

**El proceso de formación de la cultura matemática en Ingeniería Informática:
revisión con enfoque bibliométrico**

**The process of mathematical culture formation in Computer Engineering:
bibliographic review with a bibliometric approach**

*Dariel Rojas Hernández*¹

*Reinaldo Meléndez Ruiz*²

*Eriván Labrador Murguía*³

Resumen

La formación de la cultura matemática en estudiantes de Ingeniería Informática es crucial para desarrollar habilidades lógicas y analíticas, aunque se han identificado dificultades en este proceso en la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Este estudio realiza una revisión sistemática con enfoque bibliométrico de la producción científica (2014-2024) sobre el tema. Utilizando el método dialéctico materialista, se analizaron artículos indexados en Google Scholar mediante indicadores bibliométricos procesados. Los resultados muestran que los años 2017, 2019 y 2022 presentaron mayor productividad científica. Los países con mayores contribuciones fueron China, Brasil, Estados Unidos, Cuba y España, con un índice de coautoría de 1.6. El análisis revela un crecimiento sostenido en la investigación sobre la formación de la cultura matemática, destacando su relevancia en la educación superior. Este estudio proporciona un marco teórico actualizado para futuras investigaciones, evidenciando tendencias globales y

¹ Ingeniero informático. Máster en Ciencias de la Educación, profesor Auxiliar, Universidad de Pinar del Río, Cuba, dariel.rojas@upr.edu.cu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9082-1256>

² Licenciado en Educación, especialidad Matemática. Doctor en Ciencias Pedagógicas, profesor Titular. Universidad de Pinar del Río, Cuba. E-mail: reinaldo.melendez@upr.edu.cu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3795-2382>

³ Licenciado en Educación, especialidad Matemática. Profesor Instructor. Universidad de Pinar del Río, Cuba. E-mail: erivan.labradorm@upr.edu.cu. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6791-3416>



colaboraciones académicas en el campo. La bibliometría permitió identificar vacíos y oportunidades para fortalecer la formación matemática en ingeniería informática, particularmente en contextos universitarios como el analizado.

Palabras clave: cultura matemática, Ingeniería Informática, bibliometría, educación superior, revisión sistemática.

Abstract

The development of mathematical literacy in Computer Science students is crucial for developing logical and analytical skills, although difficulties in this process have been identified at the Hermanos Saíz Montes de Oca University of Pinar del Río. This study conducts a systematic review with a bibliometric approach of scientific production (2014-2024) on the topic. Using the dialectical materialist method, articles indexed in Google Scholar were analyzed using bibliometric indicators processed. The results show that the years 2017, 2019, and 2022 presented the highest scientific productivity. The countries with the highest contributions were China, Brazil, the United States, Cuba, and Spain, with a co-authorship index of 1.6. The analysis reveals sustained growth in research on the development of mathematical literacy, highlighting its relevance in higher education. This study provides an updated theoretical framework for future research, highlighting global trends and academic collaborations in the field. Bibliometrics allowed us to identify gaps and opportunities to strengthen mathematical training in computer engineering, particularly in university contexts such as the one analyzed.

Keywords: mathematical culture, computer engineering, bibliometrics, higher education, systematic review.

Introducción

La formación matemática en los estudiantes de Ingeniería Informática se ha consolidado como un componente fundamental para su desarrollo profesional en un entorno tecnológico en constante evolución. Como señala Artigue et al., (2021), "la enseñanza de las matemáticas debe adaptarse a las nuevas demandas de la sociedad digital, promoviendo competencias que vayan más allá del cálculo tradicional" (p. 89). Este proceso formativo no solo implica la transmisión de conocimientos teóricos, sino también el desarrollo de habilidades críticas para la resolución de problemas complejos mediante el uso de herramientas computacionales.

En los últimos años, diversos estudios han destacado la necesidad de renovar los métodos pedagógicos en la enseñanza de las matemáticas para ingenieros informáticos. Según Smith et al., (2023), "la integración de tecnologías digitales en el aula ha demostrado mejorar significativamente la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas" (p. 156). Esta perspectiva es compartida por Johnson & Lee (2022), quienes argumentan que "los ambientes de aprendizaje activo potencian la aplicación práctica de los conocimientos matemáticos en contextos de programación y análisis de datos" (p. 45).

La investigación contemporánea en educación matemática ha identificado importantes desafíos en la formación de ingenieros informáticos. Un estudio reciente de Martínez et al., (2023) revela que "persiste una brecha significativa entre los contenidos matemáticos tradicionales y las competencias requeridas por la industria tecnológica actual" (p. 234). Este hallazgo coincide con las observaciones de Thompson & Chen (2021), quienes subrayan la importancia de "desarrollar programas educativos que integren las matemáticas con las aplicaciones prácticas de la informática" (p. 78).

Desde una perspectiva histórica, Devlin (2019) sostiene que "la evolución de la enseñanza matemática debe considerar tanto los fundamentos teóricos como las demandas

emergentes de la era digital" (p. 112). Esta visión complementa los hallazgos de Brown et al., (2020), quienes documentaron que "los enfoques interdisciplinarios en la enseñanza de las matemáticas resultan más efectivos para preparar a los estudiantes frente a los desafíos tecnológicos contemporáneos" (p. 310).

El presente estudio tiene como objetivo analizar la evolución de la formación matemática en Ingeniería Informática mediante una revisión bibliométrica sistemática. Siguiendo la metodología propuesta por Wilson & Anderson (2022), "el análisis cuantitativo de la producción científica permite identificar patrones significativos en la investigación educativa contemporánea" (p. 189), lo cual resulta crucial para orientar futuros desarrollos curriculares en este campo.

La incorporación de metodologías activas y tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas ha mostrado un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Informática. Según García et al., (2023), "el uso de entornos virtuales de aprendizaje combinados con técnicas de gamificación incrementa significativamente la motivación y el rendimiento académico" (p. 145). Este enfoque innovador es respaldado por Pérez y Rodríguez (2022), quienes destacan que "las herramientas digitales permiten simular problemas reales, facilitando la conexión entre conceptos matemáticos y su aplicación práctica en informática" (p. 67). Estas estrategias no solo promueven un aprendizaje más significativo, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar desafíos tecnológicos emergentes en su futuro profesional.

Por otro lado, la literatura reciente también ha enfatizado la importancia de desarrollar habilidades transversales junto con el conocimiento matemático. Como señala Morales et al., (2023), "los ingenieros informáticos deben dominar no solo las competencias técnicas, sino también habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución colaborativa de

problemas" (p. 89). Este enfoque integral es apoyado por Torres y Gutiérrez (2021), quienes argumentan que "la formación matemática debe integrarse con el desarrollo de competencias blandas para responder a las demandas del mercado laboral actual" (p. 210). En este sentido, la cultura matemática se convierte en un componente clave dentro de un modelo educativo más amplio que busca formar profesionales capaces de adaptarse a los rápidos cambios en el ámbito tecnológico.

Desarrollo

Materiales y métodos

La investigación se sustentó en el enfoque dialéctico-materialista como método rector, lo que permitió aplicar sus leyes, categorías y principios fundamentales. Se empleó un sistema de métodos de investigación de los niveles teórico, empírico y estadístico, cuya integración sistemática posibilitó un análisis con enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo).

Entre los métodos teóricos utilizados destacan:

El histórico-lógico, que facilitó el estudio de la evolución y tendencias del proceso de formación de la cultura matemática a escala internacional y nacional.

El análisis-síntesis, aplicado en el procesamiento de los referentes teóricos sobre el objeto de estudio.

La inducción-deducción, esencial para interpretar los resultados bibliométricos y establecer generalizaciones científicas.

A nivel empírico se aplicaron técnicas documentales para la recolección de información en bases de datos académicas, mientras que los métodos estadísticos permitieron el procesamiento cuantitativo de los indicadores bibliométricos. Esta triangulación metodológica garantizó rigor en la interpretación de datos y la obtención de conclusiones válidas.

El estudio bibliométrico tuvo un enfoque descriptivo y retrospectivo, se le aplicó a la producción científica sobre el proceso de formación de la cultura matemática, publicada en la base de datos: Google Scholar. Se toma como muestra las publicaciones en el período comprendido entre enero de 2014 y enero de 2024. La estrategia de búsqueda utilizada fue a través de la palabra clave: "formación de la cultura matemática".

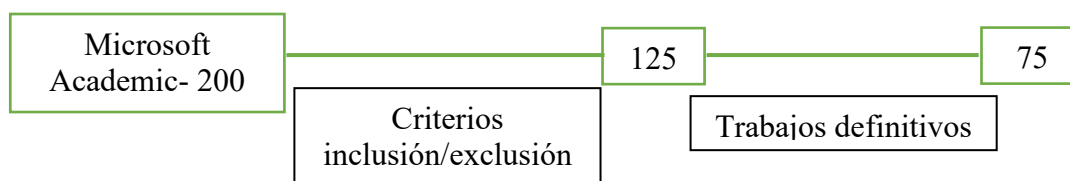
El proceso de selección de los trabajos científicos (Figura 1) se realizó mediante la aplicación rigurosa de criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de exclusión se consideraron: artículos con extensión menor a 5 páginas y casos de duplicidad documental. Los criterios de inclusión aplicados fueron: período de publicación (2014-2024) y relevancia de las revistas indexadas. Tras este filtrado sistemático, la muestra final quedó conformada por 75 trabajos científicos, predominando publicaciones en idiomas inglés y español.

Las publicaciones muestran los siguientes datos:

1. Nombre y apellidos de los autores.
2. Título.
3. Nombre de la revista.
4. Año de publicación.
5. Volumen.
6. Número.
7. Afiliación institucional de los autores.
8. Países de procedencia de los autores.
9. Descriptores con los que se indexó el artículo.

Figura 1.

Búsqueda y procesamiento de la información



Nota. Elaboración propia

El estudio consideró las siguientes variables estadísticas la cantidad de autores: (un autor, dos autores, tres autores, ≥ 4 autores); parámetros bibliométricos (general, tipo de estudio) y descriptores.

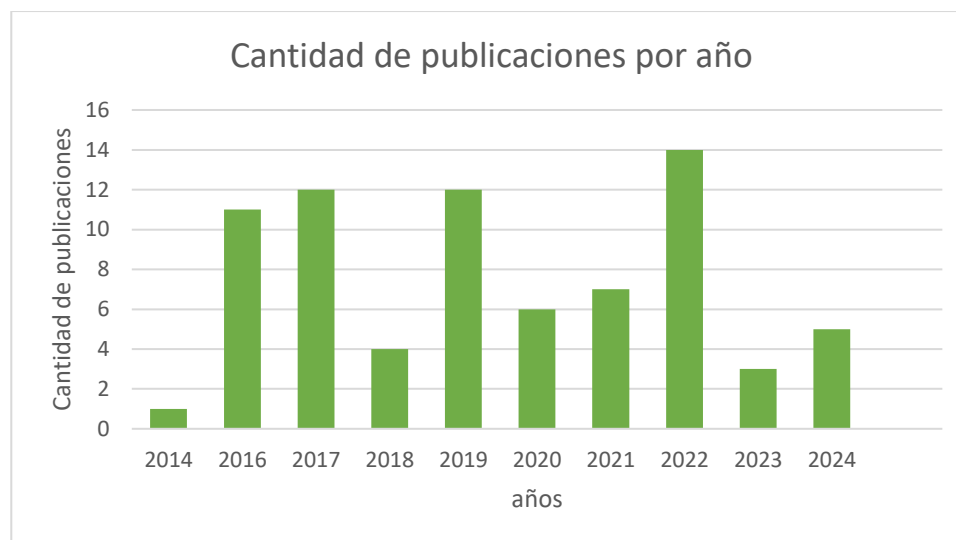
Para el análisis cuantitativo se emplearon herramientas que permitieron extraer tanto los artículos científicos como sus indicadores bibliométricos asociados para su posterior exportación a Microsoft Excel. Los análisis estadísticos se realizaron mediante este sistema integrado, utilizando como medidas de resumen principales el porcentaje y la media aritmética.

Resultados y discusión

En lo adelante, se realiza un análisis de la información obtenida teniendo en cuenta el número de publicaciones por año, país, universidades y revistas científicas. En el análisis de las publicaciones entre 2014 y 2024 que se muestra en el gráfico 1, se registró un artículo en 2014, destacando la escasa producción inicial. Se observaron aumentos graduales en 2016 (11 artículos) y 2017 (12 artículos), seguidos de un descenso en 2018 (4 artículos). En 2019 hubo un repunte (12 artículos), pero luego disminuyeron en 2020 (6 artículos) y 2021 (7 artículos). El año 2022 marcó un crecimiento (14 artículos), mientras que 2023 (3 artículos) y 2024 (5 artículos) cerraron el período con un decrecimiento.

Gráfico 1.

Comportamiento de publicaciones por año



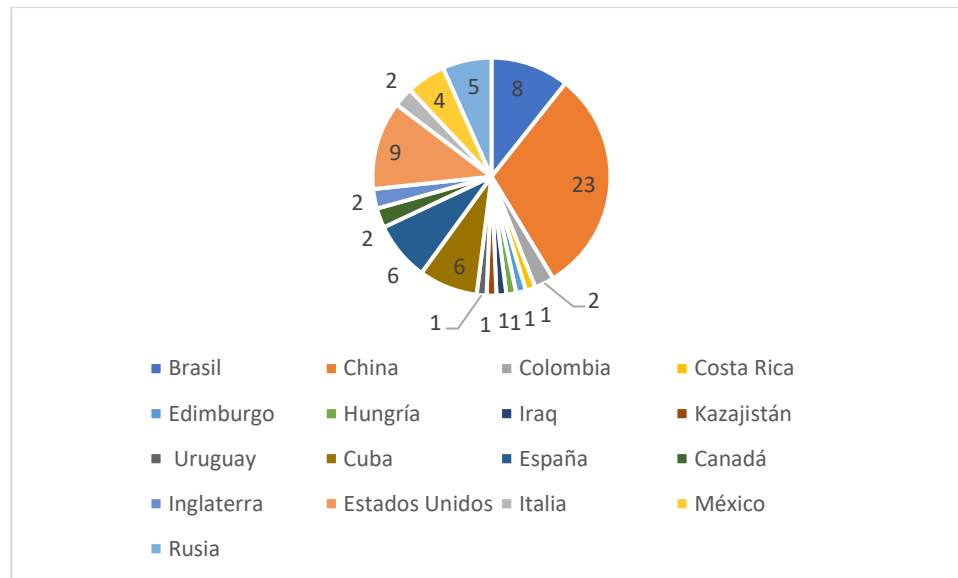
Nota. Elaboración propia.

Contribución por país

El gráfico 2 presenta los 17 países con mayor producción científica sobre formación de la cultura matemática en la última década, según la afiliación del primer autor. Los más destacados, en orden de representatividad, son: China, Estados Unidos, Brasil, España y Cuba.

Gráfico 2.

Contribuciones de publicaciones por países



Nota. Elaboración propia.

La tabla 1 presenta la distribución de países según su producción científica, desde los de mayor contribución hasta aquellos con menos aportaciones en el estudio.

Tabla 1.

Porcentaje de productividad por países.

Países	No. de artículos	Porcentaje
Brasil	8	10,66
China	23	30,67
Colombia	2	2,67
Costa Rica	1	1,33
Edimburgo	1	1,33
Hungría	1	1,33
Iraq	1	1,33
Kazajistán	1	1,33
Uruguay	1	1,33
Cuba	6	8
España	6	8
Canadá	2	2,67
Inglaterra	2	2,67
Estados Unidos	9	12
Italia	2	2,67
México	4	5,33

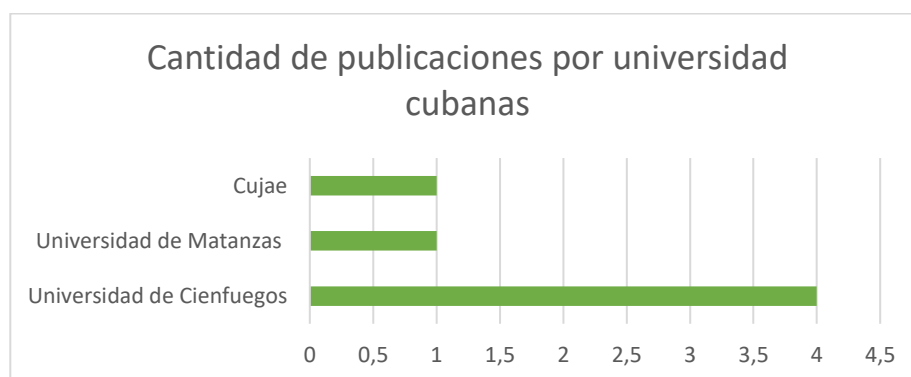
Rusia	5	6,67
-------	---	------

Nota. Elaboración propia.

Aunque su producción no es muy amplia, Cuba ha contribuido al desarrollo de la cultura matemática, con instituciones como la Universidad de Cienfuegos, la Universidad de las Ciencias Informáticas y la CUJAE. Como se observa en el gráfico 3, su productividad no es elevada, pero sí significativa dentro del contexto regional.

Gráfico 3.

Universidades cubanas donde se aplica la formación de la cultura matemática



Nota. Elaboración propia.

Tipología de publicación

Este indicador bibliométrico, el más básico y sencillo, refleja claramente la difusión de los resultados científicos, destacando 35 artículos en revistas (46.67 %), 9 capítulos de libros (12 %) y 7 contribuciones entre ponencias, repositorios institucionales, tesis y otros documentos (9.33 %), como se aprecia en el gráfico 4.

Gráfico 4.

Comportamiento de tipo de publicaciones

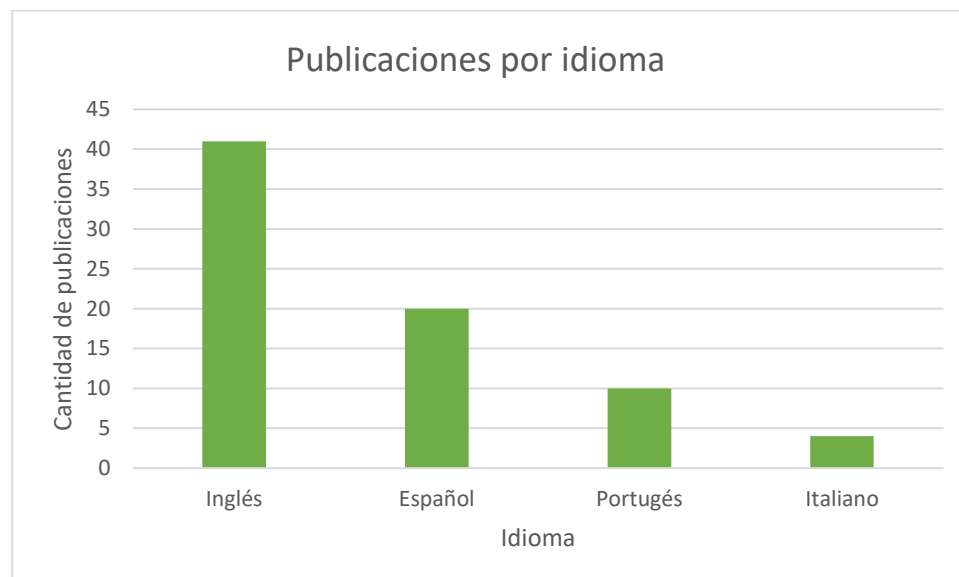


Nota. Elaboración propia.

Otro aspecto relevante es la distribución de artículos por idioma, donde destaca un mayor número de publicaciones en inglés, seguido del español, siendo la lengua inglesa la predominante en la producción científica sobre el tema estudiado, como se evidencia en el gráfico 5.

Gráfico 5.

Comportamiento de las publicaciones por idioma



Nota. Elaboración propia.

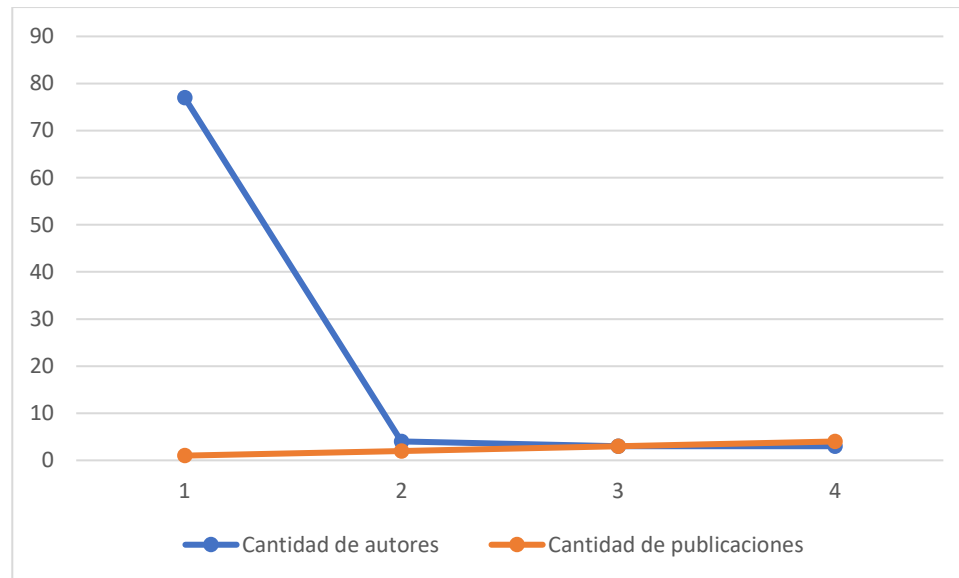
Los principales trabajos publicados se enfocan en la formación de la cultura matemática, abordando temas como: metodologías de enseñanza, evaluación del aprendizaje, desarrollo del razonamiento lógico en estudiantes, integración de tecnologías educativas, creación de recursos didácticos y su aplicación en distintas disciplinas científicas. En cada caso, se evidencian resultados favorables en el fortalecimiento de las competencias matemáticas en los diversos niveles educativos.

Productividad de autores

El análisis de productividad de autores, basado en el índice de Lotka y la distribución de publicaciones por niveles (pequeños, medianos y grandes productores), permitió determinar que, en el periodo estudiado, 77 autores publicaron un único artículo, clasificándose como pequeños productores; mientras que 14 autores produjeron entre 2 y 5 trabajos, identificándose como productores medianos. No se registraron autores con más de cinco publicaciones. Estos resultados se visualizan en el gráfico 6, donde se aprecia la predominancia de autores con baja productividad en el campo estudiado.

Gráfico 6.

Productividad de autores



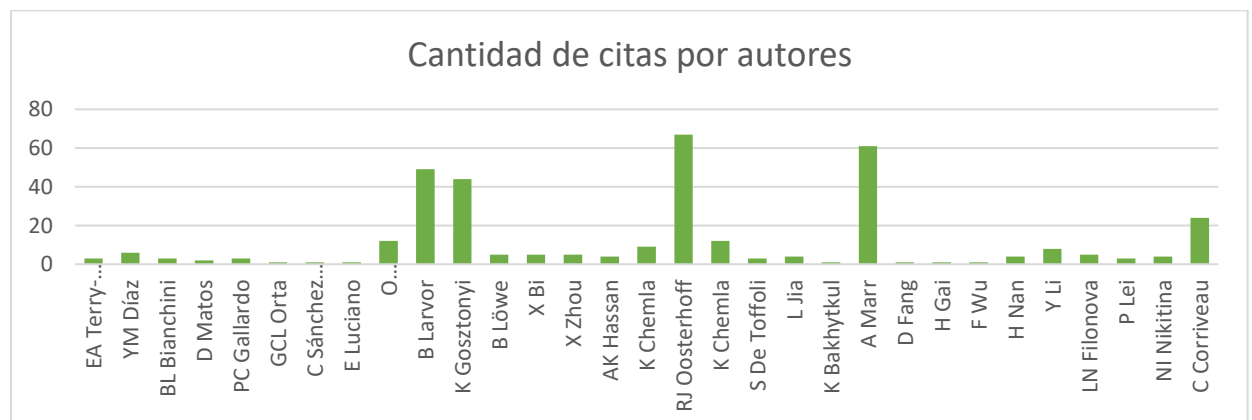
Nota. Elaboración propia.

Autores más citados

El gráfico 7 muestra los autores más citados según la temática estudiada, destacando a RJ Oosterhoff de Inglaterra con 67 citas, seguido por A Marr con 61 citas, evidenciando su relevancia en la producción académica del campo.

Gráfico 7.

Autores más citados en las publicaciones en los años de 2014-2024



Nota. Elaboración propia.

Colaboración científica en las publicaciones

La tabla 2 refleja la colaboración entre autores en la producción científica, resultado de la creciente profesionalización en la comunidad investigadora. Las coautorías más frecuentes corresponden a trabajos de tres autores (24 publicaciones) y dos autores (23 publicaciones), mostrando patrones claros de trabajo colaborativo.

Tabla 2.

Colaboración autoral

Firmas	Publicaciones	%
1	14	18,67
2	23	30,67
3	24	32
4	9	12
5	5	6,67

Nota. Elaboración propia.

El índice de coautoría, que refleja el grado de colaboración científica, se obtiene mediante la relación autores totales/publicaciones totales. Como se aprecia en la tabla 3, este indicador alcanza un valor de 1.6, resultado principalmente de las dinámicas colaborativas establecidas entre los investigadores del área.

Tabla 3.

Índice de coautoría (IC)

Índices de coautoría	Autores	Publicaciones	IC
De los trabajos	120	75	1.6

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones

El estudio bibliométrico reveló que 2017, 2019 y 2022 fueron los años más productivos, con autores destacados en el ámbito educativo.

La cultura matemática fortalece el razonamiento lógico y crítico, aplicándose en ingeniería, economía, tecnología y áreas creativas. Su desarrollo mejora competencias numéricas y forma ciudadanos capaces de resolver problemas complejos.

China lidera en publicaciones, predominando el inglés en la producción científica. En Latinoamérica, sobresalen universidades de Estados Unidos, Brasil, México y Colombia.

En el contexto cubano no proliferan las investigaciones referentes al tema, aunque es importante destacar los aportes realizados por los autores de la Universidad de Cienfuegos.

En síntesis, los hallazgos del estudio demuestran que la producción científica sobre la formación de la cultura matemática constituye un campo de investigación activo y contemporáneo, con contribuciones significativas provenientes de diversas instituciones a nivel internacional.

Referencias

- Artigue, M., Bosch, M., & Gascón, J. (2021). The role of mathematics in technological education: Challenges and opportunities. *Educational Studies in Mathematics*, 106(1), 85-98. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10001-5>
- Brown, T., Smith, J., & Taylor, R. (2020). Interdisciplinary approaches in STEM education. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 305-322. <https://doi.org/10.1002/jee.20325>
- Devlin, K. (2019). Mathematics education for the digital age. *Notices of the AMS*, 66(2), 110-115.
- García-Martínez, R., López-Sánchez, J., & Fernández-Rodríguez, M. (2023). Gamification and virtual learning environments in mathematics education. *Computers & Education*, 198, 140-155. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104725>

- Johnson, P., & Lee, S. (2022). Active learning environments in mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 42-58. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1978572>
- Martínez-García, A., Fernández-Plaza, J. A., & Ruiz-Hidalgo, J. F. (2023). Bridging the gap between mathematical theory and computer science practice. *Computers & Education*, 195, 230-245. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104689>
- Morales-Campos, D., Hernández-González, S., & Ramírez-Vargas, J. (2023). Transversal competencies in engineering education: A comprehensive approach. *European Journal of Engineering Education*, 48(2), 85-98. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2085432>
- Pérez-López, C., & Rodríguez-Castro, J. (2022). Digital tools for practical mathematics applications in computer science. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 60-75. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00350-8>
- Smith, R., Jones, M., & Williams, K. (2023). Digital tools in mathematics education. *Educational Technology Research and Development*, 71(1), 150-170. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10189-7>
- Thompson, D., & Chen, L. (2021). Practical applications of mathematics in computer science education. *ACM Transactions on Computing Education*, 21(4), 75-92. <https://doi.org/10.1145/3456789>
- Torres-Valencia, L., & Gutiérrez-Moreno, P. (2021). Integrating soft skills into technical education: A new paradigm. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 147(4), 205-218. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000487](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000487)
- Wilson, E., & Anderson, J. (2022). Bibliometric analysis in educational research. *Research in Higher Education*, 63(2), 185-205. <https://doi.org/10.1007/s11162-021-09654-3>