



Dos décadas de investigación en didáctica de la geometría en Iberoamérica: una revisión sistemática-exploratoria

Two Decades of Research on Geometry Education in Ibero-America: An Exploratory Systematic Review

Duas décadas de pesquisa em didática da geometria na Ibero-América: uma revisão sistemática exploratória

Juan Pablo Vargas Herrera^{1*}, Yuly Vanegas², Joaquín Giménez²

Received: Sep/15/2024 • Accepted: Apr/22/2025 • Published: Nov/30/2025

Resumen

Los estudios recientes sobre el desarrollo de estrategias y propuestas para potenciar el pensamiento geométrico dan cuenta del avance de la educación geométrica como campo de investigación. La identificación de focos de interés y líneas temáticas permite, además, visibilizar vacíos relevantes que limitan la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría. **[Objetivo]** Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática exploratoria de la literatura publicada en revistas de alto impacto en Iberoamérica, con el fin de identificar los principales focos investigativos en didáctica de la geometría durante las primeras décadas del siglo XXI. **[Metodología]** La revisión se organiza en tres fases: depuración, análisis descriptivo e interpretación. En la primera fase se caracterizan los artículos seleccionados según variables como tipo de estudio, nivel educativo, tipo de participantes y modalidad de implementación. En la segunda, se destacan nueve categorías emergentes, organizadas posteriormente en cuatro macro categorías de análisis. **[Resultados]** Los hallazgos coinciden de forma parcial con los focos descritos en otras revisiones sistemáticas, destacando el interés por el diseño y uso de tareas, los procesos matemáticos, el papel de la tecnología y el análisis de errores y obstáculos en el aprendizaje. Se constata, una escasa presencia de estudios sobre conexiones matemáticas, interacción docente-estudiante, impacto de condiciones contextuales y uso de resultados evaluativos para la toma de decisiones pedagógicas. **[Conclusiones]** Esta revisión permite actualizar el panorama de la investigación en didáctica de la geometría, identificar líneas de estudio consolidadas y señalar vacíos estratégicos para orientar futuras agendas investigativas.

Palabras clave: didáctica de la geometría; revisión sistemática; Iberoamérica; investigación; focos de investigación.

* Corresponding author

Juan Pablo Vargas Herrera, ✉ juvargas@udla.cl,  <https://orcid.org/0000-0001-5127-4931>

Yuly Vanegas, ✉ ymvanegas@ub.edu,  <https://orcid.org/0000-0002-8365-1460>

Joaquín Giménez, ✉ quimgimenez@ub.edu,  <https://orcid.org/0000-0003-4609-1596>

1 Instituto de Matemáticas, Física y Estadística - IMFE, Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad de Las Américas, Santiago de Chile, Chile.

2 Facultad de Educación, Universitat de Barcelona, Barcelona, España.



Abstract

Recent studies on the development of strategies and proposals to enhance geometric thinking reflect the advancement of Geometry Education as a research field. The identification of key areas of interest and thematic lines also helps to reveal significant gaps that hinder improvements in the teaching and learning of geometry. **[Objective]** This article is intended to carry out an exploratory systematic review of literature published in high-impact journals in Ibero-America to identify the main research focus in geometry education during the first decades of the 21st century. **[Methodology]** The review is organized into three phases: selection, descriptive analysis, and interpretation. In the first phase, the selected articles are characterized according to variables such as type of study, educational level, participant profile, and implementation modality. In the second phase, nine emerging categories are identified and subsequently organized into four overarching analytical categories. **[Results]** The findings partially align with those reported in other systematic reviews, highlighting interest in the design and use of tasks, mathematical processes, the role of technology, and the analysis of errors and learning obstacles. However, the review also reveals a limited number of studies addressing mathematical connections, teacher-student interaction, the impact of contextual conditions, and the use of evaluation results to inform pedagogical decision-making. **[Conclusions]** This review contributes to updating the landscape of research in geometry education, identifying consolidated lines of inquiry and highlighting strategic gaps to guide future research agendas.

Keywords: Geometry didactics; systematic review; Ibero-America; research; research focuses.

Resumo

Estudos recentes sobre o desenvolvimento de estratégias e propostas para aprimorar o pensamento geométrico mostram o progresso da educação geométrica como um campo de pesquisa. A identificação de focos de interesse e linhas temáticas também possibilita a identificação de lacunas relevantes que limitam a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem em geometria. **[Objetivo]** O objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática exploratória da literatura publicada em revistas de alto impacto na Ibero-América, a fim de identificar os principais focos de pesquisa em didática da geometria durante as primeiras décadas do século XXI. **[Metodologia]** A revisão está organizada em três fases: purificação, análise descritiva e interpretação. Na primeira fase, os artigos selecionados são caracterizados de acordo com variáveis como tipo de estudo, nível educacional, tipo de participantes e modo de implementação. Na segunda, são destacadas nove categorias emergentes, organizadas posteriormente em quatro macro categorias de análise. **[Resultados]** Os resultados coincidem de maneira parcial com os focos descritos em outras revisões sistemáticas, destacando o interesse no design e uso de tarefas, nos processos matemáticos, no papel da tecnologia e na análise de erros e obstáculos no aprendizado. Verifica-se uma presença escassa de estudos sobre conexões matemáticas, interação professor-aluno, o impacto das condições contextuais e o uso de resultados avaliativos para a tomada de decisões pedagógicas. **[Conclusões]** Esta revisão permite atualizar o panorama da pesquisa em didática da geometria, identificar linhas de estudo consolidadas e apontar lacunas estratégicas para orientar futuras agendas de pesquisa.

Palavras-chave: didática da geometria; revisão sistemática; Ibero-América; pesquisa; focos de pesquisa.



Introducción

De acuerdo con [Cobo et al. \(2011\)](#), los estudios de la producción científica posibilitan identificar tendencias y definir trayectorias que pueden ayudar a establecer avances, así como a determinar el grado de desarrollo científico de una temática en particular. Desde la investigación en didáctica de las matemáticas, [Villani \(2001\)](#) reconoce que existen diversos cambios en la enseñanza de la geometría y expresa la necesidad de retomar un hilo conductor para desplazarse del pasado reciente al futuro cercano.

El análisis de publicaciones es una herramienta potente en investigación, que permite calificar la calidad del proceso generador de conocimiento y el impacto de este en su entorno ([Rueda-Clausen et al., 2005](#)). El combinar los resultados de diferentes estudios sobre un mismo tema puede ser de utilidad para llegar a conclusiones acerca de la evidencia científica y valorar el impacto de la investigación ([Gisbert y Panés, 2009](#)). Actualmente, existen diferentes métodos para llevar a cabo el análisis documental: revisión sistemática, metaanálisis, revisión sistemática exploratoria, informe técnico, entre otros ([Manchado et al., 2009](#)). El presente documento presenta una revisión sistemática de tipo exploratoria.

El punto de partida para la revisión que se presenta en este artículo se encuentra en [Mammana y Villani \(1994\)](#). Estos autores analizan los resultados de la discusión desarrollada en el ICMI 7, sobre el papel de la Geometría en los currículos de la época, su enseñanza y aprendizaje. En dicho análisis resaltan los siguientes aspectos: la disminución de la intensidad horaria de la geometría, debido a los cambios curriculares; la modificación del rango etario cada vez más novel en el estudiantado (lo cual

demandaba atención a las variables de innovación y motivación); así como las modificaciones curriculares en todo el mundo, que demandaban estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la geometría. En dicha discusión se preguntaron: ¿qué se sabe de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la geometría y qué nos gustaría que nos dijeran las investigaciones en el futuro?, lo que hoy (luego de 30 años de la publicación de dicho documento) vale la pena analizar con miras a una evaluación de lo logrado y la detección de posibles vacíos investigativos.

Diversas investigaciones han realizado revisiones sistemáticas sobre la literatura en didáctica de la geometría. Por ejemplo, [Gutiérrez \(2006\)](#) examina la investigación relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de la geometría y propone cinco grandes apartados en los que resume diversos estudios. Aborda los modelos de conocimiento, las teorías sobre el aprendizaje geométrico, el desarrollo de procesos geométricos en los niveles de primaria y secundaria, el impacto del uso de tecnologías en el aprendizaje y los aspectos afectivos y actitudinales vinculados a la enseñanza de esta área. Por su parte, [Sinclair et al. \(2016\)](#) presentan un estudio en el que analizan publicaciones en revistas revisadas por pares, actas de congresos (PME y CERME) y libros sobre educación geométrica publicados entre el 2008 y el 2016. En su revisión, identifican siete categorías que organizan la investigación analizada: (1) aspectos epistemológicos, (2) razonamiento y procesos de pensamiento geométrico, (3) enseñanza y aprendizaje de figuras geométricas y sus propiedades, (4) demostración y argumentación, (5) tecnologías digitales, (6) formación docente y (7) afecto y emociones. Concluyen que, durante la década estudiada, se observa un



aumento en los análisis que incorporan teorías sobre el aprendizaje geométrico, particularmente en relación con el razonamiento visoespacial, el uso de gestos y diagramas, y las herramientas digitales. No obstante, advierten una limitada atención a la investigación sobre el diseño de tareas y la práctica docente, así como una menor presencia de trabajos centrados en elementos propiamente geométricos, frente a la atención que ha recibido el álgebra y la numeración. Estas categorías serán retomadas y discutidas en la sección final del presente artículo.

En todo el mundo, se conocen diversas revisiones internacionales ampliamente citadas en revistas indexadas y de alto impacto que han sistematizado los avances teóricos e investigativos en educación y didáctica de la geometría (por ejemplo, [Sinclair et al., 2016](#); [Jones, 2000](#)); sin embargo, este tipo de sistematizaciones suelen estar publicadas en inglés, desarrolladas y promovidas por redes e instituciones norteamericanas o europeas. Este enfoque tiende a homogeneizar el discurso académico ([Radford, 2008](#)), determinando estructuras investigativas con una narrativa bastante marcada y dominante en torno a redes eurocéntricas o anglófonas, lo cual limita la visibilidad de la investigación en contextos locales del entorno iberoamericano ([Valero et al., 2015](#)).

Organizar y caracterizar las investigaciones producidas en español y portugués en países iberoamericanos es relevante, en tanto se da valor a los resultados investigativos, así como, se aporta a una comprensión localizada y plural de la didáctica de la geometría en respuesta a las necesidades y desafíos de cada región. Tal y como lo plantean [Manchado et al. \(2009\)](#) se busca describir el conocimiento existente, para generar hipótesis nuevas, perfilar líneas de desarrollo que se han seguido y sugerir nuevos

caminos de investigación, en este caso, desde una perspectiva iberoamericana.

El presente artículo ofrece una síntesis del estado de la investigación en didáctica de la geometría, a partir de una revisión de estudios publicados en español o portugués en el contexto iberoamericano. Se busca visualizar la producción científica de la región, así como el reconocimiento de propuestas didácticas, marcos teóricos y enfoques de investigación utilizados en las últimas décadas. De este modo, los objetivos de este artículo son: 1) categorizar las investigaciones desarrolladas durante las dos primeras décadas del siglo XXI en torno a la didáctica de la geometría, mediante una revisión sistemática exploratoria de revistas de alto impacto del ámbito iberoamericano, y 2) identificar las tendencias en las que se ha enfocado la investigación en didáctica de la geometría, con el fin de proponer recomendaciones que guíen las futuras agendas investigativas.

Metodología

De acuerdo con los objetivos definidos para este artículo, se realiza una revisión sistemática-exploratoria, consistente en una estrategia metodológica que combina el rigor para la selección y organización de la información encontrada, pero con la posibilidad de analizar aquellos contextos en los cuales el conocimiento se encuentra aún disperso o emergiendo ([Grant y Booth, 2009](#); [Manchado et al., 2009](#)). A diferencia de las revisiones tradicionales, que normalmente se basan en una selección subjetiva de fuentes ([Gough et al., 2012](#)), la selección de una revisión sistemática-exploratoria como estrategia metodológica, fue dada por la posibilidad que permiten este tipo de revisiones para delimitar el corpus de estudio con criterios explícitos, garantizar la



escalabilidad y transferencia del proceso y finalmente, generar categorías de análisis inductivas, que surgen justamente, de la información recolectada.

Esta estrategia ha sido utilizada en diversas investigaciones en didáctica de las matemáticas (Gough *et al.*, 2012; Newman, 2020; Tümkaya y Ulu, 2020) principalmente para mapear líneas de trabajo, analizar marcos teóricos existentes y predominantes, o para delimitar aquellos vacíos investigativos en áreas como la enseñanza de las funciones, la argumentación matemática y la formación inicial docente. Dada la versatilidad de esta metodología, y considerando que la revisión aquí presentada abarca artículos de diferentes revistas y un corpus investigativo amplio, su elección resulta pertinente tanto para la construcción y delimitación de las categorías emergentes, como para la caracterización de la agenda investigativa desarrollada durante el periodo analizado.

Fase de preparación: selección de fuentes

Para realizar este estudio se consideraron publicaciones del contexto iberoamericano de revistas indexadas en SCOPUS, correspondientes al periodo comprendido entre el 1 de enero del 2000 al 31 de diciembre del 2020. El proceso metodológico y las fases seguidas se detallan en la Figura 1. Se utilizó la base de datos SCOPUS, debido a su reconocimiento internacional, su cobertura a parte del campo de la educación matemática y la disponibilidad de metadatos estructurados. Se seleccionaron únicamente revistas con un índice de citación superior a 0,5, y se verificó que estuvieran indexadas durante todo o gran parte del periodo 2000-2020, para evitar incluir artículos publicados antes de su indexación oficial. La base de datos utilizada

contaba con 43.402 registros de revistas activas e inactivas, por lo que se realiza un proceso de reducción de datos.

Inicialmente, se aplicaron los siguientes filtros: ESP y POR referidos al idioma (español y/o portugués), así como los códigos 3304-educación, 2601-Matemáticas (miscelánea), Geometría y Topología y Matemáticas aplicadas, respecto a la temática. A partir del total inicial de 46 revistas identificadas, se seleccionaron aquellas que cumplieran con los siguientes criterios: (a) publicación en países del espacio iberoamericano (España, Portugal y América Latina), (b) correspondencia con las áreas temáticas seleccionadas, (c) vigencia activa y (d) puntaje de citación $\geq 0,5$. Como resultado, se conformó un corpus de seis revistas especializadas: *RELIME*, *BOLEMA*, *PNA*, *Acta Scientiae*, *Enseñanza de las Ciencias* y *AIEM*.

Posteriormente, se procedió a extraer todos los artículos publicados en dichas revistas entre el 1 de enero del 2000 y el 31 de diciembre del 2020, lo que arrojó un total de 3569 artículos. Esta fase de preparación constituye la base inicial para las etapas analíticas posteriores, tal como se representa en la Figura 1.

Fase 1: lectura preliminar y depuración

En la Fase 1 (Figura 1) se procedió a la lectura de los títulos, las palabras claves y los resúmenes de cada uno de los artículos identificados en la etapa de preparación. El objetivo de esta fase fue seleccionar aquellos trabajos que establecieran una relación explícita o implícita con la enseñanza y el aprendizaje de la geometría. Para esta selección, se utilizó un conjunto de términos clave definidos en el Tesauro de Ciencias Matemáticas – TESAMAT (Carvajal y Ezquerro, 2009), entre los cuales se incluyen:



geometría, visualización, software geométrico, figuras, formación docente en geometría, procesos espaciales, entre otros. Como resultado de este proceso de cribado, el corpus inicial se redujo a 184 artículos pertinentes al objeto de estudio.

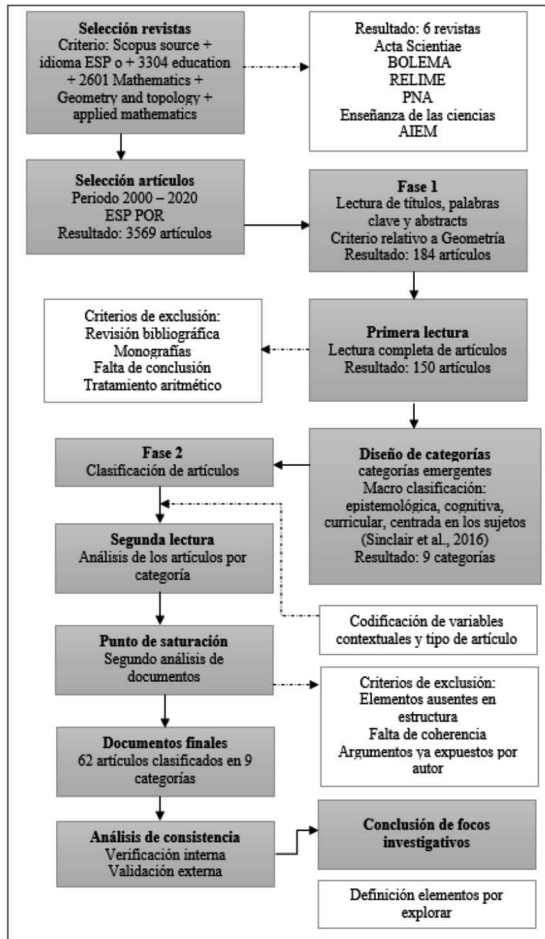


Figura 1. *Proceso metodológico*

Se realiza la primera lectura integral del conjunto de artículos seleccionados. El análisis se orientó hacia dos focos: por una parte, identificar categorías emergentes para la posterior clasificación del corpus y, por otra, excluir aquellos trabajos que no cumplieran con los criterios establecidos para su inclusión en el análisis final. Para esta depuración se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

1. Artículos de carácter monográfico o bibliográfico sin población definida, pregunta de investigación explícita o marco metodológico claramente descrito.
2. Estudios cuyas conclusiones no presentaran coherencia con los objetivos formulados o con los resultados obtenidos.
3. Investigaciones centradas en contenidos aritméticos o algebraicos, a pesar de mencionar elementos geométricos de forma periférica.

Como resultado de esta fase de selección, el corpus quedó conformado por un total de 150 artículos, los cuales fueron considerados para su análisis en las fases posteriores.

Fase 2: construcción de categorías y análisis del contenido

La lectura completa de los 150 artículos seleccionados en la fase anterior se llevó a cabo mediante un análisis temático de carácter inductivo orientado a identificar patrones y estructuras conceptuales que permitieran delimitar categorías emergentes. Este proceso se sustentó en la revisión sistemática de los objetivos, marcos teóricos, enfoques metodológicos y resultados presentados en cada estudio. Como resultado, emergieron nueve categorías temáticas, las cuales fueron organizadas en una estructura macro basada en la propuesta de Sinclair *et al.* (2016) y refinado con base en las diferentes clasificaciones de artículos, lecturas y análisis de expertos externos a la investigación. Esta estructura permite agrupar los artículos seleccionados en cuatro macro categorías, cada una de ellas subdividida en subcategorías específicas como se muestra a continuación:



1. Epistemológica:
 - a. Desarrollos históricos: incluye estudios que analizan la evolución de conceptos geométricos, su actualidad investigativa o su inserción en los currículos desde una perspectiva histórica.
 - b. Geometría no usual: investigaciones centradas en geometrías no euclidianas, fractales, geometrías dinámicas o usos alternativos del espacio.
 - c. Tecnologías: estudios que abordan el uso de softwares como GeoGebra, simuladores, realidad aumentada, etc.
2. Cognitiva:
 - a. Procesos matemáticos: investigaciones que estudian procesos como el razonamiento, la visualización, argumentación, etc.
 - b. Obstáculos y dificultades: investigaciones que identifican errores usuales, dificultades de aprendizaje u obstáculos en el acceso al conocimiento geométrico.
3. Curricular y didáctica:
 - a. Diseño y uso de tareas: análisis de propuestas de enseñanza, actividades, secuencias didácticas o situaciones problema.
 - b. Currículo y libros de texto: estudios sobre la presencia de la geometría en los planes de estudio, su tratamiento en manuales escolares o su evolución curricular.
4. Centrada en los sujetos:
 - a. Concepciones, creencias y perfiles: investigaciones en torno a las creencias de las personas docentes, los conocimientos

previos del estudiantado y sus actitudes frente a la geometría.

- b. Otras comunidades: estudios en contextos no convencionales o con poblaciones específicas: personas adultas mayores, comunidades indígenas, entornos rurales o educación no formal.

Un aspecto clave en esta fase fue la clasificación de los artículos dentro de las subcategorías emergentes a partir del análisis temático. Aunque algunos artículos presentaban vínculos con más de una subcategoría, se optó por una asignación unívoca, de modo que se adjudicó cada artículo a una única categoría. El criterio rector para realizar esta clasificación fue el foco declarado en los objetivos de investigación en contraste con el eje analítico predominante reflejado en el cuerpo del artículo, particularmente en los apartados de resultados y conclusiones. Esta estrategia estructurada en [Gough et al. \(2012\)](#) y utilizada en revisiones sistemáticas similares a la que se presenta en este documento ([Newman, 2020](#); [Tümkeya y Ulum, 2020](#)) garantiza la coherencia metodológica, evita duplicaciones en el análisis temático y permite replicar la estrategia en futuras investigaciones.

Además de la clasificación temática (objetivo principal de este artículo), se incorporó una codificación complementaria orientada al análisis de las variables descriptivas consideradas relevantes en el proceso de caracterización de la agenda investigativa:

1. Tipo de artículo:
 - a. Empírico: estudios que incluían recolección y análisis sistemático de datos con instrumentos aplicados a una población específica.



- b. Teórico-argumentativo: artículos centrados en el desarrollo conceptual de algún objeto geométrico o didáctico; normalmente incluye alguna discusión epistemológica o una revisión crítica a la literatura, pero no realiza una aplicación empírica directa.
 - c. Propuestas didácticas: estudios que presentan diseños, implementaciones o evaluación de resultados al implementar tareas o secuencias didácticas, ya sea en contextos reales o simulados.
2. Nivel educativo: Primaria, Secundaria, Formación docente.
 3. Tipo de participantes: estudiantes, docentes en ejercicio, docentes en formación.
 4. Modalidad de estudio: presencial, virtual.

Estos elementos permitieron enriquecer la caracterización global de los focos investigativos e identificar relaciones entre las categorías principales. Los niveles educativos y las poblaciones analizadas en cada estudio.

Punto de saturación y depuración final

Una vez delimitadas las categorías y subcategorías, se procedió a una segunda lectura exhaustiva de los artículos con el propósito de alcanzar el punto de saturación teórica conforme a lo establecido por [Strauss y Corbin \(1990\)](#). En esta etapa se determinó que la inclusión de artículos adicionales no aportaría nuevas categorías emergentes ni información relevante para el análisis.

Considerando este criterio, se realizó la clasificación definitiva de los artículos y se establecieron los criterios finales de exclusión, que fueron:

1. Artículos sin información clave sobre la metodología empleada o contexto del estudio.
2. Investigaciones cuyas conclusiones no estaban debidamente fundamentadas en los resultados presentados.
3. Artículos repetidos del mismo autor sin diferencias significativas o información adicional relevante

De esta manera, el corpus final de la investigación quedó compuesto por 62 artículos clasificados en las nueve categorías señaladas.

Validación final y análisis de consistencia

La fase final de la estructuración de los datos consistió en un análisis de consistencia, orientado a verificar la coherencia interna del sistema de categorización diseñado. Este proceso implicó una revisión detallada de la correspondencia entre los objetivos, marcos teóricos y resultados expuestos en cada artículo, en relación con la categoría asignada. Además, se llevó a cabo un control para evitar la duplicidad de registros dentro de cada categoría, al identificar y corregir posibles errores de codificación. Este procedimiento permitió detectar y corregir algunas inconsistencias, así como asegurar la estabilidad de las categorías y sus criterios de clasificación.

Paralelamente, el sistema completo de clasificación, incluyendo los criterios y la asignación final de artículos a cada categoría, fueron sometidos a evaluación por una persona experta externa (académica



universitaria e investigadora con amplia experiencia y trayectoria en investigación en didáctica de las matemáticas), quien valoró la claridad, la delimitación y la pertinencia de las categorías definidas. La validación realizada por esta persona revisora externa aportó un sólido respaldo en términos de fiabilidad y validez interpretativa al proceso de clasificación realizado.

Análisis y resultados

Los resultados se organizan en dos apartados: en el primero, se presenta una caracterización general de los 62 artículos seleccionados, al considerar las cuatro variables previamente definidas en el apartado de metodología: tipo de artículo, nivel educativo abordado, tipo de participantes y modalidad de implementación. Esta caracterización permite visualizar, de manera general y panorámica, la totalidad de las investigaciones utilizadas en este artículo. En el segundo apartado, se presentan los resultados correspondientes al análisis temático del contenido de los artículos. Este apartado denominado “categorías emergentes” resulta del análisis inductivo, desarrollado en la Fase 2 del proceso metodológico.

Caracterización descriptiva de la investigación

La primera fase del análisis evidenció que solo el 5,15 % de la investigación publicada en las revistas seleccionadas, aborda algún elemento geométrico; esto es 184 documentos de los 3569 publicados durante los 20 primeros años del siglo XXI. De este total, 62 artículos cumplieron los criterios de inclusión detallados en la fase metodológica y fueron analizados en profundidad. Con respecto a su tipología, el 62 % de las investigaciones corresponde a estudios de

corte empírico con recolección y análisis de datos, en los cuales se parte de algunas premisas establecidas y se pone a prueba o se dan evidencias de algún modelo o estructura teórica, para finalmente concluir que bajo las condiciones indicadas funciona lo que se intentaba probar; un 20 % presenta propuestas didácticas aplicadas en contextos escolares y su evaluación, orientado en torno a las estrategias de su implementación o aquellos elementos determinantes a la hora de ejecutarlas; finalmente, un 18 % de los artículos analizados corresponde a documentos teórico-argumentativos centrados en el desarrollo conceptual o epistemológico de la didáctica de la geometría.

Respecto al nivel educativo abordado, un 30 % de las investigaciones se sitúa en el contexto de la educación secundaria, liderando así las investigaciones analizadas; un 28 % corresponde a la formación inicial docente, mientras que un 20 % en el nivel primario al igual que el 20 % de la formación universitaria; por último, solo un 2 % de las investigaciones se orienta al nivel infantil, constatando resultados que se conocían con anterioridad y que se discutirán en el apartado de discusión. En cuanto al tipo de participantes, un 54 % de los artículos analiza los procesos de aprendizaje y enseñanza de la geometría directamente con el estudiantado, mientras que un 34 % se enfoca a las personas docentes en formación y un 12 % a las personas docentes en ejercicio. Por último y en cuanto a la modalidad de la implementación, la mayoría de las investigaciones analizadas (97 %) fueron realizadas en la modalidad presencial, mientras que solo un 3 % incorporó experiencias en contextos virtuales.

Las categorías anteriormente descritas permiten una clasificación transversal de los artículos analizados en este estudio.



Con el fin de evitar redundancias y facilitar la lectura, en adelante no se declararán estos elementos en cada una de las investigaciones analizadas, pues se extendería demasiado el presente artículo; sin embargo, para mantener la rigurosidad metodológica y ofrecer una visión sintética del corpus, en la Tabla 1 se resume la categorización general y descriptiva de las investigaciones incluidas. Esta tabla permite hacerse una idea general del corpus de la investigación y empezar a vislumbrar elementos como los focos investigativos y posibles ausencias a revisar en el apartado de discusión.

Categorías emergentes del análisis

Las categorías en las que se logró clasificar la totalidad de documentos se corresponden con el principal resultado de este documento. Estas categorías son: 1) concepciones, creencias y perfiles; 2) diseño y uso de tareas; 3) obstáculos y dificultades; 4) currículo y libros de texto; 5) análisis históricos; 6) otras comunidades; 7) geometrías no usuales; 8) procesos y 9) tecnologías. A continuación, se presentan los estudios representativos de cada una de

estas categorías, junto con una síntesis de sus enfoques y aportes. Ahora, en concordancia con lo declarado en la sección metodológica, estas categorías se han organizado a partir de un sistema jerárquico que distingue entre macro categorías y subcategorías, permitiendo así una estructura analítica que orientará la discusión final de este artículo

Macro categoría 1: epistemológica

a. Análisis históricos

Una de las investigaciones en esta categoría estuvo a cargo de Flores y Thadeu (2005), quienes estudian la historia de la perspectiva y sus implicaciones en las formas de representar el espacio. Por otra parte, se encuentra un desarrollo histórico de la demostración, al analizar sus características y estructura en general a lo largo de diferentes momentos de la historia (Dominguez, 2002). Así mismo, en Espinoza *et al.* (2018) se diseña un análisis histórico de la medición de distancias inaccesibles y cómo este tipo de situaciones permitió la génesis de conocimientos geométricos; por ejemplo, la selección de razones convenientes, el

Tabla 1. *Categorización general de los artículos analizados*

| Categoría | Subcategoría | Porcentaje |
|-----------------------|-------------------------|------------|
| Tipo de artículo | Empírico | 62 % |
| | Propuesta didáctica | 20 % |
| | Teórico-argumentativo | 18 % |
| Nivel educativo | Educación Infantil | 2 % |
| | Educación Primaria | 20 % |
| | Educación Secundaria | 30 % |
| | Formación docente | 28 % |
| | Formación universitaria | 20 % |
| Tipo de participantes | Estudiantes | 54 % |
| | Docentes en formación | 34 % |
| | Docentes en ejercicio | 12 % |
| Modalidad del estudio | Presencial | 97 % |
| | Virtual | 3 % |

Nota: fuente propia de la investigación.



análisis de sombras o los rayos visuales para la estimación de inclinaciones.

Otra línea de investigación se encuentra en [Richard et al. \(2010\)](#), quienes utilizan textos clásicos de la geometría y softwares de geometría dinámica para estudiar el impacto de los contextos clásicos en la formación actual de geometría, el uso de la historia en esta investigación viene dado de las restricciones y los aportes que tienen los contextos clásicos encontrados en libros no actuales para la formación de nuevos estudiantes de geometría. Por su parte, [Picado et al. \(2015\)](#) revisan los textos escolares españoles utilizados en el periodo de 1849 a 1892 para determinar formas antiguas de la enseñanza de unidades métricas y sus implicaciones en la educación actual; se analiza el potencial de aquellos conocimientos históricos al incluirse en el curso escolar actual.

Este grupo de trabajos evidencia que los estudios históricos no solo permiten recuperar y reconocer conocimientos del pasado, sino que ofrecen herramientas clave para enriquecer la enseñanza actual. En este sentido, es necesario que las nuevas líneas de investigación avancen en el diseño de estrategias para la integración de estos elementos en el aula, de modo que se recuperen los elementos originales del conocimiento y se puedan operacionalizar con los nuevos modelos educativos.

b. Geometrías no usuales

En primer lugar, se encuentran aquellos estudios que abordan algún tipo de geometría o aplicación geométrica no euclidiana. [Pivatto et al. \(2015\)](#) presentan una reflexión sobre las implicaciones de la geometría esférica e hiperbólica en la labor docente de secundaria; resaltan que al abordar este tipo de geometrías aportan a la formación docente en construcciones

geométricas, visualización y estudio de figuras geométricas.

El segundo grupo hace referencia a las investigaciones que giran en torno a la geometría 3D. [Arrieta y Medrano \(2015\)](#) analizan la capacidad espacial del estudiante de una escuela técnica al enfrentarse a tareas de geometría 3D desde el dibujo técnico; resaltan la posibilidad de potenciar la capacidad espacial desde el desarrollo de actividades 3D, por lo que se sugiere su uso en diferentes grados escolares.

En el contexto del persona docente en formación, [Guillén \(2001\)](#) analiza el uso de familias de prismas para discutir sobre el proceso de clasificación desde la revisión de respuestas a una tarea profesional. Si bien los trabajos acá agrupados destacan la importancia del estudio de este tipo de geometrías, también resaltan la necesidad de formación de los y las docentes para afrontar este tipo de elementos; en este sentido, la actual agenda investigativa debería propender por el desarrollo de propuestas formativas que incluyan los anteriormente descritos.

c. Tecnologías

Al hablar de tecnologías, la investigación analizada distingue un primer grupo de trabajos respecto al software GeoGebra. En [Amado et al. \(2015\)](#) se realiza un análisis con estudiantes de secundaria y mediante una actividad relativa a los puntos notables de un triángulo, mediada por GeoGebra, se les solicita a las personas participantes construir cadenas argumentativas sobre las propiedades que descubren en las construcciones. Por otra parte, en el marco de la formación de profesores, [Pereira y Alencar \(2013\)](#) proponen a profesores estudiantes de máster para la enseñanza de las matemáticas, una serie de tareas-experimentos geométricos que se trabajan mediante el uso de GeoGebra; verifican



que la mayoría logran transformar un artefacto en un instrumento y brindan evidencias de los condicionamientos de las acciones realizadas. En este mismo contexto, [Rosas y Moretti \(2020\)](#) incluyen el uso de softwares y analizan las limitaciones y posibles errores generados al emplear GeoGebra en la enseñanza de la geometría.

Por otra parte, se encuentran las investigaciones que incluyen algún tipo de software o tecnología, diferente a GeoGebra. [Pastre y Dias \(2018\)](#) analizan un grupo de estudiantes de educación primaria cuando se enfrentan a tareas sobre el teorema de Pitágoras, a través del uso de un software propio de la geometría dinámica. Se concluye que las actividades mediadas por este tipo de herramientas influyen en la construcción del conocimiento geométrico, particularmente en la generación de conjeturas por quien resuelve la actividad. En esta misma línea, pero en el contexto de la formación de estudiantes de secundaria, [Larios et al. \(2017\)](#) desarrollan un estudio referido a los esquemas de argumentación que desarrollan las personas estudiantes al enfrentarse a problemas geométricos mediante el uso de Cabri; se describe cómo fijan su atención normalmente en características figurales irrelevantes para el proceso demostrativo. Por su parte, [Duarte y Scherer \(2014\)](#) evidencian la influencia del uso de softwares en la manera como reconstruyen la idea de paralelogramo, profesores de educación básica, cuando se enfrentan a un proceso de formación.

Finalmente, refiriéndose a la formación de futuras personas docentes, [Barra et al. \(2009\)](#) trabajan con estudiante de la enseñanza de las matemáticas e identifican al software de geometría dinámica como un elemento incentivador de las demostraciones en geometría. Mientras que [Codina y Romero \(2016\)](#) ponen de

manifiesto cómo el uso de la tecnología modifica los roles en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría.

Las investigaciones compiladas en esta categoría destacan las ventajas del uso de software en la enseñanza y aprendizaje de la geometría; sin embargo, evidencian un elemento a desarrollar en el futuro investigativo: el diseño de programas de formación docente que fortalezcan sus capacidades en el uso didáctico de estas herramientas tecnológicas.

Macro categoría 2: cognitiva

a. Procesos matemáticos

Existe un consenso en la educación matemática en torno a que, la formación en geometría debería permitirles a las personas estudiantes dar interpretaciones al mundo en donde se desenvuelven y, mediante ello, hacer uso de las herramientas disponibles. El [National Council of Teachers of Mathematics \[NCTM\] \(2000\)](#) presenta cinco estándares de procesos que cumplen con dicha función y que permiten adquirir conocimiento: resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexiones y representación. A continuación, se describen las investigaciones que refieren a alguno de estos procesos o subprocesos asociados.

Razonamiento y prueba

Dos investigaciones refieren a elementos relacionados con el razonamiento y la prueba. [Cañadas et al. \(2008\)](#) realizan un análisis en donde describen el proceso de generalización en estudiantes de educación secundaria, al proponer problemas de baldosas. Analizan los sistemas de representación más usuales a la hora de resolver este tipo de problemas y encuentran que los y las estudiantes suelen priorizar representaciones numéricas por encima de las gráficas;



mientras que [Brunheira y da Ponte \(2019\)](#) estudian las maneras en que las futuras profesoras de educación primaria justifican las generalizaciones que hacen sobre familias de figuras geométricas, caracterizando las justificaciones y argumentos logrados.

Por otra parte, [Montoya \(2014\)](#) trabaja con espacios de trabajo matemático y analiza los procesos de demostración en escuelas de educación básica. Detecta obstáculos y reconoce carencias en el proceso de prueba dentro de la geometría a nivel superior. Mientras que, [Prior y Torregrosa \(2013\)](#) caracterizan la interacción entre el proceso de razonamiento y verificación que utiliza el alumnado de secundaria para resolver problemas de geometría, identifican razonamientos que llegan a conjeturas, pero sin lograr una demostración empírica.

Argumentar

Respecto a este proceso, [Crespo y Farfán \(2005\)](#) realizan una caracterización de argumentaciones por reducción al absurdo como recurso de validación de resultados propuestos por estudiantes universitarios; con esto demuestran la influencia de elementos externos y socioculturales en los modelos de argumentación. En [Prior y Torregrosa \(2020\)](#) se presenta un análisis de la organización discursiva de las respuestas de estudiantes de secundaria en la que se solicita probar una propiedad geométrica. Mientras que [Flores et al. \(2010\)](#) determinan los esquemas de argumentación que plantean las futuras personas docentes cuando resuelven actividades de geometría euclidiana; evidencian que es posible transitar de esquemas no analíticos a esquemas analíticos mediante explicaciones escritas a mano de construcciones geométricas.

Otra línea de investigación está en [Estrella et al. \(2017\)](#), quienes analizan las

argumentaciones dadas por estudiantes de educación primaria desde el modelo de Toulmin, al caracterizar las influencias y el impacto de los elementos argumentativos en los componentes lógicos y geométricos. Por su parte, [Molina et al. \(2019\)](#) utilizan este mismo modelo y a través de un análisis ontosemiótico, describen los procesos de argumentación que realizan futuros maestros de matemáticas al resolver problemas de geometría plana; evidencian el uso de argumentos abductivos en la solución de problemas y describen las fases detectadas con respecto al uso de argumentos analógicos. En [Saorín et al. \(2019\)](#) se analiza la estructura de los razonamientos presentados por estudiantes de secundaria, mediante la identificación de relaciones entre desenlaces del razonamiento configural y el modo en que construyen su discurso escrito. Así mismo, en [Clemente y Llinares \(2015\)](#) se realiza un análisis de relaciones entre las formas del discurso y el razonamiento configural de futuros maestros, presentando tres formas de discurso: gráfico, textual y una mezcla de ambos.

Conexiones

Los estudios sobre conexiones analizan diferentes relaciones que se pueden establecer entre objetos dentro y fuera de las matemáticas. Las conexiones son un tema de análisis en la didáctica de las matemáticas, en tanto se constituyen como un indicador del logro de un estudiante a la hora de aprender ([Evitts, 2004](#)).

En la revisión realizada, se encuentra que [Ferreira y de Melo \(2012\)](#) identifican actividades relacionadas con la simetría y las artes visuales en libros de matemáticas para los años iniciales de la enseñanza fundamental en Brasil. Encuentran diversas actividades artísticas como el diseño, el trabajo con dobleces, la pintura y las construcciones



arquitectónicas en las actividades revisadas y concluyen que, aun cuando hay varias actividades en los libros de texto, el abordaje de los objetos matemáticos, en este caso la simetría, se hace de manera intuitiva y pragmática y no con la complejidad necesaria.

Por otra parte, [da Silva y Flores \(2010\)](#) analizan dos obras de arte con la intención de responder ¿cómo el arte y las matemáticas se pueden relacionar y contribuir a la enseñanza de la geometría? Desde dicha perspectiva, analizan la relación entre el arte y la educación matemática, al intentar develar el conocimiento que emerge desde las obras y que no es propio del arte, pero que sirve para representar el pensamiento de quien pinta.

Visualización

En las investigaciones revisadas no se aborda literalmente el proceso de representar; sin embargo, los estudios en torno a la visualización como una manera de trabajar las representaciones de los objetos geométricos se agrupan en este apartado. En [Vieira y Santos \(2018\)](#) se aborda la visualización como un proceso mental que desarrollan alumnos y alumnas de educación básica cuando resuelven tareas geométricas con políedros (representaciones en 3D formadas por agrupación de cubos) o utilizando materiales en 2D (representaciones bidimensionales). Evidencian que el estudiante no logra relacionar las representaciones en perspectiva con los sólidos que representa. Por otra parte, [Freitas y Bosco \(2013\)](#) tienen una secuencia didáctica para estudiar la visualización a través del tratamiento gráfico de figuras en 3D, mediante secciones transversales y curvas de nivel. Mientras que [Torregrosa et al. \(2010\)](#) presentan un análisis de la influencia de las imágenes que acompañan los enunciados de un problema

en los razonamientos y procesos que evidencian futuras personas docentes. En [Godino et al. \(2012\)](#) se entrega una propuesta para entender el lenguaje y el pensamiento visual y sus relaciones con el lenguaje y el pensamiento analítico. Al usar la noción de configuración visual de objetos y procesos, se desarrollan una propuesta teórica y una estructura de análisis que luego se ejemplifica mediante el análisis de tareas relativas a la visualización.

Finalmente, [Nunes et al. \(2014\)](#) utilizan elementos de la teoría de los campos conceptuales para explorar cómo estudiantes de educación media trabajan con situaciones de visualización de cuerpos 3D y tareas de comparación de volúmenes, detectando desconocimiento de características y propiedades de figuras geométricas. Las investigaciones incluidas en esta categoría de procesos matemáticos muestran la amplia diversidad para abordar el aprendizaje de la geometría, lo cual convierte esta categoría en un elemento complejo de atender. Un elemento fundamental que requiere mayor discusión es el desarrollo de estrategias que articulen de buena manera los procesos matemáticos con marcos didácticos de manera que se promueva su integración en las distintas etapas escolares.

b. Obstáculos y dificultades

Se presentan investigaciones que abordan la idea de obstáculos y dificultades en educación básica. En estas, se analiza, por ejemplo, su emergencia a la hora de solucionar problemas respecto al área o perímetro de una figura geométrica ([Días, 2013](#)); así como también, se estudian las dificultades del contenido matemático que muestran dichos estudiantes cuando intentan resolver tareas de sólidos, concluyendo que los conocimientos al respecto son de



bajo nivel y en muchos casos están ausentes (Guillén, 2000).

En un segundo grupo, se ubican las investigaciones que se dan en el marco de la Educación Secundaria. Aquí, el poco conocimiento de la definición de estructuras como el punto, la recta y algunas ideas primitivas imposibilitan el avance a niveles más altos de comprensión de ideas geométricas (Acuña, 2005). Por otra parte, se presenta una discusión sobre las dificultades que existen a la hora de aprender el concepto de ángulo y los métodos para su medición en Lanciano y Camino (2008), quienes analizan las dificultades dentro de una situación de posiciones de objetos sobre una esfera terrestre.

El tercer grupo corresponde a la formación de profesores. En Kaleff (2007) se analizan las dificultades al transitar entre conocimientos de geometría euclidiana hacia elementos de geometrías no euclidianas. En Turgut *et al.* (2014) se reportan dificultades relacionadas con la simetría y la rotación de figuras geométricas. Las investigaciones categorizadas en este apartado permiten constatar que las dificultades y obstáculos en la enseñanza y aprendizaje de la geometría son transversales a todos los niveles formativos. Se revela que existen dificultades persistentes que deben ser abordadas por las futuras investigaciones, tales como la comprensión de conceptos básicos (área, perímetro y propiedades de los sólidos). Por otra parte, el estudio de nociones primitivas debe abordarse de tal manera que permita el desarrollo de razonamientos más complejos. Por último, actualmente existe la necesidad de diseñar estrategias para superar las tensiones asociadas a la transición hacia geometrías no euclidianas o elementos de geometría dinámica como las transformaciones geométricas.

Macro categoría 3: curricular y didáctica

a. Diseño y uso de tareas

El diseño de tareas y problemas es una actividad fundamental tanto para profesores en ejercicio como para futuras personas docentes, pues involucra elementos cognitivos y didácticos propios de la actividad. En el espacio iberoamericano, los estudios relacionados con el diseño y uso de tareas distinguen aquellos elementos propios de la formación docente y narran el impacto de estas en relación con algunos objetos geométricos. Sánchez *et al.* (2018) narran la adquisición de competencias de un grupo de futuras personas docentes de educación primaria al analizar y proponer tareas geométricas de longitud y medida. Por su parte, Murari y Perez (2002) evidencian que el diseño de tareas geométricas que incluyen material manipulable permite el desarrollo del pensamiento geométrico, a través del diseño de tareas geométricas relativas a la simetría con estudiantes de Educación Secundaria.

En Godino *et al.* (2018) se describe una acción formativa, basada en el diseño de secuencias didácticas para el desarrollo profesional del futuro personal docente; a partir de esta, se ejemplifica el uso del modelo conocimientos y competencias didáctico-matemáticos para el diseño de planes de formación de profesores de matemáticas; en este trabajo describen una acción formativa en el desarrollo de competencias de análisis de idoneidad didáctica. En la línea de formación de profesores en ejercicio, Santa *et al.* (2018) reportan los resultados de implementar una tarea geométrica sobre la división de segmentos; muestran que el desarrollo de tareas geométricas con materiales como el papel para doblar, permite



la emergencia de procesos como la visualización. En [de Gamboa et al. \(2015\)](#) utilizan las tareas geométricas para analizar el conocimiento del profesor de matemáticas, se listan elementos para que las personas docentes puedan ejecutar acciones y se generen nuevos conocimientos desde el establecimiento de diferentes tipos de conexiones. Por su parte [Henríquez y Montoya \(2015\)](#) analizan las tareas propuestas por dos profesores nóveles de educación media y evidencian cómo estas permiten analizar los espacios de trabajo matemático idóneos del docente de acuerdo con elementos como los conocimientos de sus estudiantes, los objetivos institucionales o los objetivos de la enseñanza declarados. Por último, [Caviedes et al. \(2020\)](#) utiliza tareas geométricas resueltas por estudiantes de secundaria para analizar significados parciales sobre área, hace uso de la configuración de objetos y los registros de representación semiótica para tal fin.

El diseño de tareas y su uso en la formación en geometría para diversos niveles educativos se reconoce como una línea de investigación potente y da cuenta del valor didáctico que tienen las tareas tanto para el desarrollo profesional docente como para el aprendizaje. Los estudios analizados en esta categoría permiten identificar prácticas validadas y enfoques innovadores a partir de los cuales se pueden proponer líneas futuras de investigación que permitan analizar su impacto en diferentes niveles educativos.

b. Currículo y libros de texto

La participación del cuerpo docente en los currículos oficiales usualmente no es decisiva ([Caldatto y Pavanello, 2014](#)), pues este tipo de conclusiones resulta de una revisión y comparación de elementos del currículo oficial de Paraná. Por otra parte, al

analizar libros de texto oficiales, [Marmolejo y González \(2015\)](#) concluyen que dichas herramientas, con sus representaciones, tipos de tareas y actividades ejercen control sobre los procesos que logra el estudiantado. Por su parte, [Barrantes et al. \(2015\)](#) concluyen que existe poca variedad de representaciones con configuración y forma estándar, al analizar representaciones que se utilizan en libros de texto españoles para introducir ideas geométricas.

Finalmente, algunas investigaciones abordan la idea de analizar los libros de textos en relación con el currículo y determinar cómo uno influye en el otro. [Escudero \(2005\)](#) indica que existe una marcada influencia de las corrientes teóricas internacionales y que los elementos dominantes en la teoría curricular del momento marcan decisiones teóricas sobre la inclusión y tratamiento de determinados objetos. Por su parte, [Matos y Leme \(2011\)](#) indican que al revisar libros de texto en Brasil y Portugal y compararlos con los currículos actuales, la mayoría no sigue las recomendaciones curriculares y se constituyen en el resultado de la corriente curricular dominante o la perspectiva del autor.

Los trabajos comprendidos en esta categoría evidencian la influencia del currículo y los textos escolares en la construcción del conocimiento geométrico; en este sentido, la agenda investigativa actual debería orientarse a la revisión crítica de materiales escolares y su alineación con marcos curriculares nacionales e internacionales, de modo que dé paso a la delimitación de marcos curriculares para el mejoramiento del aprendizaje de la geometría en término de los actuales estándares internacionales.



Macro categoría 4: centrada en los sujetos

a. Concepciones, creencias y perfiles

Las concepciones se pueden entender como un constructo mental o una representación de la realidad que incluye el sistema de creencias, significados, preferencias, gustos y actitudes, mediante las cuales se pueden explicar categorías complejas de experimentación (Brown y Hirschfeld, 2007). Durante los últimos años, diversas investigaciones han abordado el estudio de concepciones y creencias que permiten caracterizar diferentes actores del proceso educativo de manera que, a partir de su conocimiento, se abordan problemas y fenómenos de la enseñanza de las matemáticas.

En el espacio iberoamericano, las investigaciones relativas al estudio de creencias y concepciones han determinado perfiles asociados. En Barrantes y Blanco (2004) se analizan las concepciones de un grupo de estudiantes de Educación Primaria respecto a la geometría escolar y su enseñanza; presentan una serie de categorías que permiten construir un perfil de docente y sus concepciones en torno a elementos como la geometría escolar y su enseñanza y aprendizaje.

Otro tipo de investigaciones realiza análisis sobre las creencias y concepciones de diferentes grupos en torno a objetos geométricos. De este modo, Reyes *et al.* (2017) reporta un estudio con docentes en servicio, concluyendo que la mayoría concibe el teorema de Pitágoras como un elemento aislado en el estudio de la geometría y no como una parte de una red de conocimientos estructurada que da soporte a diferentes ideas matemáticas. Por su parte, Gómez *et al.* (2016) reportan la forma en que un grupo de futuras personas docentes de matemáticas avanzan en sus concepciones en cuanto a los lugares geométricos. Se

utilizan los espacios de trabajo matemático y se brindan evidencias del impacto del uso de diferentes representaciones y sus funcionalidades didácticas

En conjunto, las investigaciones acá caracterizadas evidencian que las concepciones tanto en docentes en formación como en ejercicio se construyen de manera progresiva y con base en elementos de su propia formación; estas concepciones y perfiles, conservan una tendencia a abordar elementos geométricos de forma aislada y no como un entramado conceptual, lo cual se reconoce como una limitación común. Ante este tipo de hallazgos, se hace imperante la necesidad de desarrollar propuestas formativas que, desde etapas tempranas, articulen el conocimiento de la geometría con marcos teóricos robustos y brinden una mirada global del contenido.

b. Otras comunidades

En esta categoría se distinguen tres grupos; inicialmente en Bayer y Petrella (2003) se reporta la única investigación encontrada en cuanto a la geometría y una comunidad indígena. En este trabajo se aborda un estudio acerca de los conocimientos geométricos que utilizan los grupos indígenas, pertenecientes al grupo Mbya-Guarani de Rio Grande del sur de Brasil, para construir cestos artesanales con motivos geométricos; se enuncian las responsabilidades que tienen los sistemas educativos actuales con este tipo de comunidades.

En un segundo grupo se encuentran las investigaciones referidas a estudiantes con necesidades especiales, en Ribeiro *et al.* (2015) se destacan elementos sobre la actividad docente y algunos extractos de las conversaciones con personas estudiantes sordas en las cuales se negocian y se llegan a acuerdos sobre dichos signos. En esta misma línea, Fernandes y Healy (2010) presentan una serie



de actividades con material manipulativo para trabajar los conceptos de área y perímetro con estudiantes con condición de ceguera.

En [Gomes et al. \(2020\)](#) se presenta una investigación con estudiantes con espectro autista, donde desarrollan actividades para la promoción de su pensamiento geométrico. Finalmente, se identifica un tercer grupo en el cual se encuentran las investigaciones relativas a estudiantes con talento matemático. En [Gutiérrez y Jaime \(2015\)](#) se reporta un estudio con un estudiante con altas capacidades, quien aprende elementos sobre paralelismo mediante la solución de actividades en Cabri 3D. En esta misma línea [Guinjoan et al. \(2015\)](#) analizan las estrategias, el uso de las respuestas, la influencia

del tiempo límite y la confianza de un grupo de estudiantes con experiencia en la solución de problemas del concurso Canguro. Las investigaciones aquí expuestas destacan la necesidad de atender la diversidad cultural, cognitiva y social del estudiantado. En este sentido, las propuestas que desarrollen elementos educativos contextualizados en este tipo de comunidades resultan especialmente relevantes y deberían ocupar un lugar prioritario en la agenda investigativa actual.

Para facilitar la lectura de las macro y subcategorías y reforzar los hallazgos presentados, en la Tabla 2 se presenta una síntesis de las nueve subcategorías, sus focos investigativos predominantes, vacíos detectados y las relaciones con su macro categoría.

Tabla 2. *Macro y subcategorización emergentes*

| Macro categoría | Sub-categoría | Foco investigativo principal | Vacíos o líneas futuras relevantes |
|--------------------------------|------------------------------------|---|--|
| Epistemológica | Análisis históricos | Historia de la geometría, recuperación de saberes antiguos | Integración de la historia en propuestas didácticas contemporáneas |
| | Geometrías no usuales | Esférica, hiperbólica, 3D y clasificación de cuerpos | Formación docente en estas áreas y propuestas didácticas innovadoras |
| | Tecnologías | Uso de GeoGebra, Cabri, software propio | Formación docente continua y uso didáctico efectivo. Avances en elementos del actual desarrollo tecnológico (IA) |
| Cognitiva | Procesos | Argumentación, visualización, conexiones | Integración efectiva con marcos didácticos |
| | Obstáculos y dificultades | Dificultades en nociones básicas, definición y razonamiento | Estrategias para superar transiciones entre tipos de geometría |
| Curricular y didáctica | Currículo y libros de texto | Influencia curricular y de los textos escolares en los aprendizajes geométricos | Revisión crítica de textos actuales y alineación curricular |
| | Diseño y uso de tareas | Impacto del diseño en el aprendizaje y la formación docente | Evaluación de impacto a largo plazo y en distintos niveles escolares |
| Centrada en los sujetos | Concepciones, creencias y perfiles | Construcción de perfiles y concepciones sobre objetos geométricos | Enfoques estructurales y articulación con teorías didácticas |
| | Otras comunidades | Diversidad cultural, cognitiva y social en contextos geométricos | Estudios con otras comunidades: indígenas, autismo, altas capacidades |

Nota: fuente propia de la investigación.



Discusión y conclusiones

Las categorías emergentes identificadas en este estudio se alinean significativamente con focos reconocidos en la literatura, en particular con los planteamientos de [Sinclair et al. \(2016\)](#). En sintonía con estos autores, existe en el entorno iberoamericano una preocupación compartida por el diseño, selección y adaptación de tareas/situaciones-problema, para la enseñanza de la geometría ([Godino et al., 2018](#)). En [Sinclair et al. \(2016\)](#) se destacan las tareas matemáticas como un elemento fundamental para el desarrollo del pensamiento matemático y el logro de procesos como la conjetura y la prueba. De forma concordante, los documentos revisados en el corpus de este artículo apuntan a la preocupación en Iberoamérica por el desarrollo de estrategias para abordar objetos geométricos con una mirada desde procesos como visualización, argumentación y prueba ([Sánchez et al., 2018](#); [Murari y Pérez, 2002](#)), así como los efectos del uso de definiciones y el lenguaje en la comprensión conceptual ([Caviedes et al., 2020](#)); al reforzar el vínculo entre teoría y práctica didáctica, en sintonía con lo expuesto por [Sinclair et al. \(2016\)](#).

Asimismo, se observan coincidencias en la atención de los obstáculos y dificultades que surgen en el aprendizaje de la geometría. En este sentido, la preocupación general de los documentos revisados reconoce las nociones básicas de la geometría como un elemento que requiere mayor atención ([Guillén, 2000](#); [Acuña, 2005](#); [Dias, 2013](#)), exponiendo interés por entender los errores no como fallas individuales, sino como indicadores de procesos cognitivos complejos, lo cual va en línea con los desarrollos teóricos que propone [Sinclair et al. \(2016\)](#) y su interés por repensar los errores como

una oportunidad para el logro de nuevos aprendizajes.

En la literatura analizada existe una atención particular a la manera en que se detectan, analizan o modifican los conocimientos previos del estudiantado al enfrentarse a algún tipo de actividad geométrica y cómo estos impactan en el aprendizaje esperado y en el aprendizaje logrado; se estudian las adaptaciones curriculares que se han realizado desde la perspectiva del conocimiento ([Caviedes et al., 2020](#); [Henríquez y Montoya, 2015](#)), así como desde la perspectiva de los procesos y pensamientos matemáticos (su potencialidad de desarrollo o no). Al igual que en [Sinclair et al. \(2016\)](#), se observa un interés por comprender cómo el currículo puede integrarse con procesos matemáticos clave articulando el contenido con metodologías activas y recursos tecnológicos. En esta línea, [Godino et al. \(2018\)](#) y [Santa et al. \(2018\)](#) proponen modelos que vinculan el diseño de tareas con la formación docente y la idoneidad de las decisiones didácticas. Estas coincidencias revelan afinidad entre la producción iberoamericana y los enfoques internacionales.

Si bien algunas de las investigaciones que se presentan en este documento abordan elementos respecto de la evaluación en geometría ([Godino et al., 2018](#) y [Caviedes et al., 2020](#)), este proceso continúa siendo poco explorado. En contraste con otros elementos y procesos ampliamente explorados, no se encontraron estudios que aborden cómo se deberían diseñar, aplicar e interpretar instrumentos de evaluación en diferentes niveles educativos. Este vacío resulta aún más relevante, en tanto [Sinclair et al. \(2016\)](#) tampoco incluyen la evaluación como uno de sus focos investigativos principales. Reflexionar en torno a la evaluación permitiría discutir otros elementos a nivel local e internacional,



siguiendo a [Lucio \(2003\)](#) y [Vasco \(2006\)](#) la falta de una “cultura de investigación” orientada a influir en las políticas educativas limita la posibilidad de construir procesos de mejora sostenibles a partir de la evidencia.

Otro de los focos investigativos identificados en esta revisión refiere al uso de materiales manipulativos, así como a softwares para la enseñanza de la geometría. Estudios como los de [Murari y Pérez \(2002\)](#) y [Santa et al. \(2018\)](#) evidencian que el uso de materiales manipulativos favorece el desarrollo de procesos del pensamiento geométrico, especialmente en niveles escolares iniciales.

Por otra parte, en los estudios relativos al uso de software, GeoGebra destaca como principal herramienta tecnológica y facilitador del acceso a los conocimientos geométricos, aun cuando se reconocen sus limitaciones vinculadas al uso instrumental. Si bien [Sinclair et al. \(2016\)](#) destacan la necesidad de profundizar en investigaciones que analicen el impacto real de la tecnología en la formación geométrica, su revisión deja pendiente un análisis más profundo sobre el impacto del uso de estas herramientas en los distintos niveles educativos.

En este sentido, los hallazgos de la presente revisión bibliográfica señalan que otro desafío actual está en la integración de tecnologías en la enseñanza de la geometría, mediante el diseño de propuestas didácticas que realmente potencien su valor pedagógico y aprovechen los elementos del entorno actual. Esta línea se proyecta hacia nuevos desafíos como la integración de la realidad aumentada o la inteligencia artificial, cuyas implicaciones teóricas y didácticas aún requieren de mayor desarrollo en la investigación iberoamericana.

En la revisión de la literatura se observó una atención marcada a las interacciones entre las personas estudiantes y sus pares

durante la resolución de tareas en diferentes niveles escolares, particularmente en torno a la argumentación y prueba lograda en dichas interacciones. Sin embargo, pocos estudios analizan en profundidad las interacciones entre docentes y estudiantes. Investigaciones como [Ávila \(2016\)](#) han comenzado a explorar este tipo de interacciones y analizan cómo ciertas acciones de la persona influyen en el desarrollo de la argumentación de sus estudiantes. No obstante, aspectos como la resolución de conflictos, la construcción de consenso y las estrategias para la inclusión del alumnado de manera efectiva en la construcción de su conocimiento geométrico permanecen poco exploradas. Este vacío se hace más relevante si se considera que en [Sinclair et al. \(2016\)](#) se enfatiza en la importancia de las interacciones sociales en el aprendizaje de la geometría. En este sentido, se hace evidente la necesidad de desarrollar investigaciones que profundicen este tipo de dinámicas al interior de las aulas de clase y permitan comprender mejor cómo estas influyen en el desarrollo del pensamiento geométrico.

En esta misma línea, un grupo de investigaciones se centra en el análisis de libros de texto y el diseño de tareas geométricas, desde la perspectiva de su adaptación al currículo o a comunidades como estudiantes con altas capacidades, estudiantes con necesidades especiales o comunidades indígenas ([Bayer y Petrella, 2003](#); [Ribeiro et al., 2015](#); [Gutiérrez y Jaime, 2015](#)). Estos estudios analizan los contenidos, su implementación y evaluación, de manera que se determina el logro, o no, de los objetivos de aprendizaje propuestos. En sintonía con [Sinclair et al. \(2016\)](#), se reconoce que el diseño y análisis de tareas resulta fundamental para el logro de los conocimientos en matemáticas, especialmente cuando dichas tareas se



contextualizan en comunidades que requieren de especial atención. Esta coincidencia refuerza la importancia de avanzar con investigaciones que aporten a una enseñanza de la geometría más inclusiva y situada a la realidad local.

Un aspecto poco abordado en la literatura analizada corresponde al estudio de las conexiones matemáticas, entendidas como relaciones que permiten vincular conceptos, procedimientos y representaciones dentro y fuera de la geometría (García-García, 2019; Kenedi *et al.*, 2019). En esta revisión sistemática se constata que la mayoría de los estudios realizados en torno a la didáctica de la geometría tiende a centrarse en objetos geométricos de forma aislada, sin explorar su articulación con otros saberes matemáticos o disciplinas afines. En otras palabras, la noción de conexiones matemáticas aparece escasamente representada y con un bajo nivel de desarrollo. Incluso en revisiones de alcance internacional como Sinclair *et al.* (2016), este enfoque no figura como línea prioritaria. Si bien algunas investigaciones recientes han teorizado sobre conexiones intra y extramatemáticas, estas se han concentrado en la formación de docentes de secundaria, con escasa presencia en los niveles de educación primaria, tal como advierten Vanegas y Giménez (2018). Este vacío representa una oportunidad para avanzar en propuestas didácticas más integradoras desde los primeros niveles formativos.

Otro aspecto poco abordado en la literatura revisada es la formación socioprofesional de los estudiantes; si bien existen investigaciones con futuros profesores, las discusiones sobre adaptación de currículos, contenidos y actividades para el aprendizaje de la geometría, en los diferentes niveles, han sido poco exploradas. Sería relevante indagar cómo la enseñanza de la geometría

puede contribuir al desarrollo de competencias que preparen a las personas para enfrentar a situaciones reales en sus contextos sociales y laborales. Estudios como los de Henríquez y Montoya (2015) y Godino *et al.* (2018) ofrecen antecedentes valiosos, pues analizan cómo las decisiones didácticas y las tareas propuestas inciden en la formación profesional docente, pero se requiere ampliar este enfoque hacia otros perfiles.

En conclusión, esta revisión sistemática exploratoria no solo ha permitido identificar y describir tendencias, focos y vacíos en la investigación iberoamericana sobre didáctica de la geometría, sino que también ha brindado una estructura categorial que puede servir como base para futuras investigaciones en el campo. La coincidencia con referentes internacionales como Sinclair *et al.* (2016) otorga solidez al análisis, al tiempo que la identificación de vacíos y nuevas preguntas invita a ampliar las agendas investigativas, especialmente en torno a la formación docente, la evaluación, las conexiones matemáticas y las condiciones contextuales del aprendizaje geométrico. Más allá de sus aportes descriptivos, este estudio busca contribuir a la consolidación de una comunidad investigadora crítica y comprometida con el mejoramiento de la enseñanza de la geometría en todos los niveles educativos. Queda así planteado el desafío de avanzar hacia una didáctica de la geometría más conectada con la realidad, más inclusiva y capaz de generar aprendizajes significativos, duraderos y culturalmente pertinentes.

Conflicto de intereses

Las personas autoras declaran no tener algún conflicto de interés.



Declaración de la contribución de las personas autoras

Todas las personas autoras afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

Los roles de las personas autoras según CRediT fue: J. P. V.: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal y redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. Y. M. V.: curación de datos, análisis formal; redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. J. J. R.: validación, investigación, redacción-revisión y edición.

El porcentaje total de contribución de este artículo fue el siguiente: J. P. V. 40 %, Y. M. V. 30 % y J. J. R. 30 %.

Declaración de disponibilidad de los datos

Los datos que respaldan los resultados de este estudio serán puestos a disposición por la persona autora correspondiente J. P. V., previa solicitud razonable.

Preprint

Una versión *preprint* de este artículo fue depositada en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13765725>

Referencias

- Acuña, C. (2005). ¿Cuántos puntos hay? Concepciones de los estudiantes en tareas de construcción. *RELIME – Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(1), 7-23. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/528>
- Amado, N., Sánchez, J. y Pinto, J. (2015). A utilização do geômetra na demonstração matemática em sala de aula: O estudo da reta de Euler. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 29(52), 637-657. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n52a11>
- Arrieta, I. y Medrano, M. (2015). Un análisis de la capacidad espacial en estudios de ingeniería técnica. *PNA – Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, 9(2), 85-106. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/pna/article/view/6104>
- Ávila, F. (2016). *Acciones de un profesor en la clase de geometría cuando busca que sus estudiantes de grado octavo argumenten*. Trabajo de grado de Maestría en Docencia de la Matemática, Universidad Pedagógica Nacional. <https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1143781/25C-32581vila2016Acciones.pdf>
- Barra, E., Benevides, A. y Cabral, J. (2009). As demonstrações no ensino da geometria: Discussões sobre a formação de professores através do uso de novas tecnologias. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 22(34), 185-208. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221876009>
- Barrantes, M. y Blanco, L. (2004). Recuerdos, expectativas y concepciones de los estudiantes para maestro sobre la geometría escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 241-250. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v22-n2-barrantes-blanco>
- Barrantes, M., López, M. y Fernández, M. (2015). Análisis de las representaciones geométricas en los libros de texto. *PNA – Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, 9(2), 107-127. <https://doi.org/10.30827/pna.v9i2.6105>
- Bayer, A. y Petrella, B. (2003). A cultura indígena e a geometria: Aprendizado pela observação. *Acta Scientiae*, 5(2), 17-27. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/a-cultura-indigena-e-a-geometria-aprendizado-pela-observacao/#:~:text=Resumen.%20Este%20artigo%20trata%20de%20um%20estudo,e%20Tapes%2C%20no%20Rio%20Grande%20do%20Sul>
- Brown, T. L. y Hirschfeld, G. (2007). Students' conceptions of assessment and mathematics: Self-regulation raises achievement. *Australian Journal of Education & Development Psychology*, 7, 63-74. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ815623.pdf>



- Brunheira, L. y da Ponte, J. P. (2019). Justificando generalizações geométricas na formação inicial de professores dos primeiros anos. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 33(63), 88-108. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a05>
- Caldatto, M. y Pavanello, R. (2014). O processo de inserção das geometrias não euclidianas no currículo da escola paranaense: A visão dos professores participantes. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 28(48), 42-63. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a03>
- Cañadas, M., Castro, E. y Castro, E. (2008). Patrones, generalización y estrategias inductivas de estudiantes de 3o y 4o de Educación Secundaria Obligatoria en el problema de las baldosas. *PNA – Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, 2(3), 137-151. <https://doi.org/10.30827/pna.v2i3.6197>
- Carvajal, A. y Ezquerro, A. (2009). Tesouro. *TESAMAT*. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/119499>
- Caviedes, S., De Gamboa, G. y Badillo, E. (2020). Procedimientos utilizados por estudiantes de 13-14 años en la resolución de tareas que involucran el área de figuras planas. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 34(68), 1015-1035. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n68a09>
- Clemente, F. y Llinares, S. (2015). Formas del discurso y razonamiento configural de estudiantes para maestros en la resolución de problemas de geometría. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 9-27. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1332>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E. y Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
- Codina, A. y Romero, I. (2016). Entornos tecnológicos y su influencia en los espacios de trabajo matemático. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 30(54), 95-119. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n54a05>
- Crespo, C. y Farfán, R. (2005). Una visión socioepistemológica de las argumentaciones en el aula: El caso de las demostraciones por reducción al absurdo. *RELIME – Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(3), 287-317. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/510>
- Da Silva, H. y Flores, C. (2010). Uma proposta para relacionar arte e educação matemática. *RELIME – Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(3), 337-354. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/304>
- De Gamboa, G., Badillo, E. y Ribeiro, M. (2015). El horizonte matemático en el conocimiento para la enseñanza del profesor: Geometría y medida en Educación Primaria. *PNA – Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, 10(1), 1-24. <https://doi.org/10.30827/pna.v10i1.6093>
- Dias, M. (2013). A produção de significados de estudantes do ensino fundamental para tarefas geométricas. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 27(46), 433-450. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300007>
- Domingues, H. (2002). A Demonstração ao Longo dos Séculos. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 15(18). <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10593>
- Duarte, Á. y Scherer, S. (2014). (Re)construção de conhecimento sobre paralelogramos e o uso do software Klogo: Ações de uma professora de Matemática. *Acta Scientiae*, 16(3), 536-552. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/reconstruindo-o-conceito-de-paralelogramo-com-o-software-klogo-uma-experiencia-com-professores-de-matematica/>
- Escudero, I. (2005). Un análisis del tratamiento de la semejanza en los documentos oficiales y textos escolares de matemáticas en la segunda mitad del siglo XX. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 379-392. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3829>
- Espinoza, L., Vergara, A. y Valenzuela, D. (2018). Geometría en la práctica cotidiana: La medición de distancias inaccesibles en una obra del siglo XVI. *RELIME – Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 21(3), 247-274. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2131>
- Estrella, S., Olfos, R., Morales, S. y Vidal, P. (2017). Argumentaciones de estudiantes de primaria sobre representaciones externas de datos: Componentes lógicas, numéricas y geométricas. *RELIME – Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 20(3), 345-370. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2034>



- Evitts, T. (2004). *Investigating the mathematical connections that preservice teachers use and develop while solving problems from reform curricula* (Tesis de Doctorado.). The Pennsylvania State University. <https://catalog.libraries.psu.edu/catalog/2846559>
- Fernandes, S. y Healy, L. (2010). A inclusão de alunos cegos nas aulas de matemática: explorando área, perímetro e volume através do tato. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 23(37), 1111-1135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221915012>
- Ferreira, L. y de Melo, R. (2012). Pintar, Dobrar, Recortar e Desenhar: o ensino da Simetria e Artes Visuais em livros didáticos de matemática para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 26(42A), 291-310. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000100013>
- Flores, C. y Thadeu, M. (2005). Como representar um piso quadriculado: história da perspectiva e ensino de geometria. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 18(24). <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10499>
- Flores, C., Gómez, A. y Flores, Á. (2010). Esquemas de argumentación en actividades de geometría dinámica. *Acta Scientiae*, 12(2), 22-42. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/esquemas-de-argumentacion-en-actividades-de-geometria-dinamica/>
- Freitas, J. y Bosco, J. (2013). Um Estudo de Planos, Cilindros e Quádricas, na Perspectiva da Habilidade de Visualização, com o Software Winplot. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 27(46), 497-512. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300011>
- García-García, J. (2019). Escenarios de exploración de conexiones matemáticas. *Números – Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 100, 129-133. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/escenarios-de-exploracion-de-conexiones-matematicas/>
- Gisbert, J. P. y Panés, J. (2009). Publicación científica, indicadores bibliométricos e índice h de Hirsch. *Gastroenterol Hepatol*, 32(9), 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2008.09.024>
- Godino, J., Giacomone, B., Font, V. y Pino-Fan, L. (2018). Conocimientos profesionales en el diseño y gestión de una clase sobre semejanza de triángulos. Análisis con herramientas del modelo CCDM. *AIEM-Avances de Investigación en Educación Matemática*, 13, 63-83. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i13.224>
- Godino, J., Gonzato, M., Cajaraville, J. y Fernández, T. (2012). Una aproximación Ontosemiótica a la visualización en educación matemática. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 30(2), 109-130. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n2.653>
- Gomes, M. I., Reis, A. M. y Pisco, A. M. (2020). Promover o raciocínio geométrico em alunos com perturbação do espectro do autismo através de um ambiente digital. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 34(67), 375-398. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a02>
- Gómez, I., Botana, F., Escribano, J. y Abánades, M. (2016). Concepto de lugar geométrico. Génesis de utilización personal y profesional con distintas herramientas. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 30(54), 67-94. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n54a04>
- Gough, D., Oliver, S. y Thomas, J. (2012). An introduction to systematic reviews. *SAGE Publications*. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/an-introduction-to-systematic-reviews/book245742#preview>
- Grant, M. J. y Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Guillén Soler, G. (2001). Las relaciones entre familias de prismas. Una experiencia con estudiantes de Magisterio. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 19(3), 415-431. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3992>
- Guillén, G. (2000). Sobre el aprendizaje de conceptos geométricos relativos a los sólidos. Ideas erróneas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(1), 35-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4055>
- Guinjoan, M., Fortuny, J. y Gutiérrez, A. (2015). Análisis del comportamiento de alumnos expertos resolutores de problemas en el contexto del concurso matemático Pruebas Cangur. *Enseñanza de las ciencias*, 33(1), 29-46. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1438>



- Gutiérrez, A. (2006). La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. En P. Flores, F. Ruiz y M. de la Fuente (Eds.), *Geometría para el siglo XXI* (pp. 13-58). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas; Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales. <https://www.uv.es/~gutierre/archivos1/textospdf/Gut06.pdf>
- Gutiérrez, A. y Jaime, A. (2015). Análisis del aprendizaje de geometría espacial en un entorno de geometría dinámica 3-dimensional. *PNA-Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas*, 9(2), 53-83. <https://doi.org/10.30827/pna.v9i2.6106>
- Henríquez, C. y Montoya, E. (2015). Espacios de trabajo geométrico sintético y analítico de profesores y su práctica en el aula. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(2), 51-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1408>
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-3), 55-85. <https://doi.org/10.1023/A:1012789201736>
- Kaleff, A. (2007). Registros semióticos e obstáculos cognitivos na resolução de problemas introdutórios às geometrias não-euclidianas no âmbito da formação de professores de matemática. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 20(28), 69-94. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1532>
- Kenedi, A., Helsa, Y., Ariani, Y., Zainil, M. y Hendri, S. (2019). Mathematical connection of elementary school students to solve mathematical problems. *Journal on Mathematics Education*, 10(1), 69-80. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1204804.pdf>
- Lanciano, N. y Camino, N. (2008). Del ángulo de la geometría a los ángulos en el cielo. Dificultades para la conceptualización de las coordenadas astronómicas acimut y altura. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(1), 77-92. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3691>
- Larios, V., Pino-Fan, L. y González, N. (2017). Esquemas argumentativos de estudiantes de secundaria en ambientes de geometría dinámica. *AIEM- Avances de Investigación En Educación Matemática*, 12, 39-57. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i12.143>
- Lucio, J. (2003). *Ciencia y tecnología en la universidad colombiana*. Observatorio Colombiano de Ciencias y Tecnología.
- Mammana, C. y Villani, V. (1994). *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-5226-6>
- Manchado, R., Tamames, S., López, M., Mohedano, L., D'Agostino, M. y Veiga, J. (2009). Revisiones sistemáticas exploratorias: Scoping review. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 55(216), 12-19. <https://doi.org/10.4321/S0465-546X2009000300002>
- Marmolejo, G. y González, M. (2015). Control visual en la construcción del área de superficies planas en los textos escolares. Una metodología de análisis. *RELIME-Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(3), 301-328. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1831>
- Matos, J. y Leme, M. (2011). O movimento da matemática moderna e diferentes propostas curriculares para o ensino de geometria no Brasil e em Portugal. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 24(38), 171-196. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/4600/3706>
- Molina, O., Font, V. y Pino-Fan, L. (2019). Estructura y dinámica de argumentos analógicos, abductivos y deductivos: un curso de geometría del espacio como contexto de reflexión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 93-116. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2484>
- Montoya, E. (2014). El proceso de prueba en el espacio de trabajo geométrico: profesores en formación inicial. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 227-247. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1049>
- Murari, C. y Perez, G. (2002). O uso de espelhos e caleidoscópios em atividades educacionais de geometria para 7a e 8a séries. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 15(18), 1-25. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/download/10561/6965/56398>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.



- Newman, M. y Gough, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. En Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., Bond, M., Buntins, K. (eds), *Systematic Reviews in Educational Research*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1
- Nunes, A., Baltar, P. y de Melo, R. (2014). Grandeza Volume: um estudo exploratório sobre como alunos do ensino médio lidam com situações de comparação. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 28(50), 1172-1192. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n50a09>
- Pastre, G. y Dias, M. (2018). Construções em geometria euclidiana plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 32(60), 92-116. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a05>
- Pereira, C. y Alencar, S. (2013). A gênese instrumental na interação com o geogebra: uma proposta para a formação continuada de professores de matemática. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 27(46), 349-365. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2013000300002>
- Picado, M., Rico, L. y Gómez, B. (2015). Enseñanza de las unidades métricas en España en la segunda mitad del siglo XIX. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(3), 175-196. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1567>
- Pivatto, W., Schuhmacher, E. y de Carvalho, S. (2015). As geometrias esférica e hiperbólica em foco: sobre a apresentação de alguns de seus conceitos elementares a estudantes do ensino médio. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 29(51), 419-427. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n51r03>
- Prior, J. y Torregrosa, G. (2013). Razonamiento configuracional y procedimientos de verificación en contexto geométrico. *RELIME-Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 16(3), 339-368. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1633>
- Prior, J. y Torregrosa, G. (2020). Razonamiento configuracional y espacio de trabajo geométrico en la resolución de problemas de probar. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 34(66), 178-198. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a09>
- Radford, L. (2008). The ethics of being and knowing: Towards a cultural theory of learning. En L. Radford, G. Schubring y F. Seeger (Eds.), *Semiotics in mathematics education: Epistemology, history, classroom, and culture* (pp. 215-234). Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789087905972_013
- Reyes, A., Rondero, C., Acosta, J., Campos, M. y Torres, A. (2017). Reduccionismo didáctico y creencias de profesores acerca del teorema de Pitágoras. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 31(59), 968-983. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n59a06>
- Ribeiro, E., Godoy, M. y Queiroz, A. (2015). A negociação de sinais em libras como possibilidade de ensino e de aprendizagem de geometria. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 29(53), 1268-1286. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n53a23>
- Richard, P., Meavilla, V. y Fortuny, J. M. (2010). Textos clásicos y geometría dinámica: estudios de un aporte mutuo para el aprendizaje de la geometría. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(1), 95-112. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3624>
- Rosas, J. y Moretti, M. (2020). Using Dynamical Geometry Softwares in the study of Plane Geometry: potentialities and limitations. *Acta Scientiae*, 22(5), 25-43. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5870>
- Rueda-Clausen, C. F., Villa-Roel, C. y Rueda-Clausen, C. E. (2005). Indicadores bibliométricos: Origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*, 8, 29-36. <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/208>
- Sánchez, G., Moreno, M., Pérez, P. y Callejo, M. (2018). Trayectoria de aprendizaje de la longitud y su medida como instrumento conceptual usado por futuros maestros de educación infantil. *RELIME-Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 21(2), 203-228. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2124>
- Santa, Z., Jaramillo, C. y Gualdrón, É. (2018). Colectivo de Profesores-con-Dobla-do-de-Papel en Tareas de Geometría Escolar. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 1092-1112. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a17>



- Saorín, A., Torregrosa, G. y Quesada, H. (2019). Razonamiento configural y desarrollo del discurso en la resolución de problemas empíricos en contexto geométrico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(3), 89-109. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2431>
- Sinclair, N., Bartolini Bussi, M. G., de Villiers, M., Jones, K., Hortenkamp, U., Leung, A. y Owens, K. (2016). Recent research on geometry education: An ICME-13 survey team report. *ZDM – Mathematics Education*, 48(5), 691-719. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0796-6>
- Strauss, A. y Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. SAGE Publications.
- Torregrosa, G., Quesada, H. y Penalva, M. (2010). Razonamiento configural como coordinación de procesos de visualización. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(3), 327-340. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.187>
- Tümkeya, S. y Ulum, H. (2020). A systematic review of the approaches enhancing the mathematics achievement. *Journal of Education Culture and Society*, 11(2), 171-182. <https://doi.org/10.15503/jecs2020.2.171.182>
- Turgut, M., Yenilmez, K. y Anapa, P. (2014). Symmetry and rotation skills of prospective elementary mathematics teachers. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 28(48), 383-402. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a19>
- Valero, P., Andrade-Molina, M. y Montecino, A. (2015). Lo político en la educación matemática: de la educación matemática crítica a la política cultural de la educación matemática. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa*, 18(3), 287-300. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1830>
- Vanegas, Y. y Giménez, J. (2018). Conexões extra-matemáticas na formação inicial de docentes. *Estudos Avançados*, 32(94), 153-169. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0012>
- Vasco, C. E. (2006). *Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019*. Academia Colombiana de Pedagogía y Educación. <https://doi.org/10.17227/01212494.24pys33.41>
- Vieira, P. y Santos, L. (2018). Compreensão da representação bidimensional de polígonos por alunos do 6º ano em tarefas de avaliação externa. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 847-868. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a05>
- Villani, V. (2001). *¿Por qué un estudio en geometría?* Documento de discusión para un estudio ICMI. Pisa: Departamento de Matemática, Universidad de Pisa.



Dos décadas de investigación en didáctica de la geometría en Iberoamérica: una revisión sistemática-exploratoria (Juan Pablo Vargas Herrera • Yuly Vanegas • Joaquín Giménez)

Uniciencia is protected by Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported
 (CC BY-NC-ND 3.0)