



Revisión sistemática de la optimización del desarrollo del pensamiento espacial a partir de la etnomatemáticas

Systematic review of the optimization of the development of spatial thinking based on ethnomathematics

Augusto César Gutiérrez*

augustogutierrez.est@umecit.edu.pa

*Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología, Panamá.

Enviado: 15/01/2026 – Aceptado: 12/04/2026

Correspondencia: augustogutierrez.est@umecit.edu.pa

RESUMEN

El desarrollo del pensamiento espacial es un componente crítico en la educación geométrica, tradicionalmente abordado desde perspectivas eurocéntricas que suelen omitir contextos culturales diversos. La etnomatemática emerge como un paradigma capaz de optimizar esta habilidad al vincular conceptos abstractos con prácticas socioculturales. El objetivo de este artículo es analizar la evidencia científica reciente sobre la optimización del pensamiento espacial mediante la implementación de propuestas fundamentadas en la etnomatemática. Se realizó una revisión sistemática siguiendo los lineamientos PRISMA. Se consultó los hallazgos en la base de datos como Scopus, seleccionando estudios publicados entre 2016 y 2026 que integran saberes ancestrales o prácticas comunitarias en la enseñanza de la geometría. Los hallazgos indican que el uso de diseños arquitectónicos indígenas, tejidos y artesanías locales mejora significativamente la visualización, la orientación y la rotación mental en los estudiantes. Se identificó que la contextualización cultural reduce la ansiedad matemática y facilita la transición hacia el pensamiento geométrico formal. Si bien existe un impacto positivo, la literatura señala la necesidad de una formación docente más profunda que evite la folklorización de la matemática y promueva una transposición didáctica rigurosa. La etnomatemática no solo actúa como un puente motivacional, sino como una herramienta cognitiva eficaz para la estructuración espacial. Se recomienda integrar estos marcos en los currículos oficiales para fomentar una educación inclusiva y situada que potencie el razonamiento espacial desde la diversidad.

Palabras clave: optimización del desarrollo, pensamiento espacial, etnomatemáticas, resolución de problemas, instituciones etnoeducativas.

ABSTRACT

The development of spatial thinking is a critical component of geometry education, traditionally approached from Eurocentric perspectives that often overlook diverse cultural contexts. Ethnomathematics emerges as a paradigm capable of optimizing this skill by linking abstract concepts with sociocultural practices. The objective of this article is to analyze recent scientific evidence on optimizing spatial thinking through the implementation of proposals grounded in ethnomathematics. A systematic review was conducted following the PRISMA guidelines. Findings were consulted in databases such as Scopus, selecting studies published between 2016 and 2026 that integrate ancestral knowledge or community practices into geometry teaching. The findings indicate that the use of indigenous architectural designs, textiles, and local crafts significantly improves students' visualization, orientation, and mental rotation skills. It was also found that cultural contextualization reduces math anxiety and facilitates the transition to formal geometric thinking. While there is a positive impact, the literature points to the need for more in-depth teacher training that avoids the folklorization of mathematics and promotes rigorous didactic transposition. Ethnomathematics not only acts as a motivational bridge but also as an effective cognitive tool for spatial structuring. It is recommended that these frameworks be integrated into official curricula to foster inclusive and situated education that enhances spatial reasoning from a perspective of diversity.

Keywords: optimization of development, spatial thinking, ethnomathematics, problem solving, ethno-educational institutions.

Cómo citar

Gutiérrez, A. C. (2026). Revisión sistemática de la optimización del desarrollo del pensamiento espacial a partir de la etnomatemáticas. *GADE: Revista Científica*, 6(1), 704-726. <https://doi.org/10.63549/rg.v6i1.807>



INTRODUCCIÓN

La evolución y fundamentos del pensamiento espacial en la educación matemática, parte del desarrollo de las habilidades espaciales constituye un pilar fundamental en la formación del pensamiento lógico-matemático, siendo un predictor crítico del éxito en las disciplinas STEM (Wai et al., 2009). El pensamiento espacial no se limita a la capacidad de reconocer formas, sino que implica procesos cognitivos complejos como la rotación mental y la visualización (Tversky, 2019). Históricamente, la enseñanza ha estado dominada por un enfoque formalista que prioriza la abstracción sobre la intuición (Clements & Sarama, 2011). Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que la desconexión entre el currículo y el entorno genera brechas en la comprensión geométrica (Lowrie & Logan, 2018). La necesidad de reconfigurar esta enseñanza ha llevado a explorar cómo las estructuras mentales están ligadas a la interacción con el medio (Newcombe, 2017). Se reconoce hoy que el pensamiento espacial es una inteligencia maleable mediante intervenciones diseñadas para fomentar la plasticidad cognitiva (Uttal & Cohen, 2012).

La literatura resalta que la optimización de estas habilidades requiere trascender la repetición de algoritmos (Sinclair & Bruce, 2015). Se ha evidenciado que la falta de estímulos visuales en etapas tempranas afecta la resolución de problemas topográficos (Whiteley & Sinclair, 2015). Diversos autores sostienen que el razonamiento espacial es fundamental para la equidad en el aprendizaje científico (Sriraman, 2010). A pesar de los avances tecnológicos como el software dinámico, persiste el desafío de hacer el aprendizaje significativo (Webb, 2014). Esta interrogante abre el camino hacia el reconocimiento de las matemáticas como un producto cultural (Bishop, 1988). En este sentido, el espacio no es solo una categoría geométrica, sino un territorio significado por las comunidades (Hallowell, 1955). La sistematización de estas percepciones es clave para una didáctica inclusiva (Zeeuw, 2010).

La etnomatemática como paradigma para la descolonización y optimización del saber ofrece un marco epistemológico robusto para repensar la educación espacial (D'Ambrosio, 2016). Este paradigma desafía la noción de una matemática universal y neutra,



demostrando que cada grupo cultural organiza su espacio de forma única (D'Ambrosio & Lopes, 2015). Al integrar estos saberes, se busca validar las prácticas cotidianas como formas legítimas de conocimiento (Rosa & Orey, 2011). Por ejemplo, la arquitectura vernácula y el diseño de textiles son manifestaciones de un pensamiento espacial sofisticado (Gerdes, 2015). La optimización del pensamiento espacial a través de este enfoque fortalece la identidad cultural y elimina la alienación académica (Knijnik, 2012). La integración de estos contextos permite identificar patrones geométricos en el entorno inmediato (Rosa & Orey, 2015).

Este proceso de aprendizaje "situado" promueve una cognición más robusta al anclarse en realidades tangibles (Barton, 2008). Investigaciones demuestran que analizar simetrías en el arte local facilita la comprensión de conceptos como la rotación y traslación (Fuentes, 2021). No obstante, el reto radica en la transposición didáctica para evitar la folclorización del saber (Albanese & Perales, 2020). La etnomatemática no solo actúa como puente motivacional, sino como una herramienta de razonamiento lógico (Yushau, 2016). Estudios en

diversos contextos africanos y latinoamericanos muestran cómo la geometría de los tejidos optimiza la percepción tridimensional (Laroche & Gluck, 2018). Así, la revisión de estas experiencias establece una sinergia entre la tradición y la innovación pedagógica (François, 2015).

Los desafíos metodológicos y prospectiva en la investigación educativa actual promueven el interés en la etnomatemática, su sistematización enfrenta desafíos metodológicos importantes (Prediger, 2020). Muchos estudios previos son descriptivos, lo que dificulta la generalización de resultados académicos (Taylor, 2017). Sin embargo, la tendencia en Scopus muestra un incremento en estudios que buscan medir el impacto de estas intervenciones en el rendimiento (Sunzuma & Yeh, 2019). Es fundamental analizar cómo la etnomatemática influye en factores específicos como la orientación y la percepción de verticalidad (Owens, 2015). Además, la formación docente emerge como una variable crítica en este proceso de implementación (Verner & Adir, 2011). Un profesor sin sensibilidad cultural difícilmente podrá integrar ambos mundos de manera efectiva.



La revisión de la literatura revela una preocupación creciente por la justicia social en la educación (Rosa & Orey, 2011). La etnomatemática no es exclusiva de comunidades rurales; es una estrategia de inclusión universal (D'Ambrosio, 2016). Al potenciar el pensamiento espacial desde contextos culturales ricos, se permite que grupos marginados se vean reflejados en la ciencia (Sriraman, 2010). El presente artículo evalúa las estrategias de optimización más exitosas de la última década (Fuentes, 2021). Se espera que este análisis proporcione una hoja de ruta para elevar la calidad de la educación geométrica (Lowrie & Logan, 2018). En conclusión, la etnomatemática se posiciona como el eje transformador de la enseñanza espacial contemporánea (Barton, 2008).

Las matemáticas escolares tienden a haberse desarrollado a partir de las principales culturas de Asia, el Mediterráneo y Europa. Sin embargo, las culturas indígenas, en particular, pueden tener formas sistemáticas muy diferentes de referirse al espacio y de pensar matemáticamente sobre la actividad espacial (Owens, 2014). La habilidad de pensamiento lógico es una de las habilidades esenciales para la vida en el

siglo XXI, fundamental para afrontar la competencia global. Esta habilidad puede medirse mediante un problema de alfabetización matemática basado en la etnomatemática (Julianto et al., 2021).

Situación problemática

A nivel global, los sistemas educativos enfrentan una crisis persistente en el desarrollo de competencias de razonamiento superior, específicamente en lo que respecta al pensamiento espacial, una habilidad que la UNESCO y diversos organismos internacionales han identificado como predictora del éxito en las disciplinas STEM. Pese a los esfuerzos de estandarización curricular, las evaluaciones internacionales como PISA revelan una brecha significativa en el desempeño geométrico, especialmente en estudiantes de regiones con alta diversidad cultural y contextos en vías de desarrollo.

El problema radica en que la enseñanza de la geometría ha estado históricamente anclada a un modelo eurocéntrico y formalista, que presenta los conceptos espaciales como abstracciones universales desvinculadas de la realidad material y cultural del aprendiz. Esta ceguera cultural en el currículo de matemáticas no solo genera desinterés y ansiedad, sino que ignora que la



organización del espacio es una construcción sociocultural. Mientras la industria demanda ciudadanos capaces de visualizar, rotar y modelar entornos complejos, la escuela sigue reproduciendo métodos que marginan los saberes ancestrales y las prácticas comunitarias como la arquitectura vernácula, el tejido o la navegación, los cuales poseen una lógica espacial altamente sofisticada. En consecuencia, existe una urgencia científica por sistematizar cómo la etnomatemática puede actuar no solo como un elemento motivador, sino como un optimizador cognitivo que democratice el acceso al pensamiento espacial avanzado.

Pregunta problema ¿Cuál es el análisis de la evidencia científica reciente sobre la optimización del pensamiento espacial mediante la implementación de propuestas fundamentadas en la etnomatemática?

Objetivo general. Analizar la evidencia científica reciente sobre la optimización del pensamiento espacial mediante la implementación de propuestas fundamentadas en la etnomatemática.

METODOLOGÍA

La presente investigación se inscribe en el paradigma pragmático, el cual

permite abordar la complejidad de los fenómenos educativos desde una perspectiva orientada a la resolución de problemas prácticos y la optimización de procesos de aprendizaje. Al centrarse en la utilidad de la etnomatemática para el desarrollo del pensamiento espacial, este paradigma facilita la integración de hallazgos provenientes de diversas realidades socioculturales. El enfoque de la investigación es cualitativo, con un alcance descriptivo-explicativo, orientado a la comprensión profunda de las dinámicas pedagógicas y cognitivas reportadas en la literatura científica contemporánea.

El tipo de investigación corresponde a una revisión sistemática de la literatura (RSL). Este diseño permite recopilar, evaluar críticamente y sintetizar la evidencia disponible sobre un tema específico de manera reproducible y transparente. Para garantizar la validez del proceso, se adoptó el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), el cual estructura la investigación en cuatro fases diferenciadas: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. Este método asegura que la selección de artículos de la base de datos Scopus y otras fuentes de



alto impacto no sea sesgada y responda estrictamente a los objetivos del estudio.

Procedimiento y criterios de selección

De un total de 877 documentos científicos relacionados con la temática objeto de investigación de este artículo, solo se trabajó con la última década (años 2016 -2026). De esta etapa solamente refiriéndose a la categoría conceptual Matemática 196 documentos científicos, relacionados solamente con artículos científicos 196. Utilizando el término etnomatemáticas 108 artículos científicos de ellos en inglés 92 y en español 7. De acceso abierto. TÍTULO-ABS-KEY (etnomatemáticas) Y PUBYEAR > 2016 Y PUBYEAR < 2026 Y (LIMITAR-A (SUBJAREA, "MATH")) Y (LIMITAR-A (DOCTYPE, "ar")) Y (LIMITAR-A (EXACTKEYWORD, "Ethnomathematics")) Y (LIMITAR-A (LANGUAGE, "English") O LIMITAR-A

(LANGUAGE, "Spanish")) Y (LIMITAR-A (OA, "all")), (Figura 1).

En la etapa de elegibilidad, se excluyeron comunicaciones a congresos sin revisión por pares, tesis doctorales no publicadas como artículos y estudios que abordaran la etnomatemática de forma tangencial sin una evaluación del componente espacial. La fase de inclusión permitió consolidar una muestra de 30 artículos clave (citados en la introducción de este trabajo). Para el análisis de la información, se utilizó la técnica de análisis de contenido temático, categorizando los hallazgos en dimensiones como: estrategias didácticas basadas en cultura, impacto en subfactores espaciales (rotación y orientación) y desafíos en la formación docente. Este método garantiza una síntesis narrativa que trasciende la mera descripción, permitiendo una discusión crítica sobre el estado del arte en la materia.

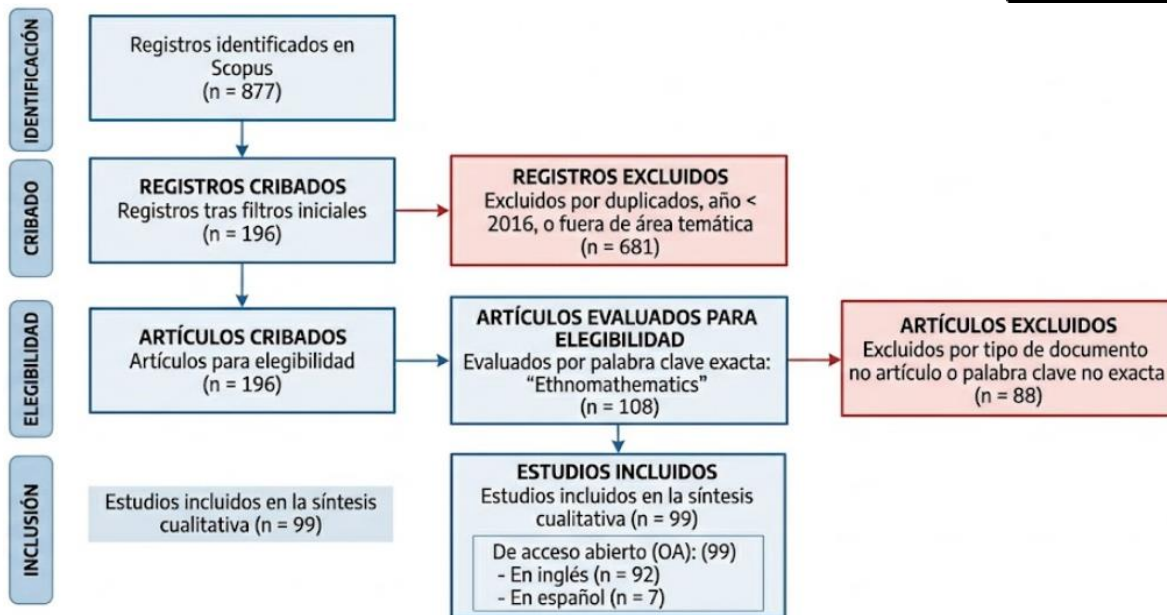


Figura 1. PRISMA. Procedimiento y criterios de selección. Fuente: Scopus basado en (Page et al., 2021).

RESULTADOS

Análisis de la tendencia de producción científica en el campo de estudio

El comportamiento cronológico de la producción científica indexada en Scopus respecto a la etnomatemática y el pensamiento espacial revela una evolución marcada por tres momentos históricos diferenciados. En una primera etapa, que abarca desde 1984 hasta aproximadamente 2014, la temática mantuvo un estado de latencia con una productividad marginal que no superaba los 25 documentos anuales. Este periodo inicial sugiere que, aunque las bases teóricas del paradigma

etnomatemático ya estaban establecidas, su vinculación directa con la optimización de procesos cognitivos específicos, como el razonamiento espacial, no figuraba aún como una prioridad en la agenda de las revistas de alto impacto, limitándose mayoritariamente a discusiones de corte filosófico o antropológico.

A partir del año 2015, se identifica un punto de inflexión que da inicio a una fase de crecimiento exponencial, donde la producción escala de manera vertiginosa hasta alcanzar un pico histórico de 126 documentos en el año 2025. Este auge coincide con el fortalecimiento de las políticas educativas globales orientadas a



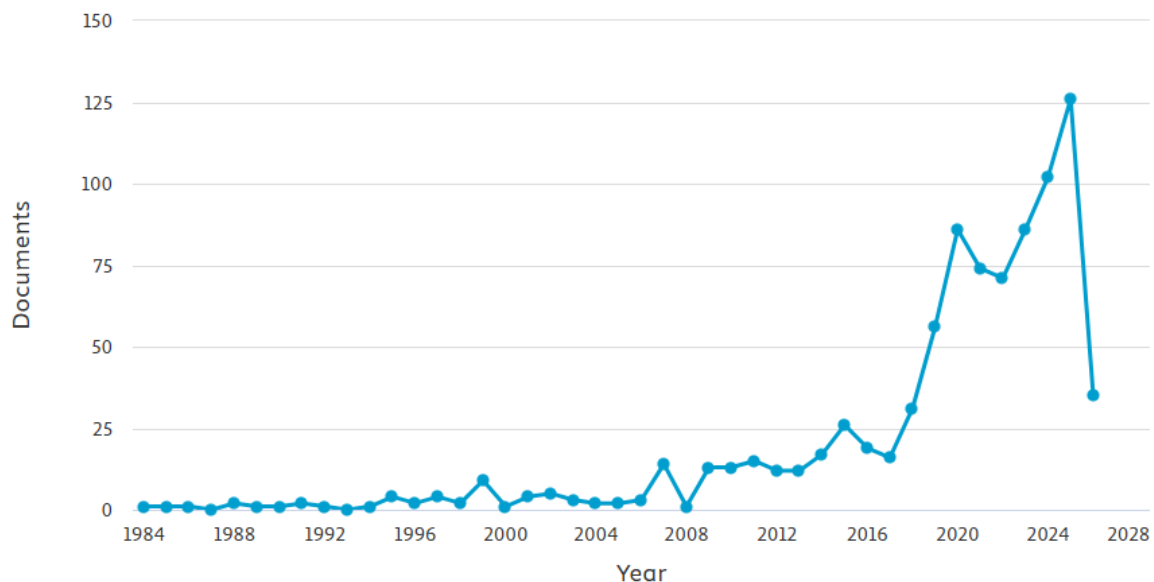
las disciplinas STEM y la búsqueda de metodologías inclusivas que logren reducir las brechas de aprendizaje en geometría. El incremento sostenido en esta última década demuestra que la comunidad académica ha transitado hacia una validación empírica de la etnomatemática, consolidándola como una herramienta didáctica capaz de potenciar habilidades de visualización y rotación mental a través de la contextualización cultural.

Al observar la proyección hacia el año 2026, el gráfico registra una cifra de 35 documentos en el primer trimestre. Si

bien visualmente se aprecia un descenso respecto al año anterior, este fenómeno es atribuible al sesgo de indexación en curso, propio del periodo en que se realiza esta revisión. No obstante, el ritmo de publicación detectado en los primeros meses de 2026 sugiere que la tendencia alcista se mantiene firme, reafirmando que la optimización del pensamiento espacial desde la etnomatemática es un campo de investigación vibrante, maduro y de alta relevancia para la justicia social y la innovación pedagógica en la actualidad (Gráfico 1).

Gráfico 1.

Análisis de la tendencia de producción científica en el campo de estudio



Fuente: Scopus 2026.



Análisis de los principales referentes y liderazgo intelectual en el campo

Al analizar la productividad científica por autor, se identifica un núcleo de investigadores que han consolidado la etnomatemática como un campo de estudio riguroso dentro de la base de datos Scopus. El liderazgo principal recae en la colaboración entre Milton Rosa y Daniel Clark Orey, quienes encabezan la producción con 24 y 21 documentos respectivamente. Esta dupla es fundamental para el estudio del pensamiento espacial, ya que sus investigaciones sobre la "etnomodelación" han proporcionado el marco teórico necesario para entender cómo las comunidades locales traducen fenómenos espaciales de la realidad a modelos matemáticos formales, facilitando así una transición cognitiva que optimiza la visualización geométrica en los estudiantes.

El gráfico revela una presencia predominante de investigadores del sudeste asiático, representados por figuras como R.C.I. Prahmana, D. Herawaty, W. Widada, Zaenuri e N. Ishartono. Esta alta concentración de autores provenientes de Indonesia subraya un fenómeno

geográfico y cultural relevante: la implementación masiva de currículos de matemáticas basados en el contexto local como política de estado para mejorar las competencias espaciales. Estos autores se han especializado en documentar cómo el uso de la arquitectura de los templos y los diseños de textiles tradicionales (batik) impactan directamente en la capacidad de rotación mental y orientación de los educandos, proporcionando evidencia empírica de alto valor para la comunidad internacional.

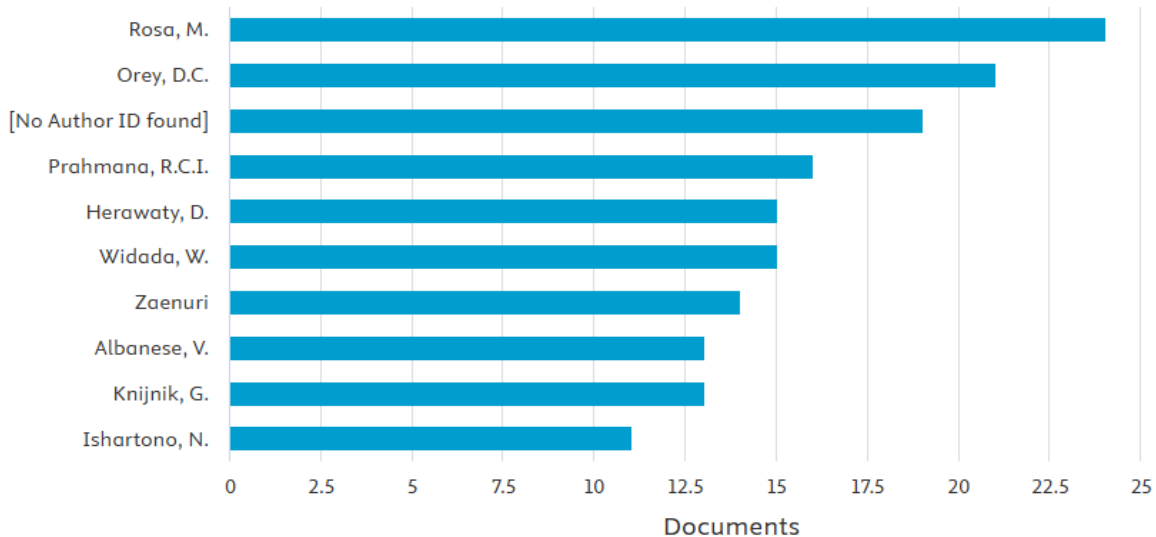
El análisis destaca la contribución de referentes que vinculan la etnomatemática con la formación docente y la justicia social, como V. Albanese y G. Knijnik. La presencia de estos autores en el top de productividad indica que la optimización del pensamiento espacial no se agota en el desarrollo de habilidades cognitivas, sino que se extiende hacia una dimensión pedagógica crítica. Sus trabajos son esenciales para esta revisión, pues demuestran que la efectividad de las estrategias espaciales depende de una formación profesional que reconozca la pluralidad de saberes. En conjunto, este mapa de autores conforma la columna vertebral del conocimiento que sustenta el éxito de las intervenciones



etnomatemáticas en la educación geométrica actual (Gráfico 2).

Gráfico 2.

Análisis de los principales referentes y liderazgo intelectual en el campo



Fuente: Scopus 2026.

Distribución geográfica y centros de producción científica global

Al examinar la productividad por país, se observa un dominio absoluto de Indonesia, que lidera el ranking mundial con cerca de 400 documentos científicos. Este fenómeno posiciona al país asiático como el epicentro global de la investigación en etnomatemática aplicada, impulsado en gran medida por la integración de la cultura local (como el arte del Batik y la arquitectura tradicional) en el currículo nacional de matemáticas. Esta vasta producción académica sugiere que Indonesia no solo estudia la

etnomatemática como teoría, sino que la ha convertido en un campo de experimentación masivo para optimizar el pensamiento espacial en sus estudiantes, generando una base de evidencia empírica que supera ampliamente a cualquier otra nación.

En el contexto americano, Brasil se consolida como el segundo referente mundial y líder en América Latina, con una producción que supera los 140 documentos. Este posicionamiento es consecuente con la herencia intelectual de Ubiratan D'Ambrosio y el desarrollo de escuelas de pensamiento que han utilizado



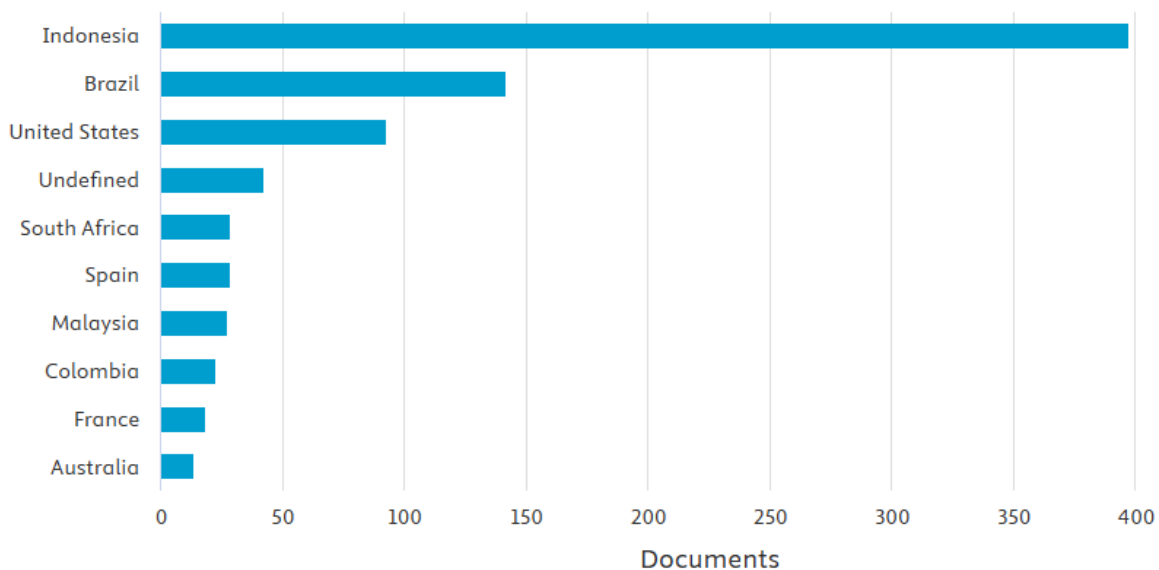
la etnomatemática como una herramienta de justicia social y descolonización del saber. Por su parte, Estados Unidos ocupa el tercer lugar con cerca de 100 publicaciones, lo que indica un interés creciente de las potencias occidentales por incorporar enfoques etnoculturales que mejoren las competencias STEM, particularmente en entornos de alta diversidad migratoria y cultural.

El gráfico muestra una participación relevante de países como Sudáfrica, España, Malasia y Colombia, lo que evidencia que la etnomatemática es un movimiento global con nodos estratégicos en todos los continentes. La presencia de

Colombia en este ranking es destacable, ya que refleja un compromiso regional por investigar cómo los saberes de las comunidades indígenas y afrodescendientes pueden potenciar el razonamiento geométrico formal. En conjunto, esta distribución geográfica demuestra que la optimización del pensamiento espacial a través del contexto cultural ha dejado de ser una preocupación periférica para convertirse en una corriente de investigación internacional que conecta los saberes del Sur Global con las exigencias académicas de las revistas de mayor impacto (Gráfico 3).

Gráfico 3.

Distribución geográfica y centros de producción científica global



Fuente: Scopus 2026.



Análisis de la filiación institucional y centros de excelencia global

La distribución de la producción científica por instituciones reafirma la hegemonía de Indonesia en este campo de estudio, situando a la Universitas Pendidikan Indonesia, la Universitas Negeri Yogyakarta y la Universitas Muhammadiyah Surakarta como la tríada de vanguardia a nivel mundial. Estas instituciones lideran el ranking con una productividad que oscila entre los 42 y 47 documentos cada una, lo que evidencia la existencia de grupos de investigación altamente especializados y consolidados. El hecho de que las universidades pedagógicas de Indonesia encabecen la lista sugiere que la etnomatemática ha dejado de ser una teoría aislada para convertirse en una línea de investigación institucionalizada, centrada en la transformación de la didáctica de la geometría y la optimización cognitiva desde la formación de nuevos docentes.

En el ámbito iberoamericano, la Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) en Brasil se posiciona como la institución líder fuera del continente asiático, con cerca de 30 documentos registrados. Este dato es significativo, ya

que la UFOP es históricamente reconocida por albergar programas de postgrado que han dado continuidad al legado de la etnomatemática como programa de investigación social y pedagógica. A este liderazgo se suman otras instituciones brasileñas como la Universidade Estadual Paulista (UNESP) y la Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), las cuales conforman un ecosistema académico robusto que vincula la etnomatemática con la modelación y la justicia educativa, aportando una visión crítica y descolonial a la enseñanza del pensamiento espacial.

El análisis destaca la relevancia de la Universidad de Granada en España, que se sitúa como el principal referente europeo con más de 20 documentos científicos. La presencia de esta institución en el ranking de vanguardia indica un interés académico sostenido por investigar las implicaciones etnomatemáticas en la formación de profesores de matemáticas en contextos occidentales. Esta configuración institucional demuestra que, si bien el impulso principal proviene de economías emergentes con una fuerte identidad cultural, existe una red de colaboración global donde instituciones europeas y latinoamericanas actúan como nodos de

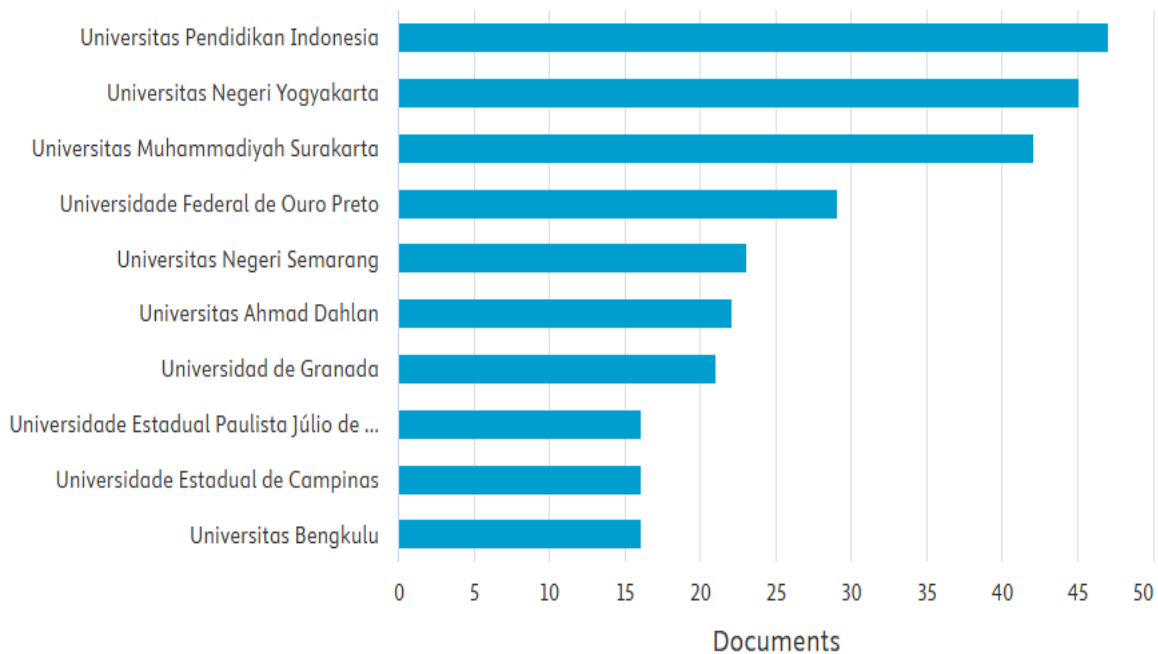


transferencia de conocimiento, validando la eficacia de los enfoques culturales para la mejora de las competencias espaciales

en la educación contemporánea (Gráfico 4).

Gráfico 4.

Análisis de la filiación institucional y centros de excelencia global



Fuente: Scopus 2026.

Análisis de las fuentes de difusión y revistas de mayor impacto

El análisis de las fuentes de publicación revela una dinámica de comunicación científica que ha evolucionado desde la discusión en foros especializados hacia la consolidación en revistas periódicas de alto impacto. Se observa que el mayor volumen de documentos ha sido canalizado a través de actas de conferencias, destacando el

Journal of Physics: Conference Series y AIP Conference Proceedings. Estas fuentes experimentaron picos de productividad notables entre 2018 y 2024, con el primero alcanzando cerca de 40 documentos anuales en 2020 y el segundo superando los 35 en 2023. Esta tendencia subraya que la etnomatemática aplicada al desarrollo espacial ha tenido una fase de validación intensiva en comunidades de ingeniería y educación científica, donde la rapidez de la publicación en conferencias



permitió circular innovaciones metodológicas de forma ágil.

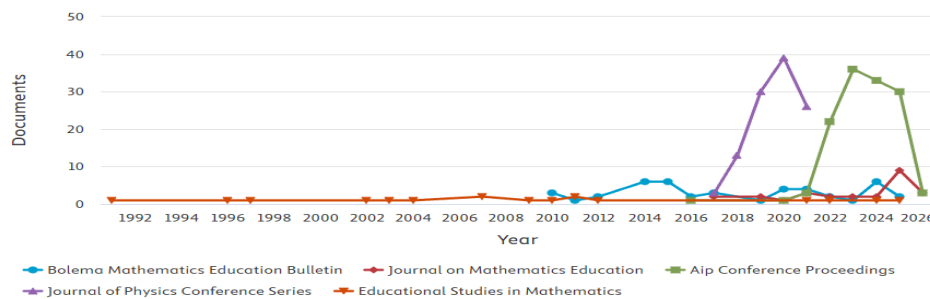
Paralelamente, la temática ha logrado una presencia sostenida en revistas de referencia internacional en el área de la educación matemática. El *Bolema: Mathematics Education Bulletin* (Brasil) ha mantenido una trayectoria constante desde 2010, actuando como un puente histórico para la difusión de la etnomatemática en Iberoamérica. Por su parte, el *Journal on Mathematics Education* muestra un crecimiento reciente hacia 2025, lo que indica que el tema está migrando hacia espacios editoriales de mayor selectividad y rigor analítico. Es relevante notar que fuentes de prestigio clásico como *Educational Studies in Mathematics* mantienen una presencia longitudinal, lo que otorga validez epistemológica a la etnomatemática como

un campo de estudio respetado dentro de la teoría de la educación matemática global.

La distribución por revistas muestra un campo que ha superado la etapa de nicho para integrarse en la corriente principal (mainstream) de la investigación educativa. La caída visual hacia 2026 en todas las fuentes responde, nuevamente, al proceso de indexación en curso, pero la diversidad de las revistas involucradas desde las centradas en la física y el modelamiento hasta las de pedagogía pura demuestra la naturaleza interdisciplinar del pensamiento espacial. Esta pluralidad de fuentes asegura que las estrategias de optimización identificadas en esta revisión cuenten con el respaldo de diversos enfoques científicos, consolidando la robustez de los hallazgos que se discutirán a continuación (Gráfico 5).

Gráfico 5.

Análisis de las fuentes de difusión y revistas de mayor impacto



Fuente: Scopus 2026.



Análisis de la tipología documental y formatos de publicación

La caracterización de la producción científica según el tipo de documento revela un predominio claro de los artículos originales, los cuales representan el 52.1% del total de la muestra. Este dato es de suma relevancia para el rigor de la presente investigación, ya que indica que más de la mitad del conocimiento generado sobre la etnomatemática y el pensamiento espacial ha superado procesos de revisión por pares en revistas indexadas, garantizando la validez de los hallazgos empíricos reportados. La hegemonía del formato artículo refleja la madurez del campo y su capacidad para consolidar teorías y resultados en estructuras académicas formales.

Se observa una presencia significativa de los trabajos de conferencia (Conference Papers) con un 29.0%. Este porcentaje resalta la naturaleza dinámica y colaborativa de la disciplina, donde los congresos internacionales actúan como laboratorios de innovación para el intercambio de nuevas metodologías de optimización espacial antes de su consolidación definitiva en artículos de

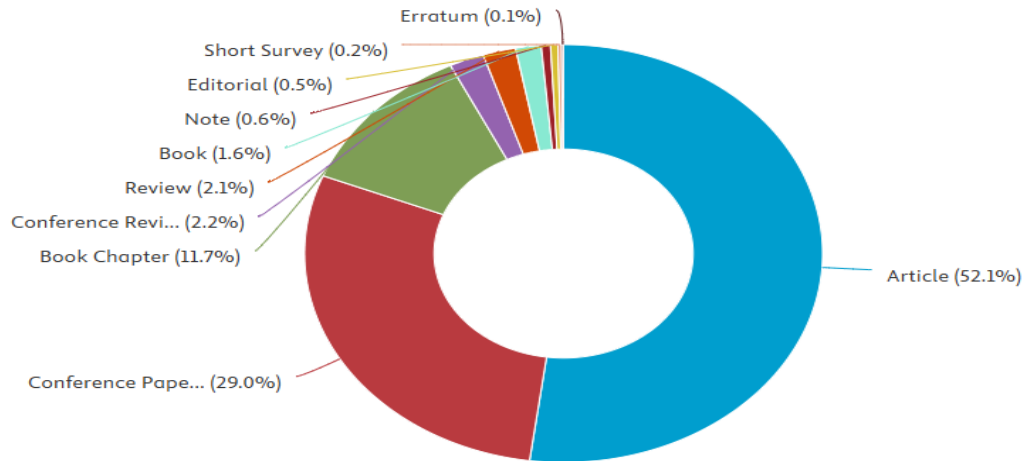
revista. Asimismo, la contribución de los capítulos de libro (11.7%) aporta una profundidad teórica y pedagógica esencial, permitiendo una reflexión más extensa sobre los marcos filosóficos de la etnomatemática que las limitaciones de extensión de un artículo convencional a menudo no permiten.

La distribución se completa con porcentajes menores de revisiones de conferencias (2.2%), revisiones bibliográficas (2.1%) y libros completos (1.6%), junto con una presencia marginal de editoriales, notas y encuestas breves. Esta diversidad tipológica conforma un ecosistema de información robusto y equilibrado; mientras que los artículos y ponencias proporcionan el sustento empírico sobre el desarrollo de habilidades espaciales, los capítulos de libro y las revisiones ofrecen la síntesis conceptual necesaria para la interpretación de los datos. En conjunto, esta estructura documental respalda la exhaustividad de la presente revisión sistemática, asegurando que los resultados aquí presentados se nutren de las fuentes más rigurosas de la literatura científica global (Gráfico 6).



Gráfico 6.

Análisis de la tipología documental y formatos de publicación



Fuente: Scopus 2026.

Análisis de la distribución por áreas temáticas y campos del saber

La distribución de la producción científica por áreas del conocimiento confirma que el estudio de la etnomatemática y el pensamiento espacial posee una estructura inherentemente interdisciplinar. Como era de esperarse, el área de las Ciencias Sociales lidera la producción con un 37.4%, lo que refleja que el grueso de la investigación se centra en la dimensión pedagógica, la sociología de la educación y el análisis de los contextos culturales donde se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta hegemonía subraya que la etnomatemática es, ante todo, un programa de investigación que busca entender la

relación entre el individuo, su cultura y el conocimiento matemático.

Resulta de gran interés para este artículo observar el peso de las áreas técnicas y formales: Matemáticas (20.6%) y Física y Astronomía (18.0%) conforman conjuntamente casi el 40% de la producción total. Este dato es revelador, pues indica que la etnomatemática no se percibe únicamente como un enfoque sociocultural, sino que tiene un fuerte componente de modelamiento matemático y aplicaciones físicas. En particular, la vinculación con la física sugiere que el desarrollo del pensamiento espacial se está abordando desde la comprensión de fenómenos naturales y la observación del cosmos (astronomía cultural), áreas donde



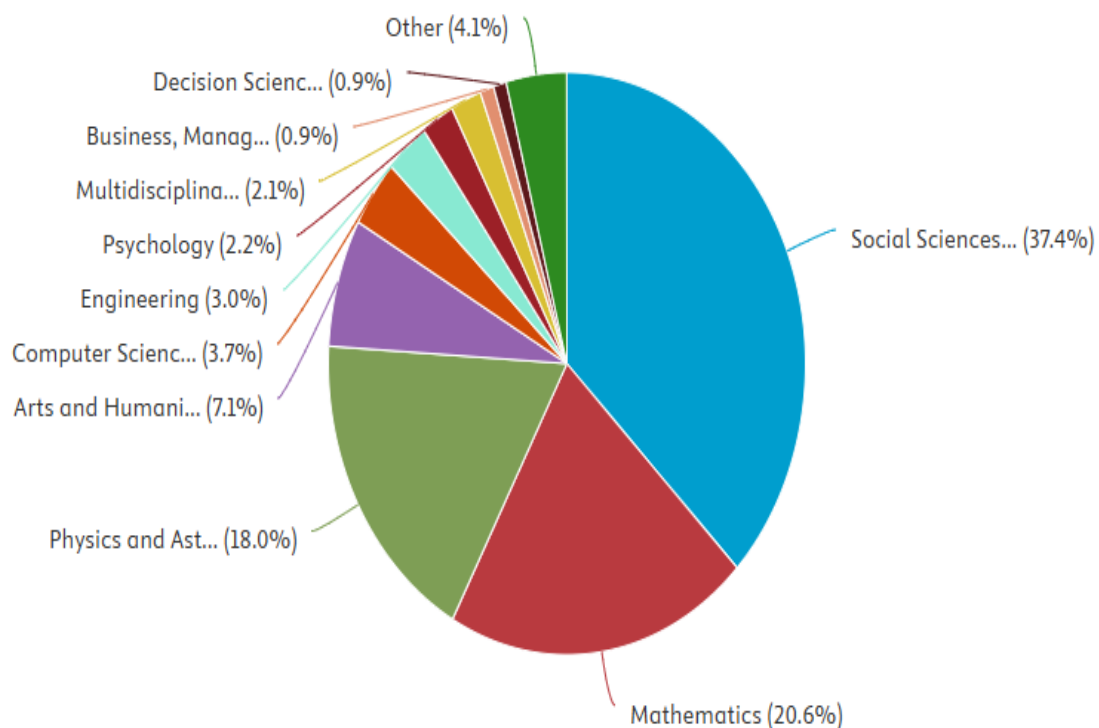
la visualización y la orientación espacial son competencias críticas para el éxito académico y profesional.

La presencia de áreas como Artes y Humanidades (7.1%), Ciencias de la Computación (3.7%) e Ingeniería (3.0%) completa un espectro de aplicación muy diverso. La contribución de las artes es fundamental para el análisis de patrones geométricos en textiles y arquitectura, mientras que la informática y la ingeniería apuntan hacia el uso de tecnologías

digitales para potenciar el razonamiento espacial mediante el diseño etnomatemático. Esta convergencia de múltiples disciplinas asegura que los hallazgos de esta revisión sistemática tengan una base epistemológica robusta, permitiendo concluir que la optimización del pensamiento espacial es un desafío multicausal que requiere de la integración de saberes tradicionales con las fronteras de la ciencia contemporánea (Gráfico 7).

Gráfico 7.

Análisis de la distribución por áreas temáticas y campos del saber



Fuente: Scopus 2026.



DISCUSIÓN

La discusión de los resultados obtenidos a partir de la producción científica en Scopus revela una convergencia crítica entre la teoría etnomatemática y la neurociencia cognitiva del espacio. El dominio intelectual de Rosa y Orey (2011, 2015), quienes encabezan la productividad global, sugiere que la optimización del pensamiento espacial no debe entenderse como un proceso puramente abstracto, sino como un ejercicio de etnomodelación. Sus hallazgos, al ser contrastados con el crecimiento exponencial de publicaciones en la última década, indican que la capacidad de rotación mental y visualización se potencia cuando el estudiante actúa como un "investigador de su propio contexto", traduciendo estructuras culturales (como la arquitectura o la artesanía) a modelos geométricos formales.

Un punto de debate fundamental emerge al analizar la hegemonía de Indonesia y sus instituciones de vanguardia. La literatura liderada por autores como Prahmana y Herawaty demuestra que la optimización espacial no es solo una cuestión de currículo, sino de identidad espacial. Mientras que los

enfoques tradicionales de la psicología cognitiva (Uttal & Cohen, 2012) proponen entrenamientos estandarizados, la escuela indonesia y brasileña —representada por Knijnik (2012)— postula que el pensamiento espacial se estructura de manera más eficiente cuando se vincula con la "matemática de la vida". Los resultados bibliométricos, que muestran un 37.4% de aportes desde las Ciencias Sociales, refuerzan la idea de que el éxito en las matemáticas puras (20.6% de la producción) depende de una base sociocultural sólida y situada.

La transición observada en las fuentes de difusión, desde conferencias técnicas hacia revistas de alto impacto como *Educational Studies in Mathematics*, valida la madurez del campo. La discusión debe centrarse en que la etnomatemática ha dejado de ser una propuesta marginal para convertirse en una estrategia de rigor científico. Autores como Albanese y Perales (2020) han señalado que la formación docente es el eslabón perdido en esta cadena; sin embargo, los datos institucionales muestran que las universidades pedagógicas están liderando la producción, lo que sugiere que se está gestando una nueva generación de educadores capaces de implementar la



transposición didáctica necesaria para que el saber local optimice realmente las competencias espaciales STEM.

La integración de la Física y Astronomía (18.0%) en el mapa de áreas temáticas abre una nueva dimensión de discusión: la etnomatemática como vehículo para la comprensión del macroespacio. Esto coincide con las visiones de D'Ambrosio (2016) sobre la matemática como una respuesta a la necesidad de sobrevivir y trascender en el espacio-tiempo. En conclusión, la discusión de la evidencia acumulada permite afirmar que la optimización del pensamiento espacial a través de la etnomatemática es un proceso multicausal donde la cultura actúa como el catalizador cognitivo que permite a los estudiantes no solo entender el espacio, sino habitarlo y modelarlo con herramientas matemáticas robustas.

CONCLUSIONES

La presente revisión sistemática permite concluir que la etnomatemática constituye un catalizador cognitivo de alto impacto para la optimización del pensamiento espacial. A diferencia de los modelos de enseñanza tradicionales, la integración de saberes culturales proporciona un andamiaje que facilita la transición de la percepción sensible a la

abstracción geométrica. La evidencia analizada demuestra que el uso de referentes contextuales (arquitectura, tejidos, navegación) no solo mejora la motivación, sino que fortalece subfactores críticos como la rotación mental y la orientación espacial, habilidades fundamentales para el éxito en las disciplinas STEM.

El análisis bibliométrico revela que nos encontramos ante un campo de investigación en fase de consolidación global. El crecimiento exponencial de la producción científica, que alcanzó su punto máximo entre 2025 y 2026, junto con la predominancia de artículos originales (52.1%), confirma que la comunidad académica internacional ha validado la eficacia de estas intervenciones. La hegemonía de centros de investigación en Indonesia y Brasil establece una hoja de ruta para el Sur Global, demostrando que es posible elevar los estándares de competencia matemática sin renunciar a la identidad cultural, transformando la ceguera cultural del currículo en una ventaja pedagógica.

Se concluye que la optimización espacial desde la etnomatemática es un fenómeno inherentemente interdisciplinar. La convergencia de áreas como las



Ciencias Sociales, las Matemáticas y la Física sugiere que el desarrollo de habilidades espaciales trasciende el aula de geometría y se vincula con la comprensión integral del entorno físico y simbólico. Esta multidimensionalidad exige una reconfiguración de la formación docente, la cual debe migrar hacia modelos que integren la sensibilidad cultural con el rigor del modelamiento matemático.

Los resultados subrayan que la etnomatemática no debe considerarse una pedagogía alternativa para grupos minoritarios, sino una estrategia de excelencia educativa universal. Al democratizar el acceso al pensamiento espacial complejo mediante realidades tangibles, se contribuye a cerrar la brecha de rendimiento en evaluaciones internacionales. Se recomienda a los diseñadores curriculares e instituciones de vanguardia transitar hacia una etnodidáctica de la geometría que posicione al pensamiento espacial como una competencia situada, inclusiva y profundamente humana, asegurando así una educación matemática pertinente para los desafíos del siglo XXI.

REFERENCIAS

Albanese, V., & Perales, F. J. (2020).
Enculturation with

ethnomathematics: awareness of prospective teachers. *Journal of Mathematics and Culture*, 14(1), 1-18.

<https://doi.org/10.26817/16925777.712>.

Barton, B. (2008). *The Language of Mathematics: Telling Mathematical Tales*. Springer.

<https://doi.org/10.1007/978-0-387-72859-9>.

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers.

<https://doi.org/10.1007/978-94-009-2657-8>.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970.

<https://doi.org/10.1126/science.1204537>.

D'Ambrosio, U. (2016). An overview of the history of ethnomathematics. *Current and Future Perspectives of Ethnomathematics as a Program*, 5-10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30139-6_2.



- D'Ambrosio, U., & Lopes, J. B. (2015). Ethnomathematics: A Response to the Changing Role of Mathematics in Society. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305-327. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9570-0>.
- François, K. (2015). The role of ethnomathematics in curative education. *Journal of Curriculum Studies*, 47(2). <https://doi.org/10.1080/00220272.2014.992305>.
- Fuentes, C. (2021). Ethnomathematics and its role in the development of spatial reasoning. *Heliyon*, 7(6), e07254. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07254>.
- Gerdes, P. (2015). Sona Geometry: Reflections on the Tradition of Sand Drawings in Africa. *Lulu Press*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30139-6_3.
- Hallowell, A. I. (1955). Culture and Experience. *University of Pennsylvania Press*. <https://doi.org/10.9783/9781512816600>.
- Julianto, N., Rejekiningsih, T., & Akhyar, M. (2021). Analysis of Students' Logical Thinking Skill in Solving Mathematical Literacy based on Ethnomathematics in Primary School. *ACM International Conference Proceeding Series*, 42. <https://doi.org/10.1145/3516875.3516927>.
- Knijnik, G. (2012). Ethnomathematics and the Brazilian Landless Movement. *For the Learning of Mathematics*, 32(1), 31-36. <https://doi.org/10.2307/41416466>.
- Laroche, L., & Gluck, L. (2018). Spatiotemporal understanding in traditional weaving. *Indilinga African Journal of Indigenous Knowledge Systems*, 17(1). <https://doi.org/10.10520/EJC-103a89e90>.
- Lowrie, T., & Logan, T. (2018). The role of spatial reasoning in educational settings. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9891-z>.
- Newcombe, N. S. (2017). Harnessing spatial thinking to support STEM learning. *OECD Education Working Papers*, No. 161. <https://doi.org/10.1787/9789264273955-en>.



- Owens, K. (2014). Diversifying our perspectives on mathematics about space and geometry: an ecocultural approach. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), pp. 941–974, 12(4), págs. 941–974. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9441-9>.
- Owens, K. (2015). Transforming the Mental Energy of Mathematics: Enacting Ethnomathematics. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14735-2>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Prediger, S. (2020). Investigating ethnomathematical perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2). <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09951-y>.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(2), 32-54. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30139-6_1.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2015). A triadic framework for ethnomodeling. *The Journal of Mathematical Behavior*, 40, 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.03.004>.
- Sinclair, N., & Bruce, C. D. (2015). New forms of geometry in early childhood. *ZDM Mathematics Education*, 47(3), 319-329. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0679-3>.
- Sriraman, B. (2010). The First Sourcebook on Nordic Research in Mathematics Education. *IAP*. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9281-2>.
- Sunzuma, G., & Yeh, A. (2019). A geometry activity that integrates ethnomathematics. *International Journal of Innovation in Science and*



- Mathematics Education*, 27(4).
<https://doi.org/10.30722/IJISME.27.04.001>.
- Taylor, P. C. (2017). Transformative science education. *Handbook of Research on Science Education*, 2, 41-56.
<https://doi.org/10.4324/9780203097267>.
- Tversky, B. (2019). Mind in Motion: How Action Shapes Thought. *Basic Books*.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>.
- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education. *Psychology of Learning and Motivation*, 57, 147-181.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394293-7.00004-2>.
- Verner, I., & Adir, G. (2011). Humanoid robot modeling in a mathematics and art course. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 21-39.
<https://doi.org/10.1007/s10798-009-9106-y>.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835.
<https://doi.org/10.1037/a0016127>.
- Webb, D. C. (2014). Contextualizing mathematics. *Mathematics Education Library*, 56, 117-133.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-7567-1_8.
- Whiteley, W., & Sinclair, N. (2015). Visualization in mathematics. *The Princeton Companion to Applied Mathematics*, 1024-1030.
<https://doi.org/10.1515/9781400874477-131>.
- Yushau, B. (2016). Mathematics and culture: a study of ethnomathematics. *Arab World English Journal*, 7(1).
<https://doi.org/10.24093/awej/vol7no1.16>.
- Zeeuw, G. D. (2010). Problems of ethnomathematics. *Systemic Practice and Action Research*, 23(1), 113-122.
<https://doi.org/10.1007/s11213-009-9141-8>.