesional Docente en centros de formación técnico profesional en Chile.....	406
<i>Óscar Maureira Cabrera y Manuel Pineda Torres</i>	
Las TIC en la enseñanza de la geometría: análisis temático y de frecuencia de descriptores.....	419
<i>Alexander Maz-Machado y María Josefa Rodríguez-Baiget</i>	
La formación política en las infancias: un análisis de la afiliación y el control sobre el entorno como capacidades humanas	431
<i>Leidy Ximena Mesa y Guillermo Meza Salcedo</i>	
La representació de les violències masclistes en les novel·les d'Irene Solà i d'Andrea Abreu: anàlisi de cas per a una proposta didàctica.....	442
<i>Carla Mira Anton</i>	
Estilos de vida pospandemia de estudiantes universitarios. Una mirada transatlántica.....	452
<i>Luis Moral Moreno</i>	

Rethinking architectural education: uncertainty, error and laziness as (unexpected) learning assets for creativity	465
<i>Sandra Neto</i>	
College UFV: una experiencia formativa en el aula universitaria, con personas extranjeras	477
<i>Belén Obispo-Díaz, Natalia Sarrión Rubio de la Torre y Noemy Martín-Sanz</i>	
Decálogo para la introducción del consentimiento en la Educación Infantil.....	489
<i>María Isabel Olmedo Corral, Carmen Mañas Viejo y Jorge Heliz Llopis</i>	
Posturas paradigmáticas en la formación en fisioterapia: una revisión de alcance.....	499
<i>Karen Pascal Mamani</i>	
MOSL4L: towards a framework for learner-based and context-sensitive technology enhanced language learning	512
<i>Timothy Read, Juan-José Magaña y Elena Barcena</i>	
Futuros docentes ante la autoevaluación con grados de certeza	522
<i>Ana Remesal y Horacio F. Vidosa</i>	
Desafíos éticos de la inteligencia artificial generativa en la educación: un análisis de la literatura académica.....	533
<i>Sebastián Reyes Alvarado y Laura Hernández Dager</i>	
El enfoque <i>student voice</i> y el <i>cuaderno de bitácora</i> como dispositivo de formación innovador para el desarrollo profesional del profesorado universitario y una educación democrática. Una reflexión teórica.....	544
<i>Roberta Rosa</i>	
John D. Caputo: las buenas razones de la religión sin religión y el Dionisos rabino que nadie vio venir	554
<i>Encarnación Ruiz Callejón</i>	
Aprendizaje de la música tradicional a través de un proyecto que combina el análisis, la creación y la práctica musical.....	564
<i>Facundo San Blas y Ángela Buforn</i>	
Detectar els senyals de les violències masclistes: una experiència a l'aula universitària a través de la literatura	575
<i>Raül Sánchez-Ballester</i>	

Metodologías activas y el aprendizaje colaborativo en el desarrollo del perfil profesional del diseñador gráfico del Centro universitario de arte, arquitectura y diseño.....	585
<i>Aurea Santoyo Mercado, Eva Guadalupe Osuna Ruiz y José Antonio Luna Abundis</i>	
Proyecto PROMESA-EF: codiseño con maestros para desarrollar programas de promoción de la actividad física en la escuela.....	597
<i>Romina Gisele Saucedo-Araujo, Francisco Javier Huertas-Delgado, Emilio Villa-González y Manuel Ávila-García</i>	
La educación ambiental y fiscal como estrategia para fomentar la concienciación ciudadana en la tributación ecológica.....	607
<i>Arantxa Serrano Cañadas</i>	
La guía didáctica como reflejo del pasado y del presente histórico y como medio para una educación musical transformadora: “Cantantes líricas galegas dos séculos XIX e XX”	619
<i>Laura Touriñán-Morandeira, Ilduara Vicente Franqueira y M^a del Carmen Fernández-Morante</i>	
Lengua, historia e hibridismo cultural: tres aplicaciones prácticas de la literatura neomahyarí en la universidad española	632
<i>Rocío Velasco de Castro</i>	
La presencia del franquismo en los proyectos educativos de Canarias: una revisión historiográfica y curricular.....	641
<i>Yago Viso Armada</i>	
Inteligencia Artificial Generativa en la universidad bajo sospecha: percepciones del profesorado y el alumnado sobre sus riesgos.....	563
<i>Montserrat Yepes-Baldó y Marina Romeo</i>	

Las TIC en la enseñanza de la geometría: análisis temático y de frecuencia de descriptores

Alexander Maz-Machado

María Josefa Rodríguez-Baiget

Universidad de Córdoba (España)

DOI: <https://doi.org/10.14679/4447>

Resumen: Este estudio examina el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la geometría, desde una perspectiva bibliométrica y temática. Busca identificar los descriptores utilizados en investigaciones para mapear las principales líneas de estudio en TIC. Su integración en geometría ha permitido dinamizar la representación de figuras, facilitar la comprensión de conceptos espaciales y fomentar el pensamiento crítico. La investigación utilizó una búsqueda realizada en Scopus en febrero de 2024, abarcando publicaciones en ciencias sociales entre 2000 y 2024. De 308 documentos analizados, se extrajeron 1145 descriptores, agrupadas en categorías temáticas: educación, geometría, tecnologías (TIC), realidad virtual/aumentada y modelado 3D, actores del proceso educativo, herramientas digitales específicas y matemáticas generales. Los descriptores más frecuentes fueron “Virtual reality”, “Geometry”, “ICT”, “Mathematics Education” y “Mathematics”, lo cual evidencia un notable interés por las tecnologías inmersivas y su aplicación en el aprendizaje geométrico. El análisis de coocurrencia mostró una red conceptual sólida, centrada en la geometría dinámica, la educación matemática y uso de tecnologías. Destaca también la creciente presencia de conceptos como “e-learning” y “online learning”, que apuntan una consolidación de modelos híbridos y virtuales. Los hallazgos revelan el potencial TIC en la educación geométrica, subrayando desafíos como la brecha digital y la necesidad de fortalecer la formación docente en el uso de herramientas tecnológicas.

Palabras clave: geometría, educación matemática, realidad virtual.

Abstract: This study examines the role of Information and Communication Technologies (ICT) in the teaching of geometry from a bibliometric and thematic perspective. It seeks to identify the descriptors used in research to map the main lines of study in ICT. Their integration in geometry has made it possible to dynamize the representation of figures, facilitate the understanding of spatial concepts and encourage critical thinking. The research used a Scopus search conducted in February 2024, covering publications in the social sciences between 2000 and 2024. From 308 documents analysed, 1145 descriptors were extracted, grouped into thematic categories: education, geometry, technologies (ICT), virtual/augmented reality and 3D modelling, actors in the educational process, specific digital tools and general mathematics. The most frequent descriptors were ‘Virtual reality’, ‘Geometry’, ‘ICT’, ‘Mathematics Education’ and ‘Mathematics’, which shows a notable interest in immersive technologies and their application in geometric learning. The co-occurrence analysis showed a solid conceptual network, centred on dynamic geometry, mathematics education and the use of technologies. It also highlights

the growing presence of concepts such as ‘e-learning’ and ‘online learning’, which point to a consolidation of hybrid and virtual models. The findings reveal the potential of ICT in geometric education, highlighting challenges such as the digital divide and the need to strengthen teacher training in the use of technological tools.

Keywords: geometry, mathematics education, virtual reality.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la geometría con tecnologías de la información y la comunicación (TIC) implica la integración de herramientas y recursos digitales para mejorar el aprendizaje y la comprensión de conceptos geométricos. Este enfoque supone un cambio significativo con respecto a los métodos de enseñanza tradicionales, que a menudo se basaban únicamente en manipulativos físicos y en la instrucción directa. La incorporación de las TIC no sólo enriquece la experiencia educativa, sino que también responde a las diversas necesidades de aprendizaje de los alumnos, haciendo la geometría más accesible y atractiva. Los estudios indican que el uso eficaz de la tecnología en la enseñanza de la geometría puede mejorar el rendimiento de los alumnos y hacer que comprendan mejor los conceptos matemáticos, en comparación con los métodos de enseñanza convencionales (Courtney et al., 2022; Galitskaya & Drigas, 2019; Sunzuma, 2023).

La enseñanza de la geometría ha experimentado transformaciones significativas con la incorporación de las TIC. Estas herramientas digitales han permitido representar y manipular figuras geométricas de manera dinámica, facilitando la comprensión de conceptos espaciales y promoviendo metodologías pedagógicas innovadoras. Además, la integración de TIC en la enseñanza de la geometría ha redefinido el rol del docente, quien ahora actúa como facilitador del aprendizaje, diseñando experiencias que promueven la exploración y el descubrimiento. Las plataformas digitales también ofrecen oportunidades para una evaluación más eficiente y una retroalimentación inmediata, aspectos clave en el proceso educativo.

2. IMPACTO DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA

La importancia de enseñar geometría con TIC se ve subrayada por su potencial para fomentar el compromiso, la motivación y el aprendizaje individualizado. Herramientas como *GeoGebra*, *Desmos* y *The Geometer's Sketchpad* proporcionan plataformas interactivas que permiten a los estudiantes visualizar y manipular figuras geométricas, facilitando una experiencia de aprendizaje prácticas (Đokić et al., 2022; Galitskaya & Drigas, 2019; Lu'luilmaknun et al., 2021). Además, estas tecnologías apoyan diversos enfoques pedagógicos, como el constructivismo, en el que los estudiantes participan activamente en su proceso de aprendizaje, potenciando así el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas (Sunzuma, 2023).

A pesar de sus ventajas, la integración de las TIC en la enseñanza de la geometría no está exenta de dificultades. Cuestiones como la brecha digital, la formación inadecuada del profesorado y el riesgo de depender excesivamente de la tecnología pueden obstaculizar una implantación eficaz. Por otra parte, la armonización de las herramientas TIC con los planes de estudios existentes requiere una cuidadosa consideración y planificación, lo que pone de relieve la necesidad de desarrollo profesional y apoyo institucional para los educadores (Arvanitaki & Zaranis, 2020; Courtney et al., 2022).

El uso de las TIC en la enseñanza de la geometría representa un enfoque transformador de la educación que hace hincapié en el aprendizaje activo y el compromiso de los

estudiantes. A medida que la tecnología siga evolucionando, se espera que aumente su aplicación en la enseñanza de la geometría, lo que promete métodos innovadores para enseñar y aprender conceptos matemáticos de forma eficaz (Galitskaya & Drigas, 2019). La integración de la tecnología en la educación, especialmente en la enseñanza de la geometría, ha evolucionado considerablemente a lo largo de los años. Al principio, la enseñanza se basaba en gran medida en métodos tradicionales, que a menudo implicaban la instrucción directa y el uso de manipulativos físicos. La llegada de las TIC introdujo nuevas posibilidades para mejorar las experiencias de aprendizaje en el aula (Drijvers et al., 2020; Arvanitaki & Zaranis, 2020).

El contexto histórico de la tecnología en la educación se remonta a finales del siglo XX, cuando los ordenadores empezaron a incorporarse a los programas escolares. Esto supuso un cambio de las prácticas de enseñanza convencionales a un enfoque más interactivo y atractivo.

La investigación ha demostrado que el uso de las TIC en la enseñanza de la geometría puede mejorar el rendimiento de los alumnos, sobre todo en comparación con los métodos pedagógicos tradicionales (Galitskaya & Drigas, 2019). Además, el desarrollo sistemático de recursos TIC se ha convertido en un elemento esencial para lograr la igualdad de aprendizaje entre los alumnos. A medida que los educadores tratan de salvar las distancias entre los distintos entornos de aprendizaje, las TIC ofrecen herramientas que pueden satisfacer las diversas necesidades de aprendizaje (Đokić et al., 2022; Lu'luilmaknun et al., 2021).

La transición de los métodos de enseñanza tradicionales a la educación mejorada por la tecnología ha allanado el camino a estrategias educativas innovadoras que pretenden fomentar una comprensión más profunda de los conceptos geométricos (Sunzuma, 2023). La visualización interactiva, proporcionada por software como GeoGebra, ha demostrado ser eficaz en la mejora del aprendizaje geométrico.

Diversos estudios indican que la utilización de TIC en el aula fomenta el desarrollo del pensamiento geométrico, permite la exploración de propiedades y relaciones entre figuras, y facilita la transición de lo concreto a lo abstracto (Dockendorff & Solar, 2018). Sin embargo, la implementación de TIC en la enseñanza de la geometría no está exenta de desafíos. La brecha digital, la necesidad de formación docente en el uso de tecnologías educativas y la adaptación de los contenidos curriculares son aspectos que requieren atención para garantizar una integración efectiva de las TIC en el aula. Este capítulo tiene como objetivo analizar el impacto de las TIC en la enseñanza de la geometría, identificar las categorías temáticas emergentes y examinar la frecuencia y relevancia de los descriptores más utilizados en la literatura científica indexada en Scopus.

3. ENFOQUES PEDAGÓGICOS E IMPORTANCIA DE LA PEDAGOGÍA DE CONTENIDOS ESPECÍFICOS

En la enseñanza de la geometría, la integración de la tecnología requiere que los educadores posean un conocimiento pedagógico del contenido (PCK, siglas en inglés), que es esencial para aplicar prácticas eficaces adaptadas específicamente a la educación matemática. Para analizar la eficacia de la tecnología en el aula, los profesores pueden utilizar el marco del Conocimiento Pedagógico del Contenido Tecnológico (TPACK siglas en inglés). Este marco anima a los educadores a reflexionar sobre la interacción entre pedagogía, contenido y tecnología, haciendo hincapié en su interconexión en lugar de considerarlos dominios aislados (Mishra & Koehler, 2006; Niess, 2005).

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la geometría ofrece numerosas ventajas que mejoran tanto las experiencias de enseñanza como de aprendizaje. La investigación ha demostrado que las TIC pueden mejorar significativamente la eficacia de la enseñanza de la geometría en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales (Galitskaya & Drigas, 2019). Uno de los principales beneficios de la utilización de las TIC en la enseñanza de la geometría es el aumento del compromiso y la motivación de los estudiantes. Las herramientas tecnológicas, como el software interactivo y las plataformas en línea, crean un entorno de aprendizaje dinámico que capta la atención de los estudiantes y fomenta una participación más activa en las clases. La capacidad de visualizar conceptos geométricos a través de la tecnología ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión y una apreciación más profundas de la materia (Starja, 2021).

Las TIC ofrecen a los estudiantes una mayor accesibilidad a los recursos de aprendizaje. Las plataformas de matemáticas en línea permiten a los estudiantes acceder a materiales didácticos y practicar problemas desde cualquier lugar con acceso a Internet, lo que resulta especialmente beneficioso en situaciones de aprendizaje a distancia. Esta flexibilidad garantiza que los estudiantes puedan comprometerse con el contenido a su propio ritmo, lo que permite experiencias de aprendizaje personalizadas adaptadas a las necesidades individuales (König & Frey, 2022).

El uso de las TIC permite a los educadores personalizar sus planteamientos pedagógicos para adaptarlos a los diversos estilos de aprendizaje. Por ejemplo, herramientas como GeoGebra pueden emplearse para introducir conceptos geométricos fundamentales a través de actividades visuales e interactivas, fomentando el razonamiento y la creación de sentido en los alumnos. Adaptando las estrategias pedagógicas para incorporar la tecnología, los profesores pueden crear un entorno más integrador que responda a las distintas necesidades de sus alumnos (Lu'luilmaknun et al., 2021).

Es un hecho contrastado que las TIC han revolucionado la enseñanza de la geometría al permitir la representación y manipulación dinámica de figuras geométricas. Herramientas de geometría dinámica como *GeoGebra* y *Cabri Geometry* facilitan la exploración interactiva de propiedades geométricas, lo que mejora la comprensión espacial y el razonamiento deductivo de los estudiantes. El uso de TIC fomenta el desarrollo del pensamiento geométrico al permitir a los estudiantes experimentar con construcciones y transformaciones geométricas. Esto les ayuda a formular conjeturas, probar hipótesis y comprender conceptos abstractos de manera más concreta. Por otra parte, la integración de TIC en la enseñanza de la geometría ha transformado el rol del docente, quien ahora actúa como facilitador del aprendizaje. Los docentes diseñan experiencias de aprendizaje que promueven la exploración y el descubrimiento, utilizando recursos digitales para enriquecer el proceso educativo (Grisales-Aguirre, 2018).

La tecnología desempeña un papel de apoyo esencial en la enseñanza de las matemáticas. Cuando se utiliza eficazmente, tiene el potencial de acelerar y mejorar el aprendizaje de los alumnos, de tal forma que tanto profesores como alumnos pueden investigar sobre conceptos matemáticos con el uso adecuado de la tecnología (Dahal et al., 2022). Las plataformas digitales permiten una evaluación más eficiente y una retroalimentación inmediata. Los estudiantes pueden recibir comentarios en tiempo real sobre su desempeño, lo que facilita la identificación y corrección de errores conceptuales. Las TIC facilitan la integración de la geometría con otras disciplinas, como el arte y la programación. Por ejemplo, el uso de software de diseño asistido por computadora permite a los estudiantes aplicar conceptos geométricos en proyectos creativos, fomentando la motivación y el aprendizaje significativo.

4. ANTECEDENTES BIBLIOMÉTRICOS EN LA INVESTIGACIÓN TIC

En la literatura científica es abundante la presencia de estudios bibliométricos que analizan diversos aspectos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito educativo, abarcando tanto los procesos de enseñanza-aprendizaje como la formación inicial y continua del profesorado (Gómez-Contreras et al., 2022; Torres et al., 2014; Baako & Abroampa, 2023). Estas investigaciones han permitido no solo identificar las principales tendencias temáticas, los autores y revistas con mayor impacto, sino también comprender la evolución histórica de la producción científica en torno a las TIC, las redes de colaboración entre instituciones y países, así como los vacíos y oportunidades existentes para futuras investigaciones. Asimismo, han contribuido a visibilizar los desafíos y potencialidades que plantea la integración de las TIC en los contextos educativos, ofreciendo un panorama amplio y fundamentado del estado del arte en esta área. En virtud de lo anterior, a continuación, se presentará una reseña de algunos estudios bibliométricos específicos centrados en el vínculo entre las TIC y la enseñanza de las matemáticas, con el objetivo de contextualizar el avance del conocimiento y los aportes significativos identificados en la literatura reciente.

Tigrero-Tigrero et al. (2020) realizaron un estudio con propósito identificar el incremento de las publicaciones relacionadas a las TIC en el aprendizaje significativo de la matemática a partir de 15 revistas de WoS entre los años 2014 a 2019. Verificaron el incremento además de determinar la presencia en pro a la multi autoría en estos artículos, así como que la revista *Computers & Educación* es la que publica el mayor número de trabajos.

Drijvers et al. (2020) realizaron un estudio en el que exploraron el valor de las técnicas bibliométricas en la investigación en educación matemática, específicamente en el caso de la "orquestación instrumental", un concepto relacionado con la integración de tecnologías en la enseñanza de las matemáticas. Aydemir et al. (2023) examinaron los artículos publicados en el campo de la enseñanza de la geometría indexados en las bases de datos SSCI (1975–2020) y ESCI (2015–2020) de la Web of Science. Utilizaron un análisis bibliométrico para evaluar tendencias en palabras clave, métodos de investigación y grupos de muestra, destacando el uso frecuente de términos relacionados con tecnologías como *GeoGebra* y *geometría dinámica*.

Navarro-Ibarra et al. (2025) mediante un estudio bibliométrico proporcionan una perspectiva actualizada sobre el estado de la educación en matemáticas y tecnología, identificando líneas emergentes de investigación en estas áreas mediante un análisis bibliométrico y una revisión sistemática. Por otra parte, Pera-Valero & Cuida (2025) analizan cuál es la tendencia de investigación en TIC y matemáticas en los países iberoamericanos en el periodo 2000-2023. Señalan que la investigación se agrupa alrededor de seis grandes categorías entre las que destacan Matemáticas y Educación Matemática, Tecnología y Herramientas Digitales, y Metodologías y Enfoques Educativos entre otras. Señalan, además, que se ha evidenciado un gran crecimiento en la producción a partir del año 2016.

A pesar de los beneficios, la implementación de TIC en la enseñanza de la geometría enfrenta desafíos, como la brecha digital y la necesidad de formación docente en el uso de tecnologías educativas. Es fundamental abordar estas limitaciones para garantizar una integración efectiva de las TIC en el aula (Calero-Cerna & Veramendi-Vernazza 2023). Estos antecedentes hacen que sea de interés y actualidad el conocer cuáles son las temáticas de investigación científica sobre TIC y la enseñanza de la geometría. Por ello el objetivo de este estudio es conocer e identificar cuáles son los descriptores temáticos de estas investigaciones mediante técnicas bibliométricas.

5. MÉTODO

Para identificar las líneas temáticas se ha realizado un estudio descriptivo de carácter cualitativo que se apoya en técnicas bibliométricas centradas en el análisis del contenido. Se siguieron las pautas metodológicas en investigaciones similares donde se analizan descriptores de artículos científicos (Maz-Machado et al., 2022; Lopera-Pérez et al., 2021).

En el mes de febrero de 2024 se consultó la base de datos Scopus. Se tomaron los descriptores que Perea-Valero et al. (2024) utilizaron para caracterizar la investigación en TIC: "Digital Media" OR "Digital Literacy" OR "Digital Inclusion" OR "E-learning" OR "Online learning" OR "Educational Technologies" OR "Adaptive Technology" OR "Digital Citizenship" OR "Digital Ethics" OR "ICT" OR "MOODLE" OR "digital education platform" OR "Online learning" OR "MOOCs" OR "E-learning" OR "Educational software" OR "Web 2.0" OR "Videoconference" OR "Emerging Technologies" OR "Educational Simulators" OR "Educational Social Networks" OR "Educative Social Networks" OR "Open Educational Resources" OR "Virtual Reality" OR "Educational Platforms" OR "Educat* Multimedia" OR "M-learning" OR "Inclusión Digital" OR "Digital Assessment" OR "Digital Content" OR "Digital Competence" OR "Virtual Classrooms" en los años 2000 a 2024. Posteriormente se filtró por "Social Sciences" y "Article". Se obtuvieron 89,030 registros, para garantizar que trataran ámbitos matemáticos estos se filtraron primero por el término "Maths" lo que produjo 4493 documentos, se refinó la búsqueda al término "geometry". Esta búsqueda arrojó 308 documentos indexados en la base de datos Scopus, centrados en la enseñanza de la geometría mediada por TIC.

Los datos se descargaron en formato *cvs* y posteriormente se extrajeron los descriptores (palabras clave) utilizados en dichos artículos y se clasificaron en categorías temáticas. También se elaboró y analizó una red de coocurrencia de palabras clave utilizando el formato *Pajek*, la cual fue visualizada mediante el software *VOSviewer*. Para optimizar la interpretación de la red, se realizó una selección acotada de nodos, centrada en aquellos con mayores conexiones, lo que permitió obtener una representación más clara y significativa del entramado temático. Se aplicó el método de fuerza de atracción, considerado el más adecuado en este contexto, ya que posiciona los nodos en el espacio gráfico en función de la intensidad de las relaciones que mantienen entre sí, regulando de manera proporcional la distancia entre ellos. Este enfoque no solo facilita la identificación de agrupamientos temáticos y patrones de conexión, sino que además ofrece una representación visual intuitiva de las dinámicas de interacción entre los distintos descriptores presentes en la red.

Los descriptores se procesaron con el software *ATLAS.ti* para obtener las distintas categorías de investigación sobre TIC y enseñanza de la geometría.

6. RESULTADOS

El análisis diacrónico revela que desde el año 2000 hasta 2024, se observa un crecimiento sostenido en el número de artículos sobre TIC y enseñanza de la geometría alcanzó un máximo en el año 2023 con 40 artículos (Figura 1). El análisis de frecuencia reveló que los autores utilizaron 1145 descriptores diferentes con una media de 3.7 por artículo. Los descriptores más utilizados fueron: "Virtual reality" (39 apariciones), "Geometry" (32), "ICT" (19), "Mathematics Education" (16) y "Mathematics" (15) (véase la Tabla 1).

Tabla 1. Descriptores más utilizados

Descriptor	Frecuencia	Descriptor	Frecuencia
Virtual reality	39	augmented reality	8
Geometry	32	education	7
ICT	19	motivation	6
Mathematics Education	16	learning	6
Mathematics	15	Blended learning	5
dynamic geometry	13	primary education	5
GeoGebra	9	Geometry education	5
educational software	9	spatial thinking	4
Educational technology	9	STEM	4
e-learning	8	Online Learning	4

A partir del análisis de los descriptores extraídos de los artículos sobre TIC y geometría, se identificaron varias categorías temáticas que agrupan conceptos comunes. A continuación, se describe cada categoría, acompañada de ejemplos representativos de palabras clave.

6.1. Educación

Esta categoría abarca conceptos vinculados al proceso de enseñanza y aprendizaje, así como a metodologías pedagógicas y teorías educativas. Incluye enfoques didácticos, diseño de experiencias formativas e implementación de prácticas innovadoras que sustentan el desarrollo del aprendizaje matemático. Ejemplos de descriptores: Mathematics Education, Teaching and learning, Pedagogy, Educational technology.

6.2. Geometría

Comprende términos relacionados con contenidos y procesos propios del pensamiento geométrico. Incluye representaciones espaciales, razonamiento visual y aspectos curriculares de la geometría en distintos niveles educativos. Ejemplos de descriptores: Geometry, Geometric thinking, Spatial reasoning, Geometric transformations.

6.3. Tecnologías (TIC)

Incluye referencias generales al uso de tecnologías digitales en el contexto educativo. Esta categoría no se restringe a herramientas o plataformas específicas, sino que engloba el uso de las TIC como facilitadoras del aprendizaje en ambientes mediados por tecnología. Ejemplos de descriptores: ICT, Digital tools, Information technology, Educational software.

6.4. Realidad virtual / aumentada y modelado 3D

Agrupar tecnologías emergentes que permiten la representación y manipulación de entornos tridimensionales. Estas herramientas ofrecen experiencias inmersivas que enriquecen la enseñanza de conceptos espaciales, promoviendo una comprensión más profunda y visual del contenido geométrico. Ejemplos de descriptores: Virtual reality, Augmented reality, 3D modelling, Simulation.

6.5. Actores del proceso educativo

Engloba a los sujetos directamente involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como estudiantes, docentes y formadores. También contempla aspectos relacionados con

sus actitudes, motivaciones, competencias y prácticas educativas. Ejemplos de descriptores: Teachers, Students, Pre-Service Teachers, Motivation.

6.6. Herramientas digitales específicas

Contiene referencias a software o plataformas concretas utilizadas en la enseñanza de la matemática, especialmente aquellas que permiten construcciones dinámicas, interacción visual y exploración geométrica asistida por computadora. Ejemplos de descriptores: GeoGebra, Cabri Geometry, Dynamic geometry software.

6.7. Matemáticas generales

Incluye términos amplios relacionados con la matemática como disciplina, sin hacer énfasis en un área específica. Estos descriptores reflejan enfoques más generales del pensamiento matemático y la resolución de problemas. Ejemplos de descriptores: Mathematics, Mathematical concepts, Problem solving.

El análisis de las categorías temáticas revela una estructura interconectada en la que la educación actúa como eje articulador del discurso académico sobre la enseñanza de la geometría mediada por TIC. Esta categoría se vincula estrechamente con aspectos pedagógicos, metodológicos y contextuales, estableciendo puentes con áreas como la geometría, las tecnologías digitales, los actores del proceso educativo y las matemáticas generales. En este entramado, la educación no solo enmarca las prácticas, sino que orienta su aplicación hacia la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, situando al estudiante y al docente como protagonistas activos del cambio didáctico.

La geometría se conecta de forma directa con herramientas digitales específicas y con tecnologías emergentes como la realidad virtual y aumentada, lo que evidencia una tendencia creciente a representar visual y dinámicamente los conceptos espaciales. Estas tecnologías, a su vez, fortalecen el papel de las TIC como soporte transversal, y se relacionan con los actores educativos que las implementan o experimentan. Así, se configura una red temática en la que los recursos digitales, los contenidos matemáticos y los enfoques pedagógicos se integran de manera sinérgica, respondiendo a un paradigma educativo que valora la innovación, la visualización y la experiencia inmersiva como estrategias clave para la enseñanza de la matemática.

Tabla 2. Mapa conceptual en formato tabla generado por las categorías temáticas a partir de los descriptores

Elemento principal	Elemento relacionado	Tipo de relación
Educación	Matemáticas generales	Relación directa
Educación	Actores del proceso educativo	Relación directa
Educación	Herramientas digitales específicas	Relación directa
Educación	Geometría	Relación directa
Actores del proceso educativo	TIC	Relación directa
TIC	Realidad virtual / aumentada y modelado 3D	Relación directa
Geometría	Realidad virtual / aumentada y modelado 3D	Relación directa

Este mapa refleja un núcleo temático centrado en la geometría dinámica, tecnologías inmersivas y la educación matemática con TIC, junto a varios subtemas periféricos menos conectados (https://www.uco.es/mates/?page_id=152). Al analizar la red generada por la co-aparición de descriptores en un mismo artículo se observa una red muy densa y para una mejor visualización hemos realizado una acotación a aquellos descriptores que estén

conectados al menos seis veces con algún otro obteniendo una red de coocurrencia más clara, la cual se aglutina en torno a cinco.

El análisis de centralidad de grado aplicado a la red de coocurrencia de palabras clave revela una estructura temática centrada en torno a conceptos fundamentales de la educación matemática mediada por tecnologías digitales. El descriptor con mayor centralidad es *Mathematics*, lo que evidencia la presencia dominante de la disciplina como eje conceptual en los estudios analizados. Le siguen *Mathematics education* e *ICT*, los cuales destacan la orientación pedagógica y tecnológica de las investigaciones, reflejando una fuerte integración entre contenidos matemáticos, prácticas educativas y herramientas digitales. Asimismo, términos como *e-learning* y *online learning* ocupan posiciones prominentes, lo que indica una clara tendencia hacia la educación a distancia y el uso de entornos virtuales de aprendizaje. Estos descriptores no solo reafirman el interés por la digitalización de la enseñanza, sino que también evidencian la evolución del campo hacia modelos flexibles e híbridos. La centralidad de estos términos sugiere que la comunidad académica no solo está interesada en el uso de TIC como apoyo, sino que también explora sus implicaciones pedagógicas en contextos no presenciales. En conjunto, la red muestra un ecosistema temático cohesionado en torno a la innovación educativa en matemática, donde convergen las dimensiones tecnológicas, disciplinar y didáctica. Al construir la nube de palabras conformada por todos los descriptores se observa el papel destacado de Learning, Geometry y Virtual (https://www.uco.es/mates/?page_id=152), coincidiendo con los datos de la tabla 1.

7. CONCLUSIONES

El estudio confirma la influencia significativa de las TIC en la enseñanza de la geometría, con un enfoque centrado en la visualización interactiva, el razonamiento espacial y el uso de tecnologías emergentes. Herramientas como *GeoGebra* o la realidad aumentada permiten transformar la didáctica tradicional hacia metodologías más activas. La integración de las TIC en la enseñanza de la geometría ha generado una transformación significativa en las prácticas pedagógicas y en la manera en que los conceptos espaciales son representados, explorados y comprendidos.

La categorización temática de los descriptores revela una red conceptual cohesiva en la que convergen la educación matemática, las tecnologías digitales, las herramientas interactivas y los actores del proceso educativo. La educación emerge como núcleo articulador, conectando metodologías, tecnologías y contenidos, y evidenciando una tendencia hacia enfoques activos y centrados en el estudiante. Las categorías temáticas y el análisis de red permiten visibilizar las líneas de investigación actuales y ofrecen una base sólida para futuras investigaciones en el área.

La red de coocurrencia indica que los descriptores más centrales no solo reflejan el uso frecuente de términos como *mathematics*, *ICT* o *mathematics education*, sino que también indican el interés creciente por ambientes virtuales como *e-learning* y *online learning*. Este énfasis en la digitalización sugiere una evolución hacia modelos educativos más flexibles e híbridos, en los cuales la visualización, la interactividad y la accesibilidad desempeñan un papel fundamental. Teniendo en cuenta estos resultados el paso siguiente deberá ser analizar los artículos en profundidad para identificar los contenidos matemáticos específicos o los niveles educativos donde más se implementan las TIC en geometría.

REFERENCIAS

- Arvanitaki, M., & Zaranis, N. (2020). The use of ICT in teaching geometry in primary school. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5003-5016. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10210-7>
- Aydemir, G., Orbay, K., & Orbay, M. (2023). A bibliometric analysis of geometry education research based on Web of Science Core Collection database. *Shanlax International Journal of Education*, 11(2), 1–9. <https://doi.org/10.34293/education.v11i2.4483>
- Baako, I., & Abroampa, W. K. (2023). Research trends on ICT integration in Education: A bibliometric analysis. *Cogent Education*, 10(2), 2281162. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2281162>
- Calero-Cerna, J. I., & Veramendi-Vernazza, R. T. (2023). El uso de las Tic en las matemáticas. Una revisión sistemática de la literatura. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(26). <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1512>
- Courtney, M., Karakus, M., Ersozlu, Z. et al. (2022). The influence of ICT use and related attitudes on students' math and science performance: multilevel analyses of the last decade's PISA surveys. *Large-scale Assess Educ*, 10(8). <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00128-6>
- Dahal, N., Pant, B. P., Shrestha, I. M., & Manandhar, N. K. (2022). Use of GeoGebra in Teaching and Learning Geometric Transformation in School Mathematics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 16(08), 65–78. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i08.29575>
- Dockendorff, M., & Solar, H. (2018). ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: the case of GeoGebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(1), 66-84. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1341060>
- Đokić, O. J., Boričić, M. M. D., & Jelić, M. S. (2022). Comparing ICT with physical manipulative supported learning of 3D geometry in elementary school. *Journal of Educational Computing Research*, 59(8), 1623-1654. <https://doi.org/10.1177/07356331211001319>
- Drijvers, P., Grauwijn, S., & Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: The case of instrumental orchestration. *ZDM – Mathematics Education*, 52(8), 1455–1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
- Drijvers, P., Kieran, C., & Mariotti, M. A. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology—Rethinking the terrain* (pp. 89–132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_7
- Galitskaya, V., & Drigas, A. (2019). ICTs and Geometry. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 9(5), 103–111. <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i5.11241>
- Gómez-Contreras, J. L., Bonilla-Torres, C. A., & Esteban-Ojeda, Y. C. (2022). Uso de TIC y TAC en la educación superior: Un análisis bibliométrico. *Revista complutense de educación*, 33(3). <https://doi.org/10.5209/rced.73922>

- Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-2. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- König, C., & Frey, A. (2022). Implementation of technology-supported personalized learning—Its effect on students' learning achievement and engagement. *The Journal of Educational Research*, 115(3), 245–256. <https://doi.org/10.1080/00220671.2022.2089086>
- Lopera-Pérez, M., Maz-Machado, A., Madrid, M. J. & Cuida, A. (2021). Bibliometric analysis of the international scientific production on environmental education. *Journal of Baltic Science Education*, 20(3). <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.428>
- Lu'luilmaknun, U., Salsabila, N. H., Triutami, T. W., & Novitasari, D. (2021, February). The use of technology in learning geometry. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1778(1), 012030. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1778/1/012030>
- Maz-Machado, A., Cuida, A., Gutiérrez-Arenas, P., & Pedrosa-Jesús, C. (2022). Bibliometric Study of Educational Production in Iberoamerican. *TEM Journal*, 11(1), 282-288. <https://doi.org/10.18421/TEM111-35>.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Navarro-Ibarra, L. A., Cuevas-Salazar, O., Acuña-Michel, L. L., & Valenzuela-Ochoa, J. M. (2025). Mathematics education and technology: Bibliometric analysis and systematic review (2000–2024). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), em2607. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16072ejmste.com+1ejmste.com+1>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Perea-Valero, Y., & Cuida, A. (2025). Tendencias en la integración de las TIC en la Educación Matemática iberoamericana: un análisis bibliométrico de los descriptores utilizados. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(1), 1-14
- Perea-Valero, Y., Cuida, A., & Salgado-Horta, D. (2024). Dissemination of ICT Research in Ibero-America: an Approach to Trends in Education. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 18(9), e08568. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n9-156>.
- Starja, D. (2021). Personalized teaching of mathematics through ICT and the personal perception of teachers of using ICT in the learning process. *Journal of Educational and Social Research*, 11(3), 45–53. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1208>
- Sunzuma, G. (2023). Technology integration in geometry teaching and learning: A systematic review (2010–2022). *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.3.1938>.
- Tigrero-Tigrero, A., Choez-Jalca, J., & Guale, C. (2020). Las TIC en el aprendizaje significativo de la matemática: Estudio bibliométrico. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 8(1), 36-45.

Torres, T., Sala, M, & Farré, M. (2014). Estudio bibliométrico sobre la innovación docente: el papel de las TIC. En Duran J. J. & Duran, I (Coord.): *La era de las TT. II. CC. en la nueva docencia*, (Págs. 609-619). Magraw-Hill.