

Tendencias en la investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría: perspectivas desde dos grupos de trabajo

Trends in Research on Teaching and Learning of Geometry:
Perspectives from two working groups

Orlando Vázquez ¹ 

Maricela Bonilla ² 

Teresa F. Blanco ³ 

Pablo G. Sequeiros ⁴ 

Resumen

En este capítulo se explora el panorama de la investigación en enseñanza y aprendizaje de la geometría en el grupo GTT2 de la Sociedad Mexicana de Investigación y Educación Matemática (SOMIDEM) y en el grupo APRENGEOM de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), abordando tanto los desafíos que enfrentan los educadores como los enfoques innovadores que surgen para enfrentarlos. Se presentan las principales líneas que han desarrollado cada uno de estos grupos a través de la producción científica y los aportes a los simposios de cada una de las sociedades, con énfasis en sus desafíos. Los resultados de este análisis conjunto permiten establecer intereses comunes, aunque también ponen de manifiesto algunas diferencias, sobre todo de contexto, que determinan y establecen los desafíos a los que se enfrentan cada uno de ellos.

¹ orlando.vazquezp@aefcm.gob.mx

Escuela Normal Superior de México (ENSM), SOMIDEM

² maricela.bonillag@aefcm.gob.mx

Escuela Normal Superior de México (ENSM), SOMIDEM

³ teref.blanco@usc.es

Universidade de Santiago de Compostela (USC), SEIEM

⁴ pablo.gonzalez.sequeiros@usc.es

Universidade de Santiago de Compostela (USC), SEIEM

Vázquez, O., Bonilla, M., Blanco, T.F., & Sequeiros, P.G. (2025). Tendencias en la investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría: perspectivas desde dos grupos de trabajo. En E. Flores-Medrano, M. Molina, I. Sandoval, & I. Polo-Blanco (Eds.), *Educación Matemática en México y España: Investigaciones y líneas de trabajo compartidas* (pp. 287–315). Editorial SOMIDEM - SEIEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S2/2025/03-11>

Palabras clave

Enseñanza de las matemáticas, geometría, recursos tecnológicos, visualización, argumentación.

Abstract

This chapter explores the research landscape in geometry teaching and learning in the GTT2 group of the Sociedad Mexicana de Investigación y Educación Matemática (SOMIDEM) and the APRENCEOM group of the Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), addressing both the challenges faced by educators and the innovative approaches that are emerging to address them. The main lines developed by each of these groups are presented through the scientific production and contributions to the symposia of each of the societies, focusing on their challenges. The results of this joint analysis allow us to identify common interests, but also some differences, particularly in terms of context, which determine and define the challenges faced by each of them.

Keywords

Mathematics education, geometry, technology resources, visualization, argumentation.

Introducción

La geometría, como rama fundamental de las matemáticas, ha experimentado una notable evolución en sus métodos de enseñanza y aprendizaje. Tradicionalmente centrada en la memorización de fórmulas y la resolución de problemas estáticos, actualmente se enfrenta a desafíos que demandan un enfoque más dinámico e interactivo. El interés actual por la enseñanza y el aprendizaje de la geometría se ha recogido en el Estudio número 26 de la Comisión Internacional de Instrucción Matemática (Lowrie et al., 2024), donde se exploran los avances recientes y los desafíos vigentes. Este análisis presta especial atención a los cambios ocurridos en las últimas tres décadas y destaca que la geometría constituye una herramienta poderosa para fomentar la comprensión de conceptos complejos, no solo dentro de las matemáticas escolares, sino también en contextos más amplios. Se analiza la naturaleza y el papel de la geometría en la educación matemática y en disciplinas relacionadas, con el objetivo de profundizar en la investigación, ampliar el conocimiento, innovar en las pedagogías y diseñar enfoques internacionales que potencien su enseñanza. Así, como temas principales del estudio se abordan: Perspectivas teóricas, Enfoques curriculares y metodológicos, Recursos para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría y Perspectivas multidisciplinares. Además, se hace hincapié en que estamos atravesando el período más dinámico y prometedor en la educación geométrica de los últimos cien años.

Siguiendo esa tendencia, los grupos que investigan en aprendizaje y enseñanza de la geometría en México y España han querido, con este capítulo, sumarse al análisis de la evolución que ha sufrido la investigación en

educación geométrica en estos últimos años dentro de cada una de las sociedades. La Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática (SOMIDEM) organiza su labor a través de 18 Grupos de Trabajo Temáticos (GTT). Entre ellos, el GTT2 se enfoca en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, con o sin la incorporación de tecnologías. Por su parte, la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM) cuenta con 11 grupos de trabajo, entre los que se encuentra el grupo de aprendizaje de la geometría, al que en adelante nos referiremos como APRENGEOM. Este capítulo presenta la evolución reciente de ambos grupos con relación a sus principales objetivos y líneas de investigación. Asimismo, se identifican posibles puntos de convergencia entre ambos colectivos y se destacan aquellos elementos que los diferencian.

El GTT2 y su participación en SOMIDEM

En México, en cada cambio de gobierno (sexenio), por lo general se hacen reformas educativas y con ello, cambios en los *Planes y programas de estudios* para la educación básica y Normal (formadores de docentes). Con respecto al estudio de la Geometría Plana y del Espacio, y de acuerdo con revisiones que hemos hecho en los *Planes y programas de estudio* para la educación secundaria (1993, 2006, 2011, 2017 y 2022), los contenidos geométricos han cambiado en cuanto al orden y número de temas que se deben estudiar a lo largo de los tres grados de secundaria (Cruz y Vázquez, 2025). Con relación a la formación docente en las Escuelas Normales Públicas ha ocurrido lo mismo en sus *Planes y Programas de estudios* (1983, 1999, 2018 y 2022).

La Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática (SOMIDEM), fundada en 2013, pretende promover el desarrollo y consolidación de la investigación en la Educación Matemática en México, con el propósito de promover la discusión e intercambio de conocimientos y experiencias, para de esta manera potenciar los resultados de investigación e impactar en las instituciones escolares en sus distintos niveles y en la sociedad.

Principales objetivos del GTT2

La SOMIDEM ha dividido su esfuerzo en diversos temas, para ello, se han llevado a cabo dos congresos internacionales, el primero de ellos fue en 2023 (SOMIDEM1) y el segundo congreso en 2025 (SOMIDEM2).

En ambos congresos se han formado grupos de trabajo denominados Grupo de Trabajo Temático (GTT). Los miembros y colaboradores se han ido modificando en ambos. Para el caso de SOMIDEM2 actualmente lo conforman 18 GTT. El que aquí interesa es el GTT2: *Enseñanza y aprendizaje de la geometría con o sin el uso de la tecnología* (de aquí en adelante GTT2). Actualmente, el GTT2 para SOMIDEM2 está integrado por algunos

docentes de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas de la Escuela Normal Superior de México (ENSM) del turno vespertino. Después de haber revisado lo estipulado en SOMIDEM1, se plantearon los siguientes objetivos para SOMIDEM2:

- 1) Promover la discusión y difusión desde diferentes perspectivas de la investigación en la enseñanza y aprendizaje de la geometría con o sin el uso de la tecnología en los distintos niveles educativos y formación de docentes.
- 2) Identificar los enfoques y resultados de la investigación en torno a esta temática en México.
- 3) Construir un programa de investigación que aluda a la problemática en torno a la enseñanza y aprendizaje de la geometría y hacer que los resultados de la investigación en el tema tengan un impacto en el currículo y en el conocimiento de los profesores del país.
- 4) Crear espacios de proyectos colaborativos de investigación nacional e internacional en esta temática.

Temas centrales

El GTT2 se ha enfocado principalmente en los siguientes temas de interés:

- Resolución de problemas geométricos en la educación básica (primaria, secundaria y medio superior) y formación docente.
- Conexiones de la geometría con otras ramas de la matemática.
- Enseñanza y aprendizaje de la geometría con o sin uso de la tecnología en distintos niveles educativos.
- Uso de materiales y recursos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de la geometría.
- La geometría en el currículo escolar.
- Propuestas didácticas de enseñanza de la geometría en los distintos niveles educativos.

Principales marcos teóricos y metodológicos empleados

El GTT2 ha decidido citar perspectiva teórica referencial, en lugar de marco teórico por muchas razones. En principio, porque la perspectiva teórica amplía la visión de las teorías considerándola de modo holístico y porque permite considerar, al mismo tiempo, varias teorías que confluyen en un solo punto (Martínez, 2006), en cambio, el término marco teórico, a decir del autor referido, indica enmarcar o delimitar la búsqueda del investigador, contrario a lo que se persigue en cada investigación. Por otra parte, un marco teórico definido nos impone, ya desde el principio, todo un mundo teórico, conceptual e interpretativo que pudiera no ser el más adecuado para entender la realidad de la investigación, sino más bien un filtro epistemológico que restringe el conjunto de interpretaciones posibles.

La perspectiva teórica referencial utilizada por el grupo GTT2 está orientada en tres perspectivas de carácter: epistemológico, cognitivo y social. La metodología de la investigación que se utiliza esencialmente es de carácter cualitativo conforme a la perspectiva de Eisner (1998), Martínez (2006), Carvalho (2008) y Álvarez-Gayou (2010). En la perspectiva epistemológica Hoffer (1981) plantea que la enseñanza de la geometría debe centrarse hacia el desarrollo de habilidades que no sean orientadas a la demostración formal ni a un nivel de comprensión superior. En este sentido, destaca cinco de este tipo de habilidades: visual, verbal, de dibujar, lógica y de modelar. Para valorar el nivel de desarrollo de estas cinco habilidades, se consideran los niveles de razonamiento geométrico de los Van Hiele (1957). Con relación a la perspectiva cognitiva, interesan los aspectos que ocurren al interior y exterior del pensamiento de los estudiantes, a este respecto, Frawley (1999) argumenta que es casi imposible pensar por los demás, esto es, nadie más sabe lo que está procesando el pensamiento de un sujeto, sino él mismo. En este sentido, podemos señalar que lo que se ha obtenido en algunas investigaciones, no son resultados de lo que realmente pensaron o de lo que pasó por la mente de los estudiantes al momento de dar respuestas a las preguntas y problemas que se les plantearon en cada situación, sino más bien, se obtuvieron evidencias de lo que ellos mismos plasmaron en los trazos que realizaron en los instrumentos de carácter conceptual y procedimental (Vázquez & Elizarrarás, 2016). Por perspectiva social, aquí nos referimos a las matemáticas en la sociedad, pues la matemática, más que un conocimiento en sí mismo, debe ser útil en la vida cotidiana.

Resultados recientes o proyectos destacados

Algunas de las acciones realizadas por los integrantes del GTT2 son investigaciones en curso, otras están en proceso de ser publicadas, tales como *Resolución de problemas geométricos en la formación docente inicial* (Vázquez et al., 2023). Otro proyecto concluido como parte del año sabático en el ciclo escolar 2022-2023 fue el de *Resolución de problemas geométricos con estudiantes normalistas de la licenciatura en enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación secundaria* (aún no publicado), cuyos derechos de autor le pertenecen a la Secretaría de Educación Pública (SEP) por haber sido financiados por ésta.

Como ya se ha referido, el primer congreso de SOMIDEM, denominado SOMIDEM1, se llevó a cabo mediante la modalidad virtual del 9 al 14 de marzo de 2023. Este congreso permitió la participación de asociados de México, pero también de investigadores de otros países, tales como Argentina, Chile, Colombia, España, Estados Unidos, Países Bajos, San Marino y Venezuela. SOMIDEM1 estuvo constituido por 18 GTT, que representan los distintos intereses de la comunidad SOMIDEM. Como producto de

SOMIDEM1, surgió una publicación (Sánchez et al., 2024) con 70 capítulos en los que se pueden encontrar dos trabajos pertenecientes al GTT2 y cinco más que están relacionados con el estudio de la geometría incluidos en otros GTT. Derivado de esta publicación se pudieron identificar algunas líneas temáticas, a saber: Conexiones de la geometría con otras ramas de la matemática.

Benavides (2024) planteó una propuesta didáctica mediante la articulación pedagógica interdisciplinar justificada por la dificultad de los estudiantes de Construcciones Metálicas en el logro de competencias matemáticas, según los resultados de pruebas internas y externas. La articulación se realiza en geometría bajo el modelo de razonamiento y fases que propone Van Hiele y el Aprendizaje Basado en Problemas. Con dicha propuesta se espera obtener evidencias de integración de conocimientos, del trabajo en equipo y de la autonomía en la indagación de información y adquisición de conocimientos.

Enseñanza de la geometría en la educación básica y formación docente

Fúmemé (2024), como parte de las actividades investigativas del Doctorado Interinstitucional en Educación, expone los resultados de una propuesta de actividades que tienen como eje fundamental la gestión de los procesos cognitivos de visualización, representación y argumentación. Este estudio se enfocó en representaciones de algunos cuerpos geométricos realizadas por estudiantes de tercer grado de educación primaria. A partir de un análisis del enfoque mixto de investigación, se describe lo ocurrido en el proceso de aprendizaje de formas de representaciones de algunos cuerpos geométricos y se contrastan las representaciones cuantitativamente. El principal resultado indica que los procesos cognitivos destacados permitieron un alto grado de variación en el nivel de iconicidad de las representaciones.

Núñez y Cabañas (2024) describen el razonamiento matemático basado en los argumentos de dos profesores de secundaria, en el marco de la generalización de patrones cuadráticos figurales. El estudio se fundamenta en una propuesta teórico- metodológica que articula definiciones de Peirce con elementos del modelo argumentativo de Toulmin para delimitar el razonamiento desde los argumentos. Los resultados evidencian que los profesores se movilizaron en el razonamiento abductivo, inductivo y deductivo, basados en acciones como el conteo estratégico, la composición y descomposición del patrón figural, la formulación, verificación y validación de conjeturas.

Enseñanza y aprendizaje de la geometría con uso de la tecnología en nivel universitario

Fernández y Santacruz (2024) presentaron avances de una investigación doctoral sobre las habilidades de visualización dinámica tridimensional con

estudiantes universitarios cuando se les plantean problemas de lugares geométricos en el espacio usando geometría dinámica. Este estudio buscó fomentar habilidades de visualización tales como control teórico, predicción geométrica y cristalización. De modo preliminar encontraron que los estudiantes presentan dificultades para imaginar lugares geométricos en el espacio; sin embargo, el uso de geometría dinámica durante las actividades promovió que los estudiantes desarrollaran habilidades de visualización en geometría 3D, tales como la predicción y la construcción geométrica.

Propuestas de enseñanza en el nivel básico y medio superior

La historia de las matemáticas también juega un papel importante en la enseñanza de la geometría, a este respecto, Viramontes y Chavira (2024) plantean el uso de fuentes históricas originales en el diseño de actividades para promover el desarrollo del pensamiento matemático y, a su vez, dotar a los profesores de herramientas didácticas fundamentadas en la historia de las matemáticas para su uso en el aula. El marco teórico contempla el diseño de las actividades de aprendizaje que se fundamentan en la teoría de la cognición distribuida que estudia la coordinación entre los individuos, los artefactos y el medio ambiente. La metodología utilizada es la creación de ambientes de aprendizaje reflexivos de indagación.

En el nivel medio superior, Rodríguez y Espinosa (2024) estudiaron la construcción de la identidad matemática en alumnas que cursan el tercer semestre de la Educación Media Superior, con la finalidad de hacer visibles sus procesos de construcción en el área de las matemáticas y así contribuir a la línea de investigación Género y Matemáticas. La investigación tuvo como interés considerar la historia matemática y los conocimientos previos con los que cuentan las mujeres al resolver problemas. Para este fin, utilizaron la perspectiva de modelos y modelación, lo que permite que el estudiantado realice múltiples interpretaciones para la construcción de una posible solución a problemas. Es una investigación descriptiva con enfoque cualitativo, se pretende diseñar actividades de modelación en geometría analítica desde la perspectiva de modelos y modelación.

Resolución de problemas geométricos en la formación docente

Flores y Cabañas (2024) han investigado el proceso configural de dos futuros profesores de matemáticas al resolver un problema clásico de geometría. Se encontró que está anclado a dos tipos de aprehensiones: la aprehensión discursiva y la aprehensión operativa. El análisis de los datos empíricos se apoyó en el modelo cognitivo del razonamiento configural para identificar la conjetura que establecen, así como los procesos lógico-deductivos que desarrollan para probarla. Los hallazgos muestran que la coordinación entre las aprehensiones discursiva y operativa favoreció el desarrollo de procesos

lógico-deductivos, lo que desembocó en el desarrollo de un proceso de truncamiento, y con ello la demostración del problema.

SOMIDEM2 se llevó a cabo del 10 al 16 de marzo de 2025. Nuevamente participaron 18 GTT. Para el GTT2 se recopilaron 12 resúmenes de los cuales solo se aceptaron 9 para su publicación en las preactas (<https://somidem.org.mx/?view=preactagt2brt&id=1220>). A continuación, se agrupan los resúmenes de acuerdo con las líneas temáticas de interés del GTT2.

Enseñanza y aprendizaje de la geometría en educación secundaria

Solis (2025) expone el *barroco mexicano como pretexto del uso de la geometría en educación básica*. Plantea que la geometría en educación básica tiene como uno de sus propósitos el estudio de las formas y figuras (como triángulos, rectángulos y círculos), así como describir sus propiedades. Con el *Plan de estudios* (SEP, 2024) el campo de formación Saberes y pensamiento científico tiene como uno de sus objetos de aprendizaje la comprensión y explicación de diversos fenómenos y procesos naturales que involucran la tecnología. Con base en lo anterior, en este trabajo se realiza una propuesta interdisciplinaria que considera el descubrimiento realizado en 1995 por el arquitecto mexicano Franklin Fernández: el trazo original del Barroco a través de un anagrama denominado “Signo de María”. Localizado en algunos edificios religiosos de esos periodos, este trabajo de dicho arquitecto es relevante, dado que demostró con estudios geométricos que el anagrama en relieve representa el trazado armónico de algunas partes arquitectónicas. A partir de este trabajo, se puede hacer más recreativa la enseñanza de la geometría en educación básica y, al mismo tiempo, fomentar en los estudiantes un gusto por la matemática. Quijano y Corica (2025) se centran en el estudio de la geometría espacial en la escuela secundaria. Con la Teoría Antropológica de lo Didáctico como marco referencial, se caracteriza la organización matemática estudiada en relación con la geometría espacial en los primeros cuatro años de escuelas de secundaria. Se describieron y analizaron las tareas escolares presentes en el registro de clases de estudiantes de tres instituciones de una ciudad de la provincia de Río Negro, Argentina. Los principales resultados señalan que el estudio de la geometría espacial es limitado, mayormente vinculado con la aritmética y álgebra. Particularmente, las tareas se relacionan con el cálculo de áreas y volúmenes de cuerpos, mediante fórmulas brindadas previamente.

Enseñanza y aprendizaje de la geometría con o sin uso de la tecnología en el nivel medio superior y universitario

En el nivel medio superior, Cabral y Alvarado (2025) proponen un ambiente de aprendizaje diseñado bajo la metodología STEAM para las relaciones

trigonométricas en situaciones reales con estudiantes de nivel medio superior. La metodología es la Investigación Basada en el Diseño, que sigue ciclos iterativos de concepción de las actividades del ambiente de aprendizaje, su implementación y validación empírica, así como la mejora continua. La propuesta sucede en un contexto forestal en Durango, donde los estudiantes diseñan prototipos para medir alturas de árboles y delimitar terrenos con métodos que requieren modelar relaciones trigonométricas. En el estudio participaron 27 estudiantes, los datos se recolectaron con videos, notas de campo de observadores participantes, fotografías de producciones escritas y prototipos construidos por los estudiantes. La validación se realiza a la luz de los principios de diseño del marco de integración STEAM, destacando los aprendizajes en trigonometría que promueve. Alonso y Hernández (2025) proponen la enseñanza de la geometría a través de GeoGebra como herramienta clave para estudiantes de Ingeniería en Computación. El estudio alude a la enseñanza de matemáticas en la Facultad de Ingeniería en el estado de Guerrero y al tipo de dificultades que enfrentan los estudiantes para conectar conceptos abstractos con aplicaciones prácticas. Para ello, se utiliza GeoGebra como medio de enseñanza para visualizar conceptos de la geometría como vectores y matrices, facilitando su comprensión. Los resultados de este estudio en proceso indican que GeoGebra mejora la comprensión de la geometría, permitiendo a los estudiantes identificar y representar relaciones vectoriales con precisión. Esto sugiere que herramientas tecnológicas como GeoGebra son efectivas para fortalecer la enseñanza de matemáticas en el contexto universitario. López (2025), en su estudio denominado *Repensando la Geometría Analítica Escolar*, expone los resultados y reflexiones sobre la Transposición Didáctica que ha sufrido la Geometría Analítica en la escuela. Esta caracterización se hace a partir de análisis documentales y comparaciones entre un estudio histórico-epistemológico y programas de estudio de matemáticas y libros de textos. Se reportan las características de esta transposición e identifican tres elementos fundamentales que se han perdido en el proceso transpositivo: El método analítico, el rol del parámetro y la ecuación paramétrica, y el sistema de referencia desde un punto de vista más amplio. Con base en estas consideraciones se propone una reflexión para reducir la distancia entre los saberes originales y los escolares de la Geometría Analítica.

Enseñanza y aprendizaje de la geometría en la formación docente

Bonilla et al. (2025) presentan los resultados de lo que realizó un docente en formación inicial de la Escuela Normal Superior de México (ENSM) con respecto a la implementación de una secuencia didáctica en una escuela secundaria sobre el tema “Explora las figuras básicas como rectas y ángulos y su notación”. La investigación se apoya en el Enfoque Ontosemiótico del

Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS), que es un marco teórico integrativo que ofrece de herramientas teóricas necesarias para el estudio de los fenómenos didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se pone atención en la idoneidad didáctica, específicamente en la idoneidad en la faceta epistémica, en la que el docente señala que la reflexión realizada le permitió analizar su propia práctica, lo que le ayudará a lograr mejoras progresivas en la misma y a tomar decisiones adecuadas en las distintas fases relacionadas con el diseño, la implementación y la evaluación de la secuencia didáctica. Por su parte, Vázquez et al. (2025) reportan el interés por identificar, analizar e interpretar aspectos relacionados con la geometría plana y del espacio con docentes en formación de la ENSM del turno vespertino. El estudio está en proceso de indagar más sobre los hallazgos y evidencias que se encontraron al aplicar instrumentos de carácter conceptual y procedimental relacionados con el estudio de la geometría plana y del espacio. Esto se llevó a cabo durante el ciclo escolar 2024-2025 con dos grupos de primer semestre que están cursando la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas (LEAM).

La geometría en el currículo escolar

Cruz y Vázquez (2025) han realizado un *análisis comparativo de los Programas de Estudio de Geometría Plana y del Espacio de nivel secundaria de 1993, 2006, 2011, 2017 y 2022*. En este reporte de investigación, se analizan y contrastan los cambios que han tenido los diferentes Planes y Programas de estudios de las diferentes Reformas Educativas que se han realizado desde 1993 hasta 2022, se pretende indagar los contenidos geométricos presentes en cada reforma educativa, el tipo de enfoques de enseñanza, así como los propósitos perseguidos en cada una de ellas.

Uso de materiales y recursos didácticos en la enseñanza y aprendizaje de la geometría

Ramírez y Soto (2025) plantean que la geometría es fundamental en la educación matemática, pues fomenta el razonamiento lógico y el pensamiento espacial. Sin embargo, su enseñanza enfrenta diversas dificultades, especialmente al traducir conceptos abstractos en aprendizajes significativos. En este contexto, el enfoque del Building Thinking Classroom (BTC) propuesto por Liljedahl (2021) ofrece un marco para rediseñar las dinámicas de enseñanza, destacando el uso de materiales didácticos como recursos esenciales para estimular el pensamiento matemático y la participación. Este artículo explora cómo el uso de materiales didácticos, integrado en un BTC, transforma el aprendizaje geométrico. A través de una metodología mixta, se propone una investigación para evaluar el impacto de estos materiales en el desarrollo de habilidades geométricas. El análisis sugiere

que los recursos manipulativos y visuales fomentan la interacción, la reflexión y el aprendizaje en entornos colaborativos.

Líneas futuras del GTT2

Desafíos o temas emergentes

El grupo GTT2 considera que necesitamos investigar qué ocurre en educación preescolar (3 a 6 años) y primaria (6 a 12 años), es decir, qué estrategias y materiales didácticos de enseñanza utilizan las y los docentes de este nivel educativo para enseñar a los infantes nociones geométricas, figuras y cuerpos geométricos, y cómo interactúan los docentes con los infantes y, al mismo tiempo, qué reacciones o estímulos tienen los infantes al propiciarles los materiales didácticos. Es por ello que se requiere:

- Análisis del currículo con relación a los contenidos de geometría en educación preescolar, primaria, secundaria, medio superior y Educación Normal (formación de docentes).
- Propuestas metodológicas para la enseñanza y aprendizaje de la geometría en educación preescolar, primaria, secundaria, media superior y Formación Docente.

El grupo APRENGEOM en la SEIEM

El grupo APRENGEOM es uno de los once grupos de trabajo de la SEIEM. Su objetivo principal es el estudio del aprendizaje y la enseñanza de la geometría en todos los niveles educativos, con especial atención al uso de diversos recursos —tanto manipulativos como tecnológicos— como facilitadores de estos procesos. Se trata de un grupo abierto dirigido por un coordinador o coordinadora, al igual que el resto de los grupos de la sociedad, compuesto en su mayoría por socios de la SEIEM vinculados al área de Didáctica de la Matemática y a la formación del profesorado. No obstante, también participan estudiantes de doctorado y, en menor medida, profesoras y profesores de los niveles de educación secundaria y primaria. La pertenencia a un grupo de trabajo de la sociedad no impide la participación simultánea en otros. Esta estructura flexible contribuye a que exista una notable variabilidad tanto en el número de integrantes como en sus perfiles formativos y en los objetivos que persiguen.

A lo largo de los 27 años de historia de la SEIEM, la geometría ha ocupado un lugar destacado en cuatro de los simposios de la sociedad, habiéndosele dedicado uno de los seminarios principales y dado, por tanto, protagonismo al grupo APRENGEOM. En el primero de ellos, el tercer simposio de la SEIEM (Ortega, 1999), se abordaron múltiples cuestiones vinculadas a la geometría, pero sin una línea temática común. El segundo seminario se centró en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría (Moreno et al., 2010) y en el del 2013 el eje temático se orientó hacia la

investigación en didáctica de la geometría. De la Torre (2013) señalaba entonces que, a pesar de su relevancia, la investigación en didáctica de la geometría no figuraba entre las áreas más activas en las agendas de investigación, tanto a nivel nacional como internacional, pero también se observaba un creciente interés y un ligero aumento en las publicaciones relacionadas con la geometría. Este interés se ha visto impulsado por el uso del software de geometría dinámica GeoGebra, que en aquel momento ganaba progresivamente popularidad y actualmente se encuentra ampliamente difundido en todos los niveles educativos. En efecto, a lo largo de esta última década, los avances tecnológicos han ampliado considerablemente las posibilidades para la enseñanza y aprendizaje de la geometría. Además de este, recursos como la robótica, el diseño 3D y las tecnologías de realidad aumentada y virtual se han integrado progresivamente, abriendo nuevas vías para la investigación y fortaleciendo el interés por la didáctica de la geometría en los foros académicos nacionales e internacionales. En 2024, en el cuarto seminario de la SEIEM dedicado a la geometría bajo el título *Geometría en evolución: desafíos e innovación en el aprendizaje*, se presentaron tres perspectivas sobre la adaptación de la enseñanza y el aprendizaje de la geometría a un panorama educativo en constante evolución (Blanco, 2024). Las dos primeras mostraron, respectivamente, cómo se están adaptando teorías de otras disciplinas y cómo se integran varios marcos teóricos en la Didáctica de la Matemática para comprender mejor cómo aprenden los estudiantes y sus dificultades. La tercera se centró en la realidad virtual como recurso emergente.

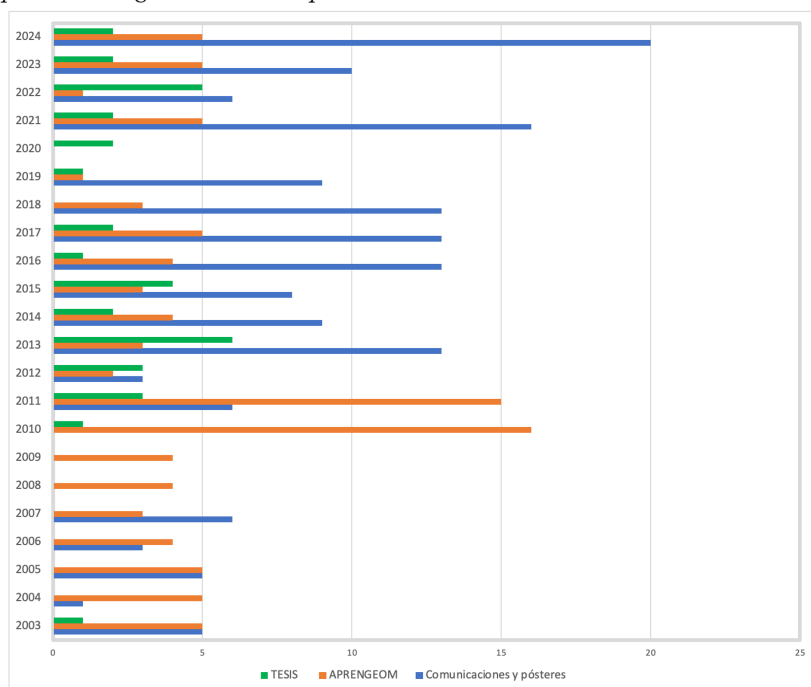
En los simposios de la SEIEM, además de los seminarios generales y las comunicaciones, todos los grupos de trabajo disponen de un espacio específico para desarrollar sus actividades. En estos espacios se presentan investigaciones recientes —tanto en estado inicial como ya finalizadas—, tesis, proyectos o talleres prácticos. En Blanco (2024) se ofrece una visión general sobre la presencia de la geometría en los simposios de la SEIEM, así como de la actividad desarrollada por el grupo APRENGEOM desde el año 2003. En el siguiente gráfico hemos ampliado la información allí recogida incorporando los datos correspondientes al último simposio, así como las tesis de geometría disponibles en la página web de la sociedad. El gráfico muestra tanto las comunicaciones presentadas con orientación geométrica como las contribuciones realizadas en el marco de APRENGEOM.

Muchas de las comunicaciones sobre geometría presentadas en los simposios de la SEIEM y de las investigaciones incipientes propuestas en APRENGEOM, así como de las tesis, han culminado en artículos en revistas JCR o SJR, como Enseñanza de las Ciencias, AIEM, RELIME, Educación Matemática o Journal on Mathematics Education. En Barquero et al. (2022), con motivo del *45th Conference of the International Group for the*

Psychology of Mathematics Education (PME) celebrado en Alicante, se revisó la producción española, no exclusivamente del grupo APRENGEOM, enfocada en la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la geometría que ha sido publicada en revistas de impacto. El análisis muestra que la producción empieza a ser relevante a partir de 2016 y que el nivel educativo al que se han dirigido principalmente las investigaciones es el de la educación secundaria, representando casi el doble de las publicaciones en comparación con otros niveles. Le sigue la educación superior, con un enfoque especial en la formación de futuros maestros, y en los últimos años han aumentado significativamente los trabajos dirigidos a educación primaria y se ha observado un avance importante en la investigación en la etapa de educación infantil (Barquero et al., 2022). A continuación, presentamos un panorama de las actuales líneas de interés españolas en didáctica de la geometría, elaborado a partir de una revisión de la producción mencionada.

Tabla 1

Aportaciones de geometría a los simposios de la SEIEM



Fuente: elaboración propia

Líneas de investigación actuales en APRENGEOM

Las líneas de investigación actuales del grupo APRENGEOM se reúnen en torno a cuatro ejes principales: (1) Visualización y razonamiento geométrico

(2) Escalas cognitivas (3) Procesos de definir en contextos geométricos y (4) Entornos y mediadores tecnológicos en la enseñanza de la geometría. A continuación, se detalla cada uno de ellos con sus respectivas líneas asociadas, indicando las diferentes teorías que los sustentan.

Visualización y razonamiento geométrico

Las investigaciones sobre visualización y razonamiento geométrico se están enfocando actualmente en tres líneas: en su articulación con la argumentación en los procesos de conjeturar y probar, en estudiantes con talento y en su desarrollo en la etapa de infantil.

La articulación entre visualización y argumentación se estudia de manera destacada desde el marco del Razonamiento Configuracional (Gironés et al., 2010; Prior & Torregrosa, 2020), que se muestra como un modelo teórico con una gran capacidad para abordar la articulación entre visualización y razonamiento en el desarrollo de los procesos deductivos en la resolución de los problemas de probar en geometría en los que se proporciona una configuración geométrica. Parte de los estudios de Duval (1998) sobre las aprehensiones perceptivas (referidas al reconocimiento visual de una forma, incluida la capacidad de reconocer varias subconfiguraciones en la configuración dada), discursivas (que implican asociar una configuración identificada con una afirmación matemática) y operativas (que tienen que ver con la modificación de la configuración original para resolver el problema), denominándose razonamiento configuracional a la coordinación de las aprehensiones discursivas y operativas. Se estudia la influencia que tienen las figuras iniciales, que acompañan a los problemas, y las modificaciones posteriores de estas figuras en el desarrollo de las aprehensiones discursiva y operativa, que constituyen los vínculos entre los procesos de razonamiento matemático y la visualización. Este modelo ha sido testado en diferentes investigaciones, analizando respuestas de alumnos a problemas de demostración de propiedades geométricas (Clemente & Llinares, 2015; Llinares & Clemente, 2014; Prior & Torregrosa, 2020) y se ha extendido a la resolución de problemas empíricos de geometría (Llinares & Clemente, 2019; Saorín et al., 2019; Torregrosa, 2017), en los que los datos iniciales son numéricos o literales y requieren la incorporación del registro algebraico.

Dentro de la línea de investigación centrada en caracterizar las capacidades de estudiantes con talento matemático en torno a la visualización y la generalización, los trabajos de Gutiérrez et al. (2018a, 2018b), Ramírez y Flores (2017) y Ramírez et al. (2018) han sido pioneros en el avance del entendimiento de los aspectos cognitivos que caracterizan este talento. Se ha realizado un seguimiento a este tipo de alumnado en talleres de demostración matemática y se ha avanzado en la determinación de categorías de análisis para estudiar la evolución en su capacidad de justificación y demos-

tración (Mora et al., 2024; Ramírez-Uclés & Ramírez, 2020; 2023; Ramírez-Uclés & Ruiz-Hidalgo, 2022). Desde el punto de vista teórico, se han establecido conexiones entre los marcos teóricos asociados al talento matemático y a la demostración matemática. Desde el punto de vista experimental, se ha identificado el tipo de demostración utilizado, estableciendo el papel de cada uno de ellos, su dependencia y las diferentes estrategias utilizadas por los estudiantes.

La última línea de investigación dentro de este eje está enfocada en analizar los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la orientación espacial y la visualización y ha sido impulsada principalmente por los trabajos de Berciano et al. (2017) y Jiménez-Gestal et al. (2022). Se estudian las respuestas de estudiantes de 4 y 5 años a tareas geométricas examinando el nivel de razonamiento y aprehensión evidenciado en sus argumentaciones, identificándose diferentes itinerarios de aprendizaje que oscilan entre la aprehensión perceptiva y discursiva del nivel 1 y ciertas características del nivel 2 del modelo de Van Hiele, pero también flujos de evolución significativamente distintos, que ponen de manifiesto la diversidad en el desarrollo del razonamiento geométrico a edades tempranas. A la par, Nogueira et al. (2025) han presentado recientemente el diseño de un instrumento para analizar el pensamiento espacial en educación infantil y su validación por un comité de expertos.

Escalas cognitivas

El segundo eje de investigación del grupo se centra en el desarrollo de escalas cognitivas, entendidas como herramientas clave para analizar tareas matemáticas. Estas escalas permiten identificar y describir niveles de complejidad cognitiva implicados en el desarrollo de procesos matemáticos específicos, así como en el fomento de habilidades de visualización.

Investigaciones españolas recientes han considerado el modelo de Van Hiele para el diseño educativo con sentido inclusivo (Aravena et al., 2016; Gutiérrez et al., 2021), para su adaptación a grafos y para la caracterización del quinto nivel (Arnal-Bailera et al., 2024; González-Herrera et al., 2022).

Aravena et al. (2016) evalúan la variación en el nivel de razonamiento geométrico de estudiantes de educación media de escuelas con población vulnerable en Chile como resultado de una intervención sobre semejanza de formas planas y espaciales diseñada de acuerdo con el modelo de Van Hiele, mostrando un avance notable en la adquisición de los niveles de razonamiento 1 a 3 del grupo experimental. En Gutiérrez et al. (2021) se presenta una propuesta para trabajar simetrías planas en los últimos años de educación básica a través de un libro electrónico interactivo que incorpora el uso de GeoGebra, junto con un análisis en red de la estructura y contenidos de una unidad didáctica basado en la articulación de los niveles de Van Hiele y los

niveles de demanda cognitiva en la resolución de problemas matemáticos (Smith & Stein, 1998). González-Herrera et al. (2022) han avanzado adaptando el modelo de Van Hiele al estudio de grafos y considerando los niveles de argumentación en teoría de grafos desde la perspectiva de este modelo. Los descriptores propuestos para los cuatro niveles han sido validados con un análisis teórico a través de los procesos de razonamiento activados al resolver problemas de teoría de grafos. Por su parte, Arnal-Bailera et al. (2024) han elaborado una serie de indicadores precisos de cada proceso que involucra al quinto nivel, siguiendo la metodología Delphi, a partir de la información aportada por expertos en geometría.

Se están desarrollando también trabajos sobre niveles de aprehensión al margen del modelo de Van Hiele. Las investigaciones de Bernabeu et al. (2021a, 2021b, 2021c, 2022 y 2024) les han permitido delimitar cuatro niveles de sofisticación en el pensamiento de estudiantes de primaria en torno al concepto de polígono y las clases de polígono. Estos niveles describen cómo las aprehensiones cognitivas, la deconstrucción dimensional de Duval (2017) y el uso del lenguaje matemático intervienen en el proceso mental de estructuración espacial en la comprensión de clases de polígonos. Por otra parte, desde el interés por la instrucción de la visualización, y desde el marco del EOS, Blanco et al. (2019) han investigado el establecimiento de niveles de visualización y razonamiento espacial en tareas visuales, estableciendo cuatro niveles que dependen del tipo de acción y respuesta requerida en la tarea y de las habilidades de visualización necesarias para resolverlas.

Procesos de definir en contextos geométricos

El tercer eje de investigación desarrolla una línea innovadora centrada en los procesos de definición, que busca aportar nuevas perspectivas teóricas al campo de la didáctica de la geometría (Gavilán-Izquierdo, 2024). El marco teórico empleado es la teoría de la *comognición* de Sfard (2007), que entiende el aprendizaje matemático a partir de los cambios en el discurso matemático, enfocados en las cuatro propiedades del discurso: el uso de palabras, los mediadores visuales, las narrativas y las rutinas (Gavilán-Izquierdo, 2024). Este enfoque está llevando a identificar rutinas a la hora de definir y estudiar la aparición de posibles conflictos comognitivos con estudiantes de educación no obligatoria y futuros maestros de Educación Primaria. El contexto de las definiciones se ha centrado en paralelogramos (Escudero et al., 2014; Sánchez & García, 2014) y sólidos, generalmente poliedros o prismas (Fernández-León et al., 2021; González-Regaña et al. 2021; Ropero Quintero & Zubieta Badillo, 2023). Estas investigaciones ponen de manifiesto que en el proceso de aprendizaje de la práctica de definir hay dos objetos de estudio, el objeto de estudio matemático y sus definiciones, identificándose conflictos comognitivos a partir de las diferencias entre

normas sociomatemáticas y normas matemáticas presentes en los discursos. En estos trabajos, los mediadores visuales solo se consideran cuando aparecen explícitamente en el discurso de los estudiantes, permitiendo resolver en algunos casos los conflictos comognitivos que surgen (González-Regaña et al., 2021). Una futura línea de interés podría centrarse precisamente en estudiar el papel de los mediadores desde este marco en el proceso de definir.

Entornos y mediadores tecnológicos en la enseñanza de la geometría

El último eje de interés va unido al avance en las últimas dos décadas de los entornos y mediadores tecnológicos que están transformando significativamente la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, permitiendo explorar nuevas metodologías, facilitando la transición entre las distintas áreas geométricas y promoviendo competencias argumentativas en estudiantes de diversos niveles educativos. Dentro de este eje, las líneas de investigación giran en torno a GeoGebra, robótica, diseño e impresión 3D y realidad virtual.

En el contexto de APRENCEOM han sido numerosos los trabajos, desde distintos enfoques teóricos, que han puesto el foco en el papel del GeoGebra como mediador. Gómez-Chacón y Escribano (2014) han mostrado cómo puede facilitar el paso de una geometría proto-axiomática a una axiomática completa desde el marco de los Espacios de Trabajo Geométrico, que pretende describir procesos de visualización icónica y no icónica, junto con la deconstrucción instrumental y dimensional, promoviendo así una comprensión profunda en el futuro profesorado de matemáticas. Desde el EOS se ha analizado la influencia de GeoGebra en los procesos de enseñanza y aprendizaje, determinando tres usos centrales: exploración, ilustración y demostración (Lasa y Wilhelmi, 2013). Este desarrollo se ha aplicado al diseño de situaciones para diferentes etapas educativas, desde los primeros años de Educación Primaria (Lasa et al., 2014). Desde la Teoría de la Génesis Instrumental, algunas investigaciones (Martín Nieto & Ruiz-López, 2022; 2023; Ruiz-López, 2018) analizan cómo la instrumentación adecuada puede mejorar la enseñanza de la geometría, a través del estudio de discusiones en gran grupo con futuros maestros en torno a la enseñanza de las isometrías en el plano. En varios de los trabajos, se destaca la contribución de GeoGebra a nivel del dominio afectivo (García-López et al., 2021; Gómez-Chacón et al., 2016; Romero & García, 2024).

Las novedades que ha ido ofreciendo GeoGebra han supuesto el punto de partida para algunas investigaciones. Paneque et al. (2017) han hecho aportaciones respecto al desarrollo de las competencias argumentativas que proporciona el sistema de tutoría inteligente GeoGebraTUTOR, interpretando cómo media este sistema de tutoría en los procesos argumentativos de estudiantes de 16-17 años. Más recientemente, la incorporación a GeoGebra de un subsistema de comprobación automática de teoremas

(ART) que es capaz de calcular pruebas de enunciados de geometría euclidiana ha supuesto el inicio de una potencial línea de investigación en torno a la potencialidad educativa de esta herramienta. En trabajos como los de Kovács et al. (2022) y Recio et al. (2019) se resumen las capacidades de ART en GeoGebra, se discuten las primeras propuestas de investigación de su uso en el aula y se reflexiona sobre el diseño de tareas que puedan aprovechar estas nuevas funcionalidades, proponiendo un camino concreto para la incorporación de ART en el aula. En trabajos recientes (Botana et al., 2024) se ha considerado la comparativa de rendimiento entre ART y Chat GPT, sosteniéndose la hipótesis de que las dos herramientas pueden combinarse para obtener resultados sólidos y más relevantes.

Otra línea en el campo de lo tecnológico se abre con las aportaciones sobre el uso de la robótica educativa en la geometría. Los efectos de una intervención con robots con ganancias estadísticamente significativas en la promoción del pensamiento computacional y de habilidades de visualización como la rotación mental se pueden ver, por ejemplo, en los estudios de Bellas et al. (2019) o Diago et al. (2021).

El modelado e impresión 3D es otro de los recursos que está recibiendo atención por la virtud que se le supone para el desarrollo de conocimientos y habilidades matemáticas, así como para permitir establecer conexiones inter e intramatemáticas. Beltrán-Pellicer y Rodríguez-Jaso (2017) exploran los posibles usos de las impresoras 3D en matemáticas en diferentes niveles educativos, centrándose en el uso de BlocksCAD, un entorno web de programación visual por bloques, de aspecto similar a Scratch. Con esta herramienta, los cuerpos en el espacio se describen mediante algoritmos que incluyen el uso de unas pocas primitivas, como prismas y esferas, transformaciones geométricas y operaciones lógicas y de conjunto. En Beltrán-Pellicer et al. (2020) se describe el recurso y se proponen ejemplos de tareas que se han puesto en práctica con alumnado del segundo ciclo de la ESO y en Beltrán-Pellicer y Muñoz-Escolano (2021) se presenta una experiencia con futuros docentes. Por su parte, Fernández-López et al. (2024) exploran el impacto a nivel del dominio afectivo del empleo del diseño 3D en un proyecto STEAM con futuro profesorado de primaria.

La realidad aumentada y la realidad virtual inmersiva son otros de los recursos tecnológicos emergentes sobre los que se está configurando una línea dentro de este eje. Miembros del grupo APRENCEOM participan en el desarrollo de NeoTrie VR, un software de geometría dinámica que utiliza realidad virtual inmersiva, permitiendo a los estudiantes crear, visualizar, manipular e interactuar dinámicamente con objetos y modelos geométricos en 3D dentro de un entorno tridimensional (Moral-Sánchez et al., 2023; Rodríguez et al., 2021). Este software promueve el desarrollo de los procesos de visualización, construcción y argumentación, fundamentales en

geometría. Se están llevando a cabo investigaciones centradas en su uso para la enseñanza y aprendizaje de la geometría en aulas de educación primaria y secundaria (Rodríguez, 2021; Rodríguez et al., 2021; Romero et al., 2023) y se están explorando sus beneficios en comparación con los métodos clásicos para el estudio de las formas 3D y su relación con la geometría 2D (Flores-Bascuñana et al., 2019).

Líneas futuras y Desafíos en APRENGEOM

Desde APRENGEOM se han identificado distintas líneas de investigación que marcarán parte del rumbo de la investigación del grupo en los próximos años y apuntan a una serie de desafíos a los que la investigación en didáctica de la geometría debiera dar respuesta.

Los trabajos sobre visualización y razonamiento espacial han ido enfocándose hacia su relación con la argumentación y el talento matemático, y la producción hacia el nivel de educación infantil comienza a despegar. En los niveles superiores, cobra protagonismo el estudio de los procesos de definir en geometría. A la vista de la evolución de las líneas aquí presentadas, parece que el devenir natural debiera ir en parte hacia el papel que juegan los mediadores tecnológicos en los distintos procesos matemáticos. Recíprocamente, las líneas de investigación en torno a recursos tecnológicos iniciadas debieran afinar cada vez más en la delimitación de su potencial contribución al desarrollo de esos procesos y también al nivel del dominio afectivo.

En este sentido, un primer desafío apunta a la integración de teorías y perspectivas emergentes para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría. El potencial de combinar diversos marcos teóricos y focos de interés abre nuevas posibilidades de interpretación y análisis que podrían mejorar la calidad de los resultados de investigación de cara a su transferencia al diseño de tareas y desarrollo de nuevas metodologías.

En la misma dirección, se hace necesaria la colaboración con docentes de distintos niveles educativos en el diseño y evaluación de propuestas basadas en recursos emergentes (razonamiento automático, realidad aumentada...) ante el reto de evaluar su efectividad real como instrumentos para el aprendizaje, garantizando su accesibilidad y equidad en contextos diversos. Se subraya la necesidad de romper las barreras tradicionales entre las escuelas y las facultades de educación, promoviendo un diálogo constante y bidireccional que permita construir una visión más amplia y conectada de la realidad educativa. Teniendo en cuenta el objetivo 4 del desarrollo sostenible (ONU, 2015), otra línea de investigación futura se dirige a fortalecer la accesibilidad educativa y fomentar la inclusión del alumnado con necesidades educativas especiales, en lo que a la comprensión de conceptos geométricos se refiere. Esto implica, en muchos casos, la creación de materiales para la geometría específicos de la necesidad y el análisis de su impacto en el alumnado.

Por último, desde un enfoque más holístico, todo lo anterior debiera apuntar a la fortaleza de la formación inicial y continua del profesorado en los niveles de infantil, primaria y secundaria. Se hace necesaria una preparación sólida en contenidos geométricos y didácticos que permita abordar la geometría con profundidad y adaptabilidad. El actual enfoque STEAM en los currículos exige desarrollar marcos de investigación que exploren cómo las estrategias interdisciplinarias y las tecnologías están transformando la enseñanza de la geometría. Esto implica, como se ha dicho, evaluar el impacto de herramientas digitales específicas y, por otro, fomentar la colaboración interdisciplinaria. Con relación a esto último, la concreción de propuestas formativas fundamentadas parece necesitar el diálogo entre los marcos teóricos de formación del profesorado de matemáticas y los de otras disciplinas científico-tecnológicas y sociales.

En síntesis, los desafíos en la enseñanza y aprendizaje de la geometría, desde APRENGEOM, requieren un enfoque integral que combine formación docente, innovación tecnológica, investigación interdisciplinaria y una conexión más estrecha entre la teoría y la práctica educativa.

Conclusiones

Sin duda alguna, SOMIDEM y SEIEM comparten intereses comunes con relación al estudio de la geometría. Se ha observado convergencia tanto a nivel de algunos de los marcos teóricos empleados (Van Hiele, Duval, EOS), como del corte metodológico de los estudios, la mayoría de tipo cualitativo o mixto. También es patente en los dos casos el impacto que ha tenido la consolidación de mediadores como GeoGebra en la investigación en educación geométrica. En un futuro cercano sería interesante compartir instrumentos con los sujetos de estudio e intercambiar miradas de análisis e interpretación de resultados obtenidos. También sería importante enlazar talleres en modalidad virtual, conferencias, etc., con el fin de retroalimentar a ambos grupos de investigación y favorecer que nuestros estudiantes interactúen con otros homólogos de ambas sociedades.

Las sinergias entre los dos grupos (sociedades) podrían contribuir al avance de los desafíos esbozados. En el caso del GTT2 se ha referido en este capítulo alguna investigación con relación a las conexiones de la geometría con otras ramas y con un enfoque de investigación más interdisciplinar, lo que se formula como un desafío desde APRENGEOM. Recíprocamente, en APRENGEOM se aprecia un aumento incipiente en la producción de trabajos orientados a los niveles de infantil y primaria, que no se da en el caso del GTT2, lo que parece que venir condicionado, entre otras cosas, por el perfil de las personas investigadoras del GTT2, que en su vertiente docente dirigen su labor exclusivamente a la formación del profesorado de secundaria. En particular, desde el GTT2 se identifica

como una necesidad avanzar en la investigación de la formación para la enseñanza de la geometría del profesorado de educación infantil. Dentro de la SEIEM, además de los aportes desde APRENGEOM, en los últimos años se está avanzando en la concreción de los modelos de conocimiento especializado del profesor de matemáticas al nivel de infantil, principalmente desde el marco del modelo de conocimiento especializado del profesorado que enseña matemáticas (MTSK).

Referencias

- Alonso, L., & Hernández, V. (2025). *Enseñanza de la geometría a través GeoGebra como herramienta clave para estudiantes de Ingeniería en Computación*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2.
<https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=97>
- Álvarez-Gayou, J. (2010). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodologías*. Paidós.
- Aravena Diaz, M., Gutiérrez, A., & Jaime, A. (2016). Study of Van Hiele levels of reasoning in students from vulnerable secondary schools in Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 107–128. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1664>
- Arnal-Bailera, A., & Manero, V. (2024). A characterization of Van Hiele's level 5 of geometric reasoning using the Delphi methodology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(3), 537–560.
<https://doi.org/10.1007/s10763-023-10380-z>
- Barquero, B., Batanero, C., Blanco, T.F., Bosch, M., Camacho-Machin, M., Canadas, M.C., Castro, E., Chamoso, J.M., Contreras, L.C., Gea, M.M., Godino, J.D., Molina, V.M., Moreno, M., & Wilhelmi, M.R. (2022). Spanish research on mathematics education. En C. Fernández, S. Llinares, A. Gutiérrez, & N. Planas (Eds.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 223–254). PME.
- Bellas, F., Salgado, M., Blanco, T.F., & Duro, R.J. (2019). Robotics in primary school: A realistic mathematics approach. En L. Daniela (Ed.), *Smart Learning with Educational Robotics*. Springer. <https://doi.org/qjh6>
- Beltrán-Pellicer, P., & Muñoz-Escolano, J. M. (2021). Una experiencia formativa con BlocksCAD con futuros docentes de matemáticas en secundaria. *Didacticae*, (10), 71–90. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.71-90>
- Beltrán-Pellicer, P., & Rodríguez-Jaso, C. (2017). Modelado e impresión en 3D en la enseñanza de las matemáticas: un estudio exploratorio. *Reidocrea*, 6, 16–28. <https://doi.org/10.30827/Digibug.44193>
- Beltrán-Pellicer, P., Rodríguez-Jaso, C., & Muñoz-Escolano, J.M. (2020). Introduciendo BlocksCAD como recurso didáctico en matemáticas. *Suma*, 93, 39–48.

- Benavides, L. (2024). Propuesta didáctica para el desarrollo de competencias matemáticas de razonamiento en un establecimiento Técnico Profesional. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 47–52). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Berciano, A., Jiménez-Gestal, C., & Salgado, M. (2017). Razonamiento y argumentación en la resolución de problemas geométricos en educación infantil: un estudio de caso. En J.M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M.L. Callejo, & J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 147–156). SEIEM.
- Bernabeu, M., Llinares, S., & Moreno, M. (2021c). Levels of sophistication in elementary students' understanding of polygon concept and polygons classes. *Mathematics*, 9, 1966, <https://doi.org/10.3390/math9161966>
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2021a). Anticipating primary school students' answers of hierarchical classifications tasks: Features of preservice primary teachers' curricular reasoning. *Acta Scientiae*, 23(6), 121–146.
<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6874>
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2021b). Primary school students' understanding of polygons and the relationships between polygons. *Educational Studies in Mathematics*, 106, 251–270, <https://doi.org/qjh7>
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2022). Cambios en la comprensión de las relaciones entre polígonos en estudiantes de 8–9 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 49–70, <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3208>
- Bernabeu, M., Moreno, M., & Llinares, S. (2024). Polygon class learning opportunities: Interplay between teacher's moves, children's geometrical thinking and geometrical task. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 1381–1403, <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10425-3>
- Blanco, T. F. (2024). Geometría en evolución: desafíos e innovación en el aprendizaje. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 3–5). SEIEM.
- Blanco, T.F., Camargo, L., & Sequeiros, P.G. (2024). How visualization and argumentation are articulated in research on teaching and learning geometry. *ZDM Mathematics Education*, 56, 1079–1091.
<https://doi.org/10.1007/s11858-024-01619-2>
- Blanco, T.F., Godino, J.D., Sequeiros, P.G., & Diego-Mantecón, J.M. (2019). Skill levels on visualization and spatial reasoning in pre-service primary teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 7(12), 2647–2661.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2019.071212>

- Bonilla, M., Elizarraras, S., Orlando, V., & Medardo, J. L. (2025). *Componentes e indicadores de idoneidad epistémica en la implementación de una secuencia didáctica de geometría de un profesor en formación inicial*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=98>
- Botana, F., Recio, T., & Vélez, M. P. (2024). On using GeoGebra and ChatGPT for geometric discovery. *Computers*, 13(8), 187. <https://doi.org/10.3390/computers13080187>
- Cabral, R., Mata, A., & Alvarado, A. (2025). *STEAM Integrado: un ambiente de aprendizaje para las relaciones trigonométricas*. Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=99>
- Carvalho, M. (2008). *Investigación cualitativa en educación matemática*. Limusa.
- Clemente, F., & 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. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1332>
- Cruz, M., & Vázquez, O. (2025). *Análisis comparativo de los Programas de Estudio de Geometría Plana y del Espacio de nivel secundaria de 1993, 2006, 2011, 2017 y 2022*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=100>
- De la Torre, E. (2013). Introducción al Seminario I “Perspectivas de Investigación en Didáctica de la Geometría”. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa, & N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 17–17). SEIEM.
- Diago, P. D., González-Calero, J. A., & Yáñez, D. F. (2021). Exploring the development of mental rotation and computational skills in elementary students through educational robotics. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100388>
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana, & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century. An ICMIS Study* (pp. 37–52). Springer.
- Duval, R. (2004). Cómo hacer que los alumnos entren en las representaciones geométricas. Cuatro entradas y... una quinta. En M. C. Chamorro (Ed.), *Números, formas y volúmenes en el entorno del niño* (pp. 159–188). Ministerio de Educación y Ciencia de España.
- Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking – The registers of semiotic representations*. Springer. <https://doi.org/qh8d>
- Eisner, E. (1998). *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Paidós.
- Escudero, I., Gavilán, J. M., & Sánchez-Matamoros, G. (2014). Una aproximación a los cambios en el discurso matemático generados en el proceso de definir. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(1), 7–32. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1711>

- Fernández, E., & Santacruz, M. (2024). Visualización dinámica tridimensional en actividades de lugares geométricos 3D en geometría dinámica. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 39-45). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Fernández-León, A., Gavilán-Izquierdo, J. M., González-Regaña, A. J., Martín-Molina, V., & Toscano, R. (2021). Identifying routines in the discourse of undergraduate students when defining. *Mathematics Education Research Journal*, 33(2), 301-319. <https://doi.org/10.1007/s13394-019-00301-1>
- Fernández-López, A., Blanco, T. F., & Sequeiros, P. G. (2024). Exploring pre-service primary teachers' emotions in a geometry project with 3D design. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(6), em2451.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/14589>
- Flores, I., & Cabañas, G. (2024). Proceso configural que coordinan futuros profesores de matemáticas al resolver problemas clásicos de probar en geometría. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 457-466). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., & Yáñez, D. F. (2019). On augmented reality for the learning of 3D-geometric contents: A preliminary exploratory study with 6-grade primary students. *Education Sciences*, 10(1), 4. <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>
- Frawley, W. (1999). *Vygotsky y la ciencia cognitiva*. (Trad.: Arnáiz, Víctor M). Paidós.
- Fúmeme, C. (2024). Gestión de la iconicidad en la representación de cuerpos geométricos. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 53-62). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- García López, M. D. M., Romero Albaladejo, I. M., & Gil Cuadra, F. (2021). Efectos de trabajar con GeoGebra en el aula en la relación afecto-cognición. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 0177-198. <https://doi.org/qjkb>
- Gavilán-Izquierdo, J. M. (2024). La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría desde la teoría de la comognición. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 7-20). SEIEM.
- Gironés, G. T., Vilella, H. Q., & Martínez, M. P. (2010). Razonamiento configural como coordinación de procesos de visualización. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 327-340. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.187>
- Gómez-Chacón, I. M., & Escribano, J. (2014). Geometric locus activities in a dynamic geometry system. Non-iconic visualization and instrumental genesis. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(4-2), 361-383. <https://doi.org/10.12802/relime.13.17418>

- Gómez-Chacón, I. M., Romero Albaladejo, I. M., & del Mar García López, M. (2016). Zig-zagging in geometrical reasoning in technological collaborative environments: a Mathematical Working Space-framed study concerning cognition and affect. *ZDM Mathematics Education*, 48, 909–924. <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-016-0755-2>
- González Herrera, A., Gavilán Izquierdo, J. M., Gallego Sánchez, I., & Puertas, M. L. (2022). A theoretical analysis of the validity of the Van Hiele levels of reasoning in graph theory. *Journal on Mathematics Education*, 13(3), 515–530. <http://doi.org/10.22342/jme.v13i3.pp515-530>
- González-Regaña, A., Martín-Molina, V., Toscano, R., Fernández-León, A., & Gavilán-Izquierdo, J. M. (2021). El discurso de estudiantes para maestros cuando describen y definen cuerpos geométricos. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 81–97. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3039>
- Gutiérrez, A., Benedicto, C., Jaime, A., & Arbona, E. (2018a). The cognitive demand of a gifted student's answers to geometric pattern problems. En F.M. Singer (Ed.), *Mathematical creativity and mathematical giftedness* (pp. 169–198). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73156-8_7
- Gutiérrez, A., Jaime, A., & Gutiérrez, P. (2021). Networked analysis of a teaching unit for primary school symmetries in the form of an ebook. *Mathematics*, 9(8), 832. <https://doi.org/10.3390/math9080832>
- Gutiérrez, A., Ramírez, R., Benedicto, C., Beltrán-Meneu, M.J., & Jaime, A. (2018b). Visualization abilities and complexity of reasoning in mathematically gifted students' collaborative solutions to a visualization task. A networked analysis. En K.S. Mix, & M.T. Battista (Eds.), *Visualizing mathematics. The role of spatial reasoning in mathematical thought* (pp. 309–337). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98767-5_14
- Higginson, W. (1980). On the foundations of mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 1(2), 3–7.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is more than Proof. *The Mathematics Teachers*, 74(1), 11–18. <https://www.jstor.org/stable/27962295>
- Jiménez-Gestal, C., Berciano, A., & Salgado, M. (2022). Razonamiento y aprehensión ante una tarea geométrica: análisis de la pertinencia didáctica de una trayectoria de aprendizaje en educación infantil. *Bolema*, 36(72), 332–357. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a15>
- Kovács, Z., Recio, T., Richard, P. R., Van Vaerenbergh, S., & Vélez, M. P. (2022). Towards an ecosystem for computer-supported geometric reasoning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(7), 1701–1710. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1837400>
- Lasa, A., & Wilhelmi, M. R. (2013). Use of GeoGebra in explorative, explanatory and demonstrative moments. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de Sao Paulo*, 2(1), 52–64. <https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/15160>

- Lasa, A., Wilhelmi, M. R., & Belletich, O. (2014). Una parcela para Txuri. *Educação Matemática Pesquisa*, 16(4), 1089–1110. <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/22011>
- Liljedahl, P. (2021). *Building Thinking Classrooms in Mathematics*. Corwin Press.
- Llinares, S., & Clemente, F. (2014). Characteristics of pre-service primary school teachers' configural reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, 16(3), 234–250. <https://doi.org/10.1080/10986065.2014.921133>
- Llinares, S., & Clemente, F. (2019). Characteristics of the shifts from configural reasoning to deductive reasoning in geometry. *Mathematics Education Research Journal*, 31, 259–277. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0253-7>
- López, A. (2025). *Repensando la Geometría Analítica Escolar*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=101>
- Lowrie, T., Gutiérrez, A., & Emprin, F. (Eds.) (2024). *Proceedings of the 26th ICMI Study Conference (Advances in Geometry Education)*. ICMI. <https://bit.ly/49bPzDf>
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa. Síntesis conceptual. *Revista de Investigación en Psicología*, 9(1), 123–146.
- Martín-Nieto, M., & Ruiz-López, N. (2022). Oportunidades de aprendizaje sobre isometrías en una discusión en gran grupo con GeoGebra. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas, & J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 383–390). SEIEM. <https://www.seiem.es/docs/actas/25/ActasXXVSEIEM.pdf>
- Martín-Nieto, M., & Ruiz-López, N. (2023). Oportunidades de aprendizaje sobre isometrías en una representación no dinámica. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo, E., & P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 355–362). SEIEM. <https://www.seiem.es/docs/actas/26/ActasXXVISEIEM.pdf>
- Mora, M., Ramírez, R., Gutiérrez, A., & Jaime, A. (2024). Traits of generalization of problem solution methods exhibited by potential mathematically gifted students when solving problems in a selection process. *ZDM Mathematics Education*, 56(6), 1257–1272. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01625-4>
- Moral-Sánchez, S. N., Sánchez-Compañía, M. T., & Romero-Albaladejo, I. (2023). Uso de realidad virtual en Geometría para el desarrollo de habilidades espaciales. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 125–147. <https://doi.org/qcnm>
- Moreno, M. M., Estrada, A., Carrillo, J., & Sierra, T.A. (Eds.) (2010), *Investigación en Educación Matemática XIV*. SEIEM.
- Nogueira, L. G., Fernández Blanco, T., & Maia-Lima, C. (2025). Diseño y validación de un instrumento para analizar el pensamiento espacial en educación infantil. *Avances De Investigación En Educación Matemática*, (27), 87–105. <https://doi.org/10.35763/aiem27.5937>

- Núñez, K., & Cabañas, G. (2024). Razonamiento matemático de dos profesores de secundaria en el marco de la generalización de patrones figurales. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 467-474). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Organización de las Naciones Unidad [ONU]. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. ONU.
https://unctad.org/meetings/es/sessionaldocuments/ares70d1_es.pdf
- Ortega, T. (Coord.). (1999). *Actas del III SEIEM*. SEIEM.
- Paneque, J. J., Cobo, P., & Fortuny, J. M. (2017). Intelligent tutoring and the development of argumentative competence. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(1), 83–104. <https://doi.org/10.1007/s10758-016-9283-y>
- Prior, J. M., & Torregrosa, G. G. (2020). Razonamiento configural y espacio de trabajo geométrico en la resolución de problemas de probar. *Bolema*, 34(66), 178–198. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a09>
- Quijano, M., & Corica, A. (2025). *Enseñanza de la geometría espacial en la escuela secundaria: análisis de las organizaciones que se proponen estudiar*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&cid=102>
- Ramírez, P., & Soto, C. (2025). *El Building Thinking Classrooms para la enseñanza de la geometría analítica*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2.
<https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&cid=103>
- Ramírez, R., & Flores, P. (2017). Habilidades de visualización de alumnos con talento matemático: comparativa entre los test psicométricos y las habilidades de visualización manifestadas en tareas geométricas. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 179–196. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2152>
- Ramírez, R., Flores, P., & Ramírez, I. (2018). Análisis de los errores en tareas geométricas de argumentación visual por estudiantes con talento matemático. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 21(1) 29–56. <https://doi.org/10.12802/relime.18.2112>
- Ramírez-Uclés, I., & Ramírez, R. (2020). Gender differences in visuospatial abilities and complex mathematical problem solving. *Frontiers in Psychology*, 11, 191. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00191>
- Ramírez-Uclés, I., & Ramírez, R. (2023). Diferencias de género en test de rotación mental: una perspectiva desde la enseñanza de la geometría. *Educación XX1*, 26(2), 351–372. <https://doi.org/10.5944/educxx1.33150>
- Ramírez-Uclés, R., & Ruiz-Hidalgo, J.F. (2022). Reasoning, representing, and generalizing in geometric proof problems among 8th grade talented students. *Mathematics*, 10(15), 789. <https://doi.org/10.3390/math10050789>
- Recio, T., Richard, P. R., & Pilar Vélez, M. (2019). Designing tasks supported by GeoGebra automated reasoning tools for the development of mathematical skills. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 26(2), 81–88. https://doi.org/10.1564/tme_v26.2.05

- Rodríguez, J. L. (2021). Exploring dynamic geometry through immersive virtual reality and distance teaching. En P.R. Richard, M.P. Vélez, & S. Van Vaerenbergh (Eds.), *Mathematics Education in the Age of Artificial Intelligence. Mathematics Education in the Digital Era* (Vol 17, pp. 343–363). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_15
- Rodríguez, J. L., Romero, I., & Codina, A. (2021). The influence of NeoTrie VR's immersive virtual reality on the teaching and learning of geometry. *Mathematics*, 9(19), 2411. <https://doi-org.ezbusc.usc.gal/10.3390/math9192411>
- Rodríguez, Y., & Espinosa, C. (2024). Análisis de la construcción de la identidad matemática a través de actividades de modelación en geometría. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 529–533). SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Romero Albaladejo, I. M., & García López, M. D. M. (2024). Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. *Education and Information Technologies*, 29, 10277–10302.
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-12085-w>
- Romero, I., Rodríguez-Martínez, J. A., & Rodríguez, J. L. (2023). Optimizing the surface of orthohedra with virtual reality in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(9), em2325.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/13508>
- Ropero Quintero, D. A., & Zubieta Badillo, G. (2023). Definiendo familias de poliedros: Un estudio con estudiantes de secundaria. *Bolema*, 37(76), 823–848. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v37n76a21>
- Ruiz-López, N. (2018). The instrumental genesis process in future primary teachers using Dynamic Geometry Software. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(4), 481–500.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1377302>
- Sánchez Aguilar, M., García González, M. del S., & Castañeda, A. (Eds.) (2024). *Perspectivas actuales de la Educación Matemática*. SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Sánchez, V., & García, M. (2014). Socio-mathematical and mathematical norms related to definition preservice primary teachers' discourse. *Educational Studies in Mathematics*, 85(2), 305–320. <https://doi.org/g7968m>
- Saorín, A., Torregrosa, G., & Quesada, H. (2019). Razonamiento configural y organización discursiva en procesos de prueba en contexto geométrico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 22(2), 213–244.
<https://doi.org/10.12802/relime.19.2224>
- Secretaría de Educación Pública. (2024). *Programa de Estudio para la Educación Secundaria: Programa Sintético de la Fase 6*. SEP.

- Sfard, A. (2007). When the rules of discourse change, but nobody tells you: Making sense of mathematics learning from a commognitive standpoint. *The Journal of the Learning Sciences*, 16(4), 567–615. <https://doi.org/cjck5v>
- Smith, M. S., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(5), 344–350.
- Solís, E. (2025). *El barroco mexicano como pretexto del uso de la geometría en educación básica*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=104>
- Sánchez, M., García, M., & Castañeda, A. (2024). *Perspectivas actuales de la Educación Matemática*. SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01>
- Torregrosa, G. (2017). Coordinación de procesos cognitivos en la resolución de problemas: relación entre geometría y álgebra. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (12), 1–17. <https://doi.org/qjklf>
- Van Hiele, P. M. (1957). *El problema de la comprensión: En conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría*. (Tesis doctoral, Universidad de Utrecht). <https://uv.es/aprengeom/archivos2/VanHiele57.pdf>
- Vázquez, O., & Elizarrarás, S. (2016). Resolución de problemas geométricos con estudiantes normalistas de la especialidad de matemáticas. En D. Castillo, M. Lira, & M. Minor (Coord.), *Prácticas escolares: Aproximaciones teóricas* (pp. 115–141). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Vázquez, O., Elizarrás, S., & Quiroz, J. (2023). *Resolución de problemas geométricos en la formación docente inicial* (en prensa). Sociedad Mexicana de Educación Contemporánea.
- Vázquez, O., Elizarrás, S., & Bonilla, M. (2025). *Indagación de conceptos y procedimientos geométricos con docentes en formación de primer semestre*. En Preactas GTT2. SOMIDEM2. <https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=105>
- Viramontes, J., & Chavira, H. (2024). Uso de las fuentes originales, el caso de la justificación de las construcciones geométricas. En M. Sánchez, M. García, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 341–346). SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01E1>

