

Geometría y tecnología: Un estudio bibliométrico

Geometrý and technology: A
bibliometric study

Reyna Citlalyy Cisneros Fernández
Universidad Pedagógica de Durango
thaly.reyna@gmail.com

Resumen

Se realizó un estudio bibliométrico con 356 artículos indexados de investigación sobre geometría y tecnología. El análisis abarca una temporalidad del 2019 al 2023 destacando un crecimiento de investigación en el 2020, así mismo expone que los principales países inmersos en producción científica en estas líneas son Estado unidos y China. Por otro lado México, se destaca por tener un promedio alto de 52.50 en países más citados. Las principales revistas en producción expuestas por el análisis son la “international journal of mathematical education in science and technology”, seguida por “digital experiences in mathematics education” y “geometry & graphics”; a pesar de no ocupar los primeros lugares “computers & edication” destaca por la publicación del el articulo con autoría de “Ibañez et al. (2020) con un total de 103 citas, figurando como el más citado. Se acentúan términos recurrentes como “students, learning y geometry”. En conclusión, este análisis detallado hace mención del vínculo significativo entre la geometría y la tecnología, evidenciada por el interés mostrado de estos científicos y que será de gran utilidad para futuros investigadores.

Palabras clave: geometría, tecnología, análisis bibliométrico.

Abstract

A bibliometric study was carried out with 356 indexed research articles on geometry and technology. The analysis covers a period from 2019 to 2023, highlighting a growth in research in 2020, and also states that the main countries immersed in scientific production along these lines are the United States and China. On the other hand, Mexico stands out for having a high average of 52.50 in the most cited countries. The main journals in production exposed by the analysis are the “International Journal of Math Education in Science and Technology”, followed by “Digital Experiences in Math Education” and “Geometry & Graphics”; Despite not occupying the first places, “computers & edication” stands out for the publication of the article authored by “Ibañez et al. (2020) with a total of 103 citations, appearing as the most cited. Recurrent terms such as “students, learning and geometry” are emphasized. In conclusion, this detailed analysis mentions the significant link between geometry and technology, evidenced by the interest shown by these scientists and future researchers.

Keywords: geometry, technology, bibliometric analysis.

Introducción

A lo largo de la historia, la tecnología ha sufrido un cambio evolutivo significativo, desde el inicio de sus avances hasta la época digitalizada actual, además se ha convertido en una parte importante de la vida cotidiana, ha reorientado las interacciones sociales, las formas de trábalo, comunicación y procesos de aprendizaje; en esta época se ha incrementado el acceso tecnológico, a las herramientas tecnológicas sofisticadas inteligentes y a una conectividad globalizada por medio del internet. Richardo et al. (2023), comparte que la era de la Revolución Industrial 4.0 ha cambiado la mayor parte de la vida humana en diversos campos como la tecnología.

El campo educativo ha tenido que revolucionarse junto a la tecnología, pues según expertos la incorporación de esta es factible para la mejora de la calidad de la educación, al innovar los métodos de enseñanza – aprendizaje. Flores-Bascuñana et al. (2019) externan que las tecnologías se han convertido tanto en herramientas didácticas como en entornos que fomentan el aprendizaje. Stosic (2015), retoma el papel de la tecnología en el contexto educativo como: “un proceso sistemático y organizado de aplicación de tecnología moderna para mejorar la calidad de la educación. Conceptualiza la ejecución y evaluación del proceso educativo” (p.111). Además, cumple una función crucial en la preparación de los estudiantes para el entorno digital presente y futuro, al tiempo que optimiza la eficiencia en la gestión de las instituciones educativas.

En el ámbito educativo, se constata la presencia destacada de la geometría rama de las matemáticas de suma relevancia ya que se manifiesta en el contexto cotidiano de los estudiantes. Siguiendo la perspectiva Vargas y Gamboa (2013) afirman que “la geometría es uno de los temas de las Matemáticas que tiene más importancia para la humanidad y su desarrollo” (p. 75). Se relaciona, de manera directa o indirecta, con múltiples actividades que se realizan ya sea para el progreso de la sociedad, el estudio o para la recreación. Freyre y Cavatorta (2021, p. 3), investigadores y expertos en el tema reafirman que “el estudio de la geometría con tecnologías de la información y la comunicación promueve el desarrollo de habilidades mentales permitiendo a los estudiantes

acceder a un estudio formal de la geometría posteriormente”.

Método

El estudio bibliométrico (EB) involucró una minuciosa búsqueda en la plataforma de investigación académica y herramienta de análisis Dimensions.ai utilizando los términos “Geometry” y “Technology” (Dimensions, 2023). Esta plataforma es reconocida por ofrecer la colección más completa de datos relevantes en el ámbito de la investigación y la academia. Como resultado de esta profunda búsqueda, se recuperó un total de 15,064 artículos vinculados con los términos de interés.

Con el fin de optimizar la selección de artículos esenciales para realizar el EB, se llevó a cabo un proceso de filtrado. Se estableció un rango de años de publicación de 2019 a 2023, ya que se observó un aumento significativo en la incorporación de artículos relevantes a partir de 2019 en la plataforma Dimensions.ai, específicamente en el campo de la geometría. Se aplicó el filtro “title and abstract” que incluyeran los términos mencionados, limitando la búsqueda al tipo de publicación “article”. Además, se restringió la búsqueda a campos específicos de investigación, como “education and digital science and research solutions”. Como resultado de este proceso, se seleccionaron cuidadosamente 356 artículos relevantes para llevar a cabo el análisis bibliométrico.

Posteriormente, se integraron estos datos en la plataforma Bibliometrix. Esta herramienta destaca por la capacidad de realizar mapeos bibliométricos, la tarea más importante de la bibliometría es la sintetización de los hallazgos voluminosos de investigaciones, mediante un proceso de revisión sistemático, transparente y reproducible proporcionando un análisis estructurado de una gran cantidad de información, para inferir tendencias a lo largo del tiempo, temas investigados, identificar cambios en los límites de las disciplinas y mostrar el “panorama general” de la investigación existente (Bibliometrix, 2023).

El análisis bibliométrico es una herramienta metodológica que examina rigurosamente grandes cantidades de artículos que exponen académicos e instituciones más prolíficos en cuanto a in-

investigaciones de temas indefinidos. En dialéctica de Sánchez-Carrasco (2022), explica que es un “método dedicado a la búsqueda y análisis de patrones de amplios volúmenes de datos no estructurados de literatura científica publicada y puede proporcionar una visión global” (p.162).

La Tabla 1 muestra el análisis bibliométrico general el cual expone los siguientes datos: esta compilación de artículos fue publicada en un lapso de tiempo de cinco años del 2019 al 2023. Abarca un total de 251 fuentes de información de un conjunto de 356 artículos indexados en los cuales participaron 951 autores. Refleja un promedio del 15.98% de crecimiento científico anual, permitiendo concluir que el crecimiento científico anual en estas temáticas mantienen un crecimiento significativo en esas fechas. El promedio de citas por documento es del 2.986. De misma manera comparte que la coautoría mantiene un nivel significativo de 2.74 coautores por artículo y un 5.618% en

Tabla 1

Resultados mapeo bibliométrico

Descripción	Resultados
<i>Información principal sobre datos</i>	
Timespan	2019: 2023
Sources (Journals, Book, etc.)	251
Documents	356
Annual growth rate %	15.98
Document average age	1.79
Average citations per doc	2.986
References	1
<i>Document contents</i>	
Keywords plus (ID)	5
Author's keywords (DE)	5
<i>Authors</i>	
Authors	921
Authors of single-authored docs	59
<i>Authors collaboration</i>	
Single-authored docs	60
Co-authored docs	2.74
International co-authorships%	5.618
<i>Document Types</i>	
Article	356

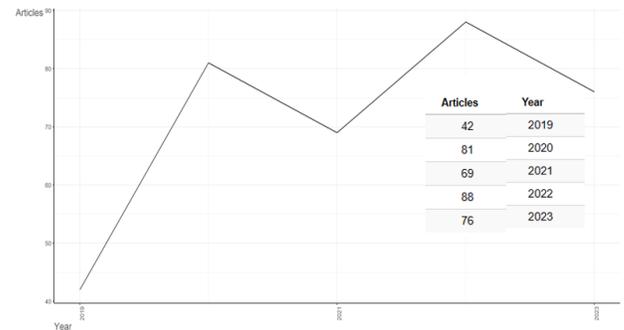
colaboraciones internacionales.

Resultados

Los hallazgos comparten una visión de la evolución en producción científica anualmente relacionada con la geometría y la tecnología, como se muestra en la Figura 1, se presenta un crecimiento constante y significativo. En el 2020 el aumento se muestra más evidente al registrarse 81 artículos, posteriormente se realiza un registro

Figura 1

Producción científica anual



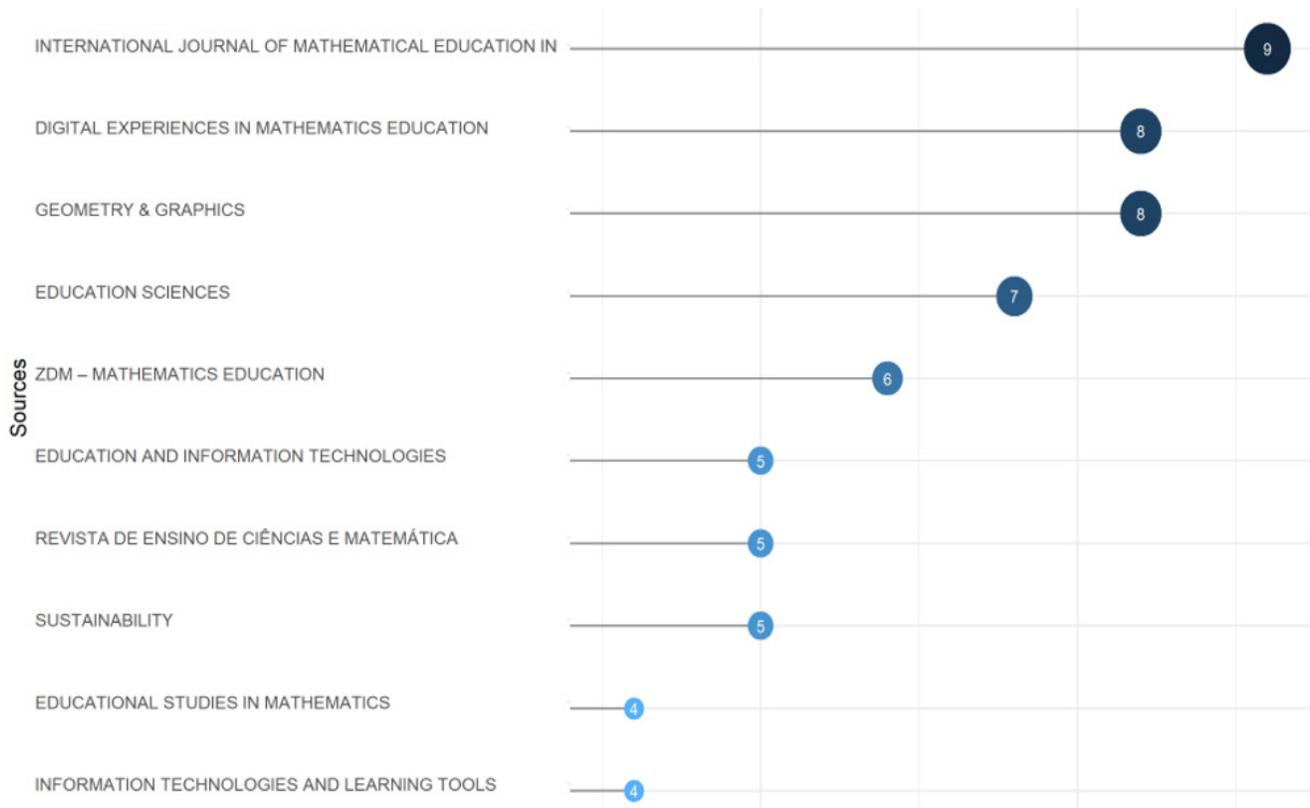
de 69 en el año 2021; aunque la publicaciones del año 2023 no ha culminado se han contabilizado 73 artículos, sugiriendo la afirmación de una tendencia creciente.

El apartado de fuentes más relevantes (Figura 2) indica que las fuentes sobresalientes por su cantidad de artículos publicados son la revista International Journal of mathematical education in science and technology manteniéndose en primer lugar con 9 artículos indexados, la digital Experiences in mathematics Education y geometry & graphics en segundo lugar las dos con un total de 8 artículos.

En la Figura 3 se presenta a Alves Frv y Ng O como autores con más relevancia por su aportación de 4 artículos respectivamente. Aunque con una pequeña diferencia en cantidad de aportación siguen siendo trascendentales para fines científicos las aportaciones de Bozkurt G, Hwang W y Van Vaerenbergh al compartir el reconocimiento de incluir 3 artículos a la sociedad científica. Se realizó un mapeo correlacional entre las afiliaciones de investigaciones y la producción de artículos científica de todo el mundo (Figura 4). Sobresalen Mirea – Russian technological university y Universitas billfath con 7 cada una. Siendo Universidade federal de uberlândia de menores afiliaciones con 6. Mantiene una visión

Figura 2

Fuentes más relevantes



12

Figura 3

Autores más relevantes

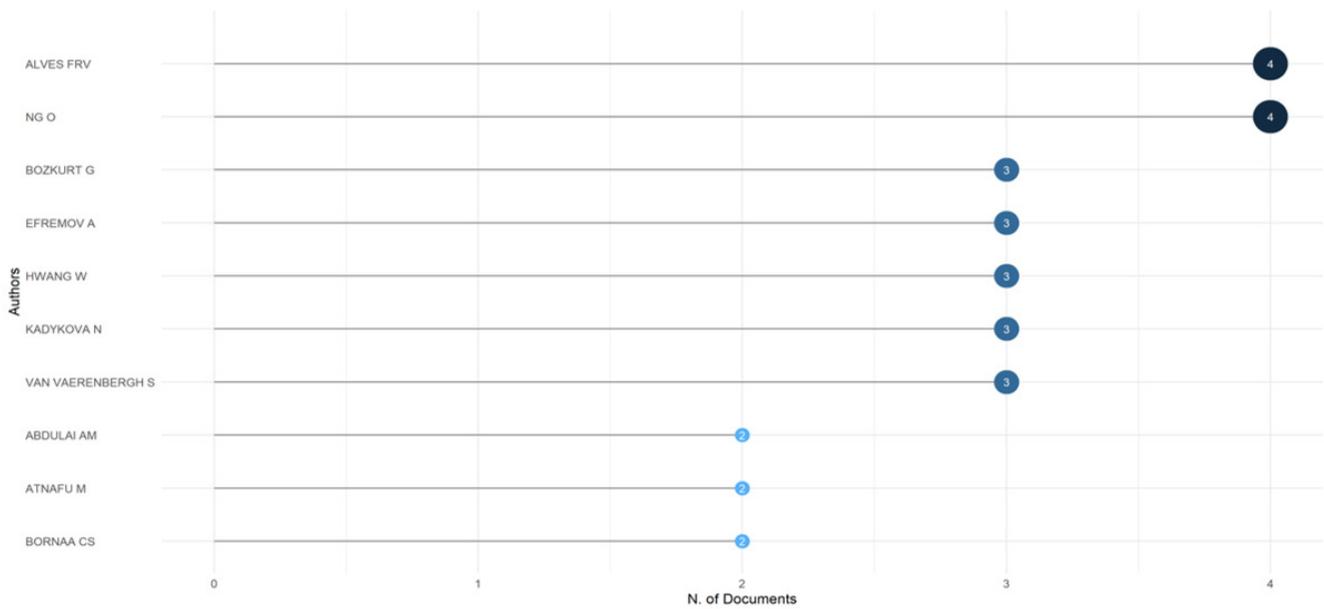


Figura 4

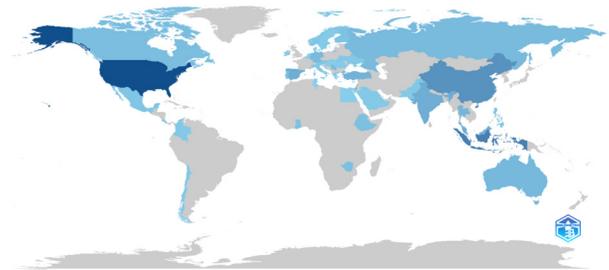
Afiliaciones más relevantes



de la diversidad geográfica donde se identifica la distribución de artículos por país (Figura 5). Estados Unidos lidera con un registro de 18, equivalente aproximado a un 5.1% de la totalidad.

En segunda posición se mantiene China e Indonesia con 9 artículos las dos aproximadamente con el 2.5%, con aportaciones de autores ciudadanos dentro y fuera del país; estas cantidades exponen la veracidad de estos países por los avances tecnológicos-geométricos y su investigación. También se observa la presencia de otros países como Alemania con 5 artículos (1.4%), Rusia y Canadá con 4 y 3 respectivamente (1.1% y 0.8%). El análisis comparte la distribución geográfica en la que participan 45 países en la producción científica (Figura 6). Como se observa en la gráfica anterior USA encabeza la distribución, con un total de 52 artículos, China con 31 e Indonesia con 24; identificándose como principales productores de investigación respecto a estas temáticas. Mé-

Figura 6
Producción científica por país



xico se incorpora a la estadística con 4 registros. Al analizar la Figura 7 se concluye que USA sigue liderando en citación con 110 por artículo. En contraste con la producción científica México se posiciona en los primeros lugares con un promedio de 52 citas. Países asiáticos como China con 31 y Hong Kong 29 se muestran relativamente bajo en citaciones; esto podría ser un indicador que hay un menor impacto de los artículos.

Se presenta el artículo de Ibáñez et al. (2019) como el más citado a nivel mundial, publicado en la revista computers & education (Figura 8) por recibir 103 citas y un índice de 25.75 citas por año; dando manifiesto un impacto positivo para los investigadores. Por otra parte el artículo de Ng O antes mencionado como el segundo autor más relevante, mantiene una posición en el quinto lugar con una citación de la cuarta parte de Ibáñez.

Coautoría por país

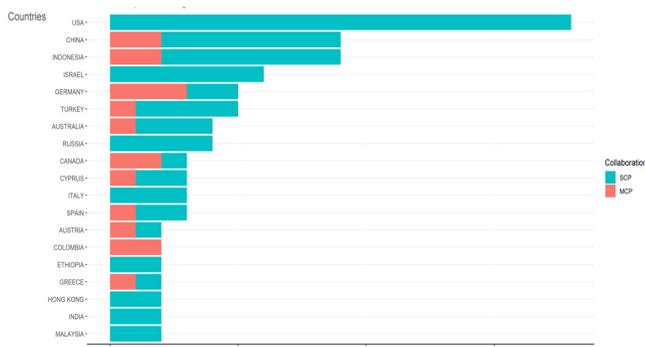
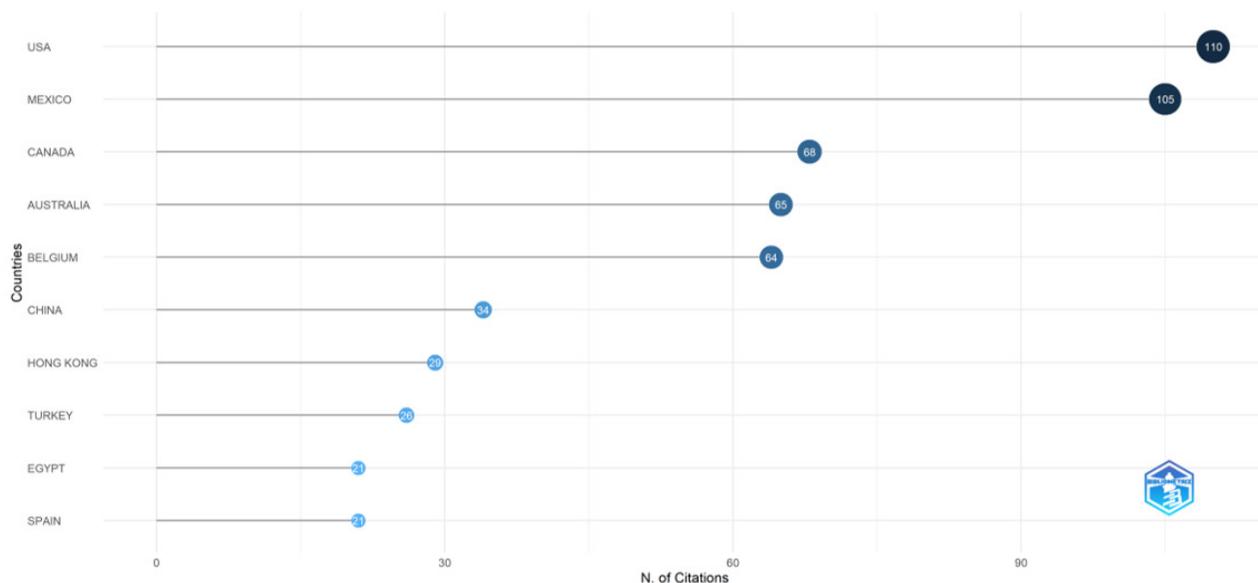


Figura 7

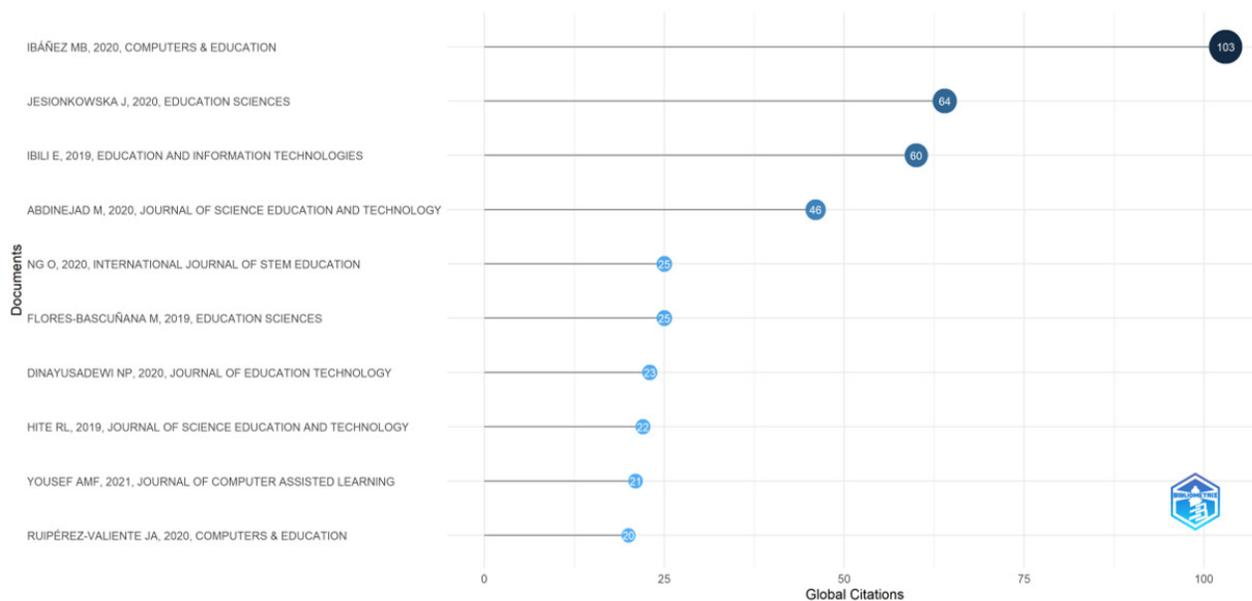
Países más citados



14

Figura 8

Documentos más citados a nivel mundial

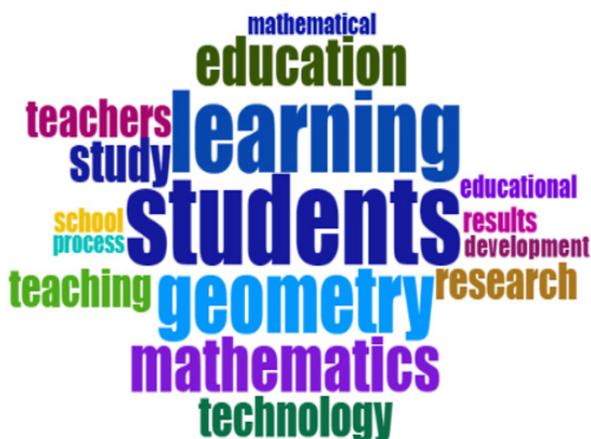


El mapeo bibliométrico comparte una visión de los términos frecuentes en este cúmulo de artículos: La nube de palabras se enfoca centralmente la palabra students, envuelta por learning, geometry, education, mathematics y technology (Figura 9). La Figura 10 muestra como principal frecuencia el término students siendo coherente con lo identificado en la nube de palabras. Además revela que las palabras clave learning, geometry, mathematics, education, aparecen más de 500 ocasiones; study y technology en una repetición mayor a 400.

Estas dos figuras sugieren que las investigaciones toman como tema medular al estudiante, explorando la correlación entre el aprendizaje con la geometría y la tecnología. La red de co-ocurrencia (Figura 11) confirma que los términos geometry, students, learning y technology destacan como conceptos centrales en términos de investigación educativa. Education, educational, teaching y technologies mantienen una interconexión a geometry y data, model, media y school se derivan del término technology.

Figura 9

Nube de palabras

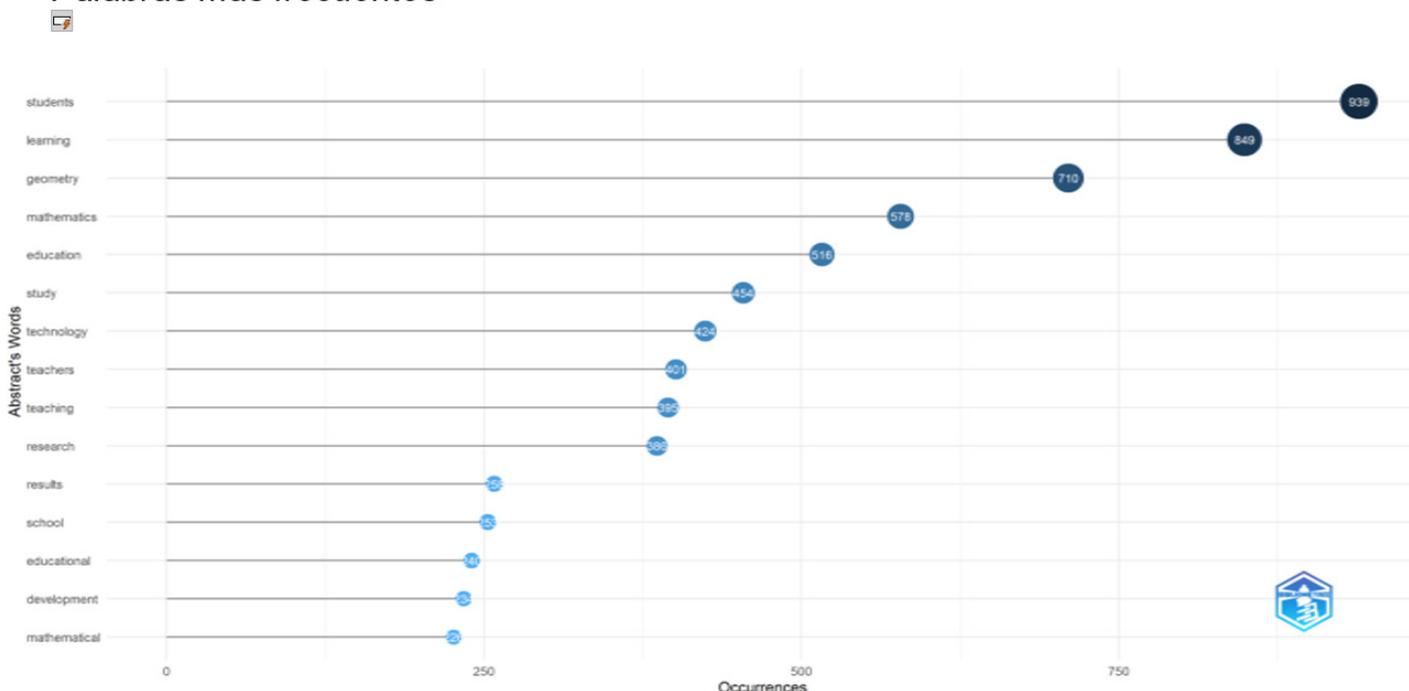


to evidente en los años 2021-2023. para el año 2022 se incorpora el análisis de tests relacionados a la evaluación indicando la preocupación de los autores por medir la eficacia de la práctica docente y la aprehensión de conocimientos geométricos-tecnológicos.

La Figura 14 apunta que USA encabeza la red de colaboración internacional de investigación en geometría y tecnología respecto a España, Canadá, Alemania, Irlanda, a su vez China comanda la influencia científica de Serbia, Arabia Saudita e India. Mientras países latinoamericanos como México y Colombia se ven modelados por España. Estas colaboraciones son de vital importancia para que surjan intercambio de ideas y hallazgos sobre los temas en cuestión, enriquecimiento y promoviendo la investigación a nivel mundial.

Figura 10

Palabras más frecuentes



El mapa temático de co-ocurrencia (Figura 12) precisa a la geometría y tecnología como tema motor y básico siendo temáticas principales de investigación científica en la rama educativa. A demás exhibe conceptos como technologies, process y educational como temas emergentes.

La Figura 13 hace énfasis en la evolución y diversificación temática en la investigación de la geometría y la implementación de las tecnologías educativas, mostrando principalmente el aumen-

Finalmente comparte una perspectiva que denota colaboraciones pequeñas entre dos a tres autores pero como se sustentado en el análisis bibliométrico han sido apertura para futuras investigaciones y desarrollo científico. La red de

Figura 13
Evolución temática

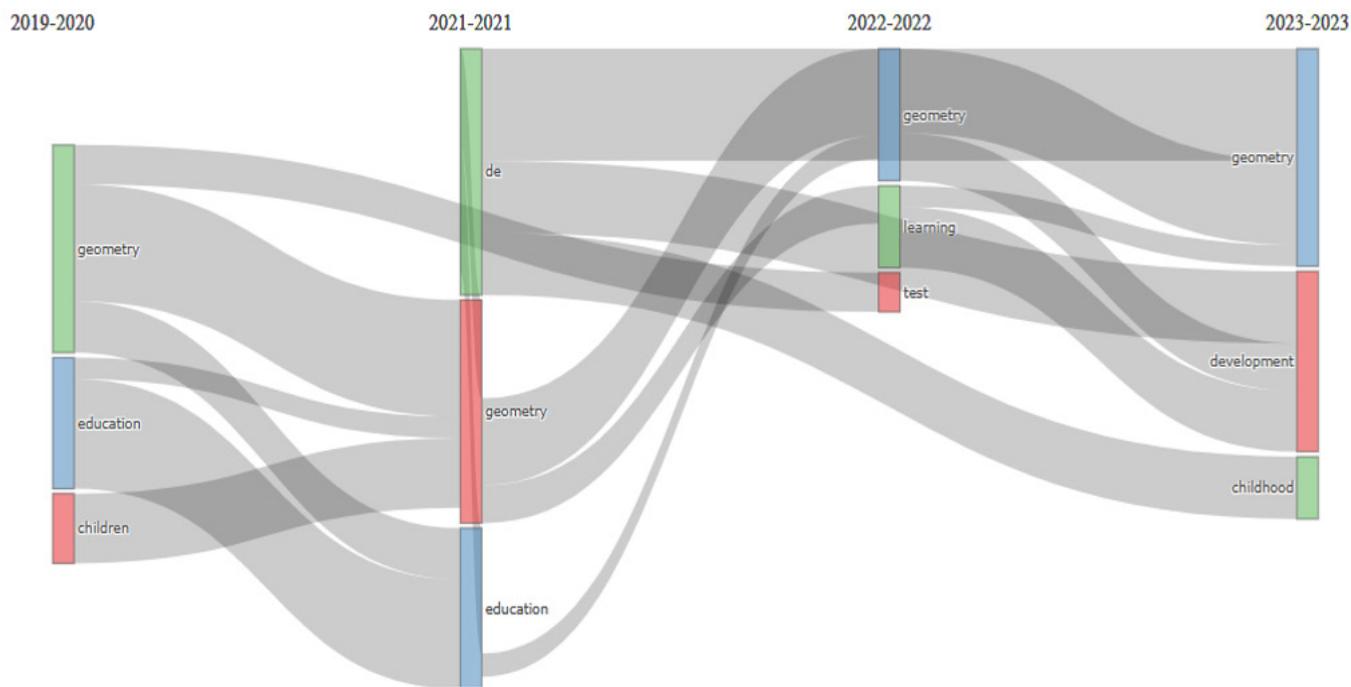
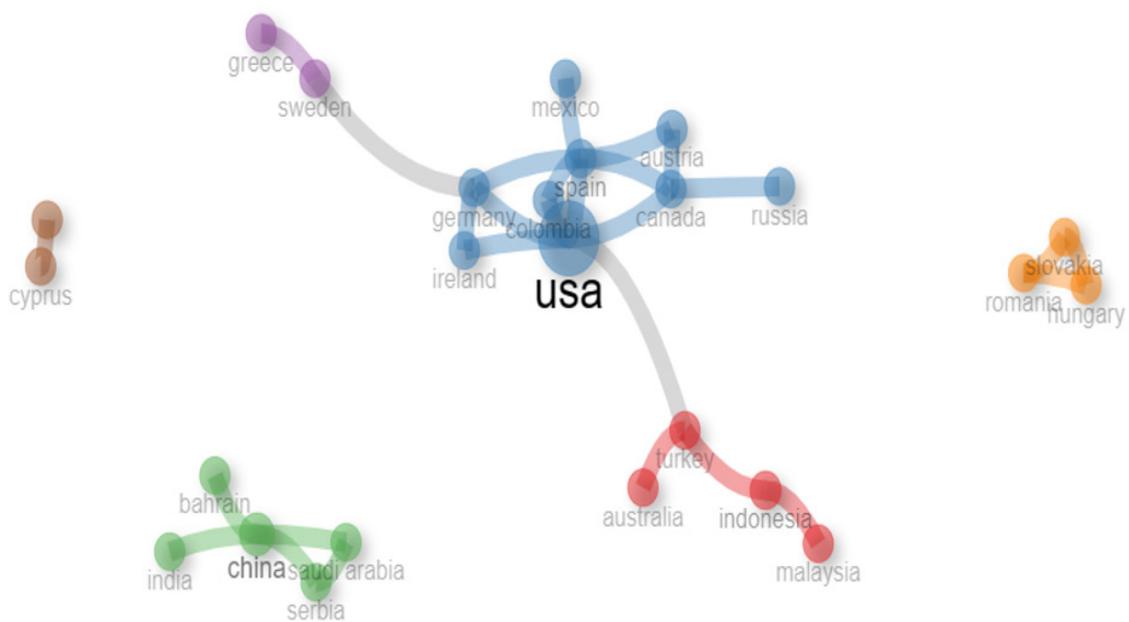


Figura 14
Red de colaboración por países



colaboración del autor principal Alves Fvr impacta en la investigación de Sousa Rt.

Discusión

Según los resultados del análisis bibliométrico el estudio llevado a cabo por Ibáñez et al. (2019), cumple el papel uno de los hallazgos más importantes pues se identifica como el artículo más citado. Este plantea un objetivo de explorar como la tecnología de realidad aumentada influye en el rendimiento académico y motivación en alumnos de educación pública y privada en el curso de geometría de nivel secundaria. Llegando a la conclusión que realmente surge un beneficio notable que aumenta la aprensión del conocimiento geométrico en alumnos de educación pública pues tienen menor posibilidad de implementar herramientas tecnológicas; por lo contrario alumnos de educación privada el rendimiento académico fue casi inerte. Esta aseveración de la funcionalidad de la tecnología en el aprendizaje geométrico resalta a lo largo del mapeo bibliométrico, a su vez los artículos principales pertenecientes a diversos países del mundo, refieren que la integración de software de geometría dinámica como GeoGebra y Geoboard, de la realidad aumentada, uso de las TIC, estrategias como el mobile learning entre otras herramientas, es necesaria para aumentar la calidad educativa y el estímulo de los estudiantes en la participación en las actividades de aprendizaje.

Así como Ibáñez et al. (2019), señala la diferencia en el impacto de las tecnologías en el aprendizaje entre alumnos de educación pública y privada, este estudio denota una brecha en producción científica. Países de primer mundo como USA, China, España entre otros encabezan el liderazgo de creación científica dirigida a estos términos, entre tanto países menos desarrollados participan mayormente como países citadores. Sería proactivo establecer una postura de creación de investigación para beneficio de los estudiantes como lo refiere el análisis.

Conclusiones

El EB realizado se reduce a la revelación de un crecimiento ascendente significativo de producción científica asociada a la geometría y la tecno-

logía. Con un puntos cúspide en el año 2020 con la publicación de 81 artículos indexados. Sobresaliendo como revista fuente la International Journal of Mathematical Education in Science and technology de igual manera destacan autores principales como Alves Fvr, Ng O. Se integra México con su destacada aportación de citas en gran cantidad. En el año 2022 surge un interés por integrar la temática de evaluación de la aportación de las tecnologías por medio de test. La diversidad en temas que rodean este EB sugiere que hay oportunidades para nuevas investigaciones.

Sánchez-Carrasco (2022), afirma que el análisis bibliométrico “es útil para identificar lagunas de conocimiento, generar nuevas ideas para la investigación y posicionar las contribuciones dentro de un campo” (p.162).

Si bien se ha señalado la mejora educativa por medio de la innovación tecnológica en métodos de enseñanza - aprendizaje con uso de herramientas antes mencionadas, así mismo el EB ofrece una visión de temas de oportunidad que se han estudiado de manera limitada, estas lagunas de indagación científica podrían aportar a un entendimiento más detallado de la geometría y aportar temáticas para futuros estudios geométricos- tecnológicos.

A partir del análisis bibliométrico se identificó como tema de oportunidad; la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el desarrollo del aprendizaje geométrico, siguiendo el crecimiento de esta tecnología se puede tomar como línea de interés para nuevas investigaciones, desde esta tecnología se pueden reproducir imágenes, crear conceptos por medio de razonamiento similar a l de los humanos. Magallanes (2023), afirma que la incorporación de la IA al ambiente educativo tiene el objeto de mejorar el aprendizaje mediante soluciones que mejoren los procesos de los estudiantes. Entendiéndola como una herramienta favorable que apoyaría desde el personalizando el aprendizaje hasta una detección de problemas de aprendizaje.

Referencias

Alves, F. de Sousa, R. Fontenele, F. (2022). Three-dimensional geometric perceptions in ENEM: a contribution from GeoGebra for ma-

thematics teachers in Brazil. DOI:10.24193/adn.15.1.10

Bibliometrix (2023). (09 de diciembre de 2023) <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/layout/bibliometrix>

Bozkurt, G. Uygan, C. (2020). Lesson hiccups during the development of teaching schemes: a novice technology-using mathematics teacher's professional instrumental genesis of dynamic geometry. DOI:10.1007/s11858-020-01184-4

de Sousa, R. Alves, F. (2022). Didactic Engineering and Learning Objects: A Proposal for Teaching Parabolas in Analytical Geometry. DOI: <https://doi.org/10.24042/ijisme.v5i1.11108>

Dimensions. (09 de diciembre de 2023) About dimensions <https://www.dimensions.ai/why-dimensions/>

Flores-Bascuñana, M., Diago*, P., Villena-Taranilla, R. And Yáñez, D. (2019). On Augmented Reality for the Learning of 3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students. <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>

Freyre, M. Y Cavatorta, P. (2021). Conjeturar y validar en un problema de geometría mediado por geogebra. ¿Qué construcciones se ponen en juego?, p. 3. <http://funes.uniandes.edu.co/29799/1/Freyre2021Conjeturar.pdf>

Hwang, W. Hoang, A. Lin, Y. (2021). Smart mechanisms and their influence on geometry learning of elementary school students in authentic contexts. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12584>

Ibáñez, M., Uriarte, A., Zatarain, R., Barrón, M. (2019). Impact of Augmented Reality Technology on Academic Achievement and Motivation of Students from Public and Private Mexican Schools. A Case Study in a Middle-School Geometry Course. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>

Magallanes, K. (2023). La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.706>

Ng, O. (2020) How 'tall' is the triangle? Constructionist learning of shape and space with 3D Pens. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12564-022-09755-8>

Ordóñez, L. (2007) El desarrollo tecnológico en la historia. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arete/v19n2/a01v19n2.pdf>

Richardo*, R., Wijaya, A., Rochmadi, T., Anis, A., Nurkhamid, Widi, A. And Nur, K. (2023). Ethnomathematics Augmented Reality: Android-Based Learning Multimedia to Improve Creative Thinking Skills on Geometry. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.4.1860>

Sánchez-Carrasco, A. (2021). Capítulo 10. Análisis bibliométrico. Guía para la elaboración de trabajos fin de grado y trabajos fin de máster en psicología en y ciencias afines (volumen II), p.162.

Stošić, L. (2015). The importance of educational technology in teaching, p.111. DOI:10.23947/2334-8496-2015-3-1-111-114

Vargas, G. Y Gamboa, R. (2013). El modelo de van hiele y la enseñanza de la geometría the van hiele model and the teaching of the geometry, p. 75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=4945319>

Van, S. Pérez-Suay, A. Diago, P. (2023). Acceptance and Intentions of Using Dynamic Geometry Software by Pre-Service Primary School Teachers. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci130706611>