



Un análisis cuasiexperimental del desempeño académico en Geometría con futuros maestros: estudio de revisión

Vienbenida **Igualada Cortez**

Escuela de Matemática, Universidad de Panamá

Panamá

vienbenida.igualada@up.ac.pa

Tatiana María **Portugal**

Escuela de Matemática, Universidad de Panamá

Panamá

Tatiana.portugal@up.ac.pa

Rodrigo Yoel **Combe**

Escuela de Matemática, Universidad de Panamá

Panamá

rodrigo.combe@up.ac.pa

Olmedo **Aparicio Batista**

Escuela de Matemática, Universidad de Panamá

Panamá

olmedo.aparicio@up.ac.pa

Resumen

El presente estudio se enfoca en la formación matemática en la licenciatura en Educación Primaria, donde la asignatura de Matemática se distribuye en tres cursos obligatorios durante los dos primeros años. Esta presentación corresponde a la Fase 1, centrada en los fundamentos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje de la geometría. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en bases como Scielo y Google Académico, con el fin de analizar modelos, enfoques y hallazgos relevantes en la formación geométrica de futuros docentes. La revisión consideró el desempeño académico en conocimientos conceptuales, procedimentales y de visualización. Se incluyeron teorías y modelos de Van Hiele, Hoffer, Shulman y Godino, además de enfoques de evaluación presentes en estudios internacionales como PISA y ERCE. Este análisis permitió identificar los principales retos en la enseñanza de la geometría y ofrecer un marco teórico útil para diseñar estrategias pedagógicas que fortalezcan la formación docente.

Palabras clave: Desempeño académico; Educación primaria; Formación docente; Geometría; Modelos; Nivel superior; visualización.

Introducción

El desempeño académico en geometría de los docentes en formación es un factor clave en la calidad educativa. Diversos estudios han evidenciado la necesidad de fortalecer el desempeño académico de los docentes en el área de Matemáticas, especialmente en lo relacionado con la geometría. Los resultados obtenidos en evaluaciones nacionales e internacionales reflejan importantes dificultades tanto en la comprensión como en la enseñanza de estos contenidos. No obstante, los resultados de diversas evaluaciones nacionales e internacionales han evidenciado un bajo rendimiento en esta disciplina. En particular, los datos del ERCE-2019 y las pruebas nacionales indican que Panamá se encuentra por debajo del promedio regional en Matemática (UNESCO-OREALC, 2021; Sánchez y Carmona, 2021). Además, los resultados de PISA-2018 reflejan que solo el 19% de los estudiantes alcanzaron los niveles mínimos de desempeño, lo que refuerza la necesidad de intervenir en la enseñanza de esta área. Uno de los aspectos críticos identificados en estas evaluaciones es la geometría, un contenido fundamental dentro del currículo matemático. Según Igualada (2023), el 56,7% de los docentes en ejercicio presentan un nivel de conocimiento muy bajo o bajo en geometría, lo que sugiere una deficiencia que podría afectar la calidad de la enseñanza en la educación primaria.

Ante este panorama, surge la necesidad de realizar un estudio enfocado en los estudiantes de la licenciatura en Educación Primaria, específicamente en el curso de geometría. Al respecto Castro (2016) señala que al momento de acceder al grado de maestro hay conocimientos matemáticos básicos que se deben conocer, es decir, conceptos, procedimientos y resolución de problemas “que deberían haber aprendido durante su etapa de escolarización y que necesitan al iniciar su formación” (p. 9). La formación de los maestros es esencial porque su tarea es formar niños con aptitudes y actitudes necesarias para su desenvolvimiento. Es importante hacer referencia de algunos antecedentes.

En este contexto, resulta pertinente hacer referencia a algunos **antecedentes investigativos relacionados con el dominio que tienen los maestros en formación y en ejercicio en el área de la geometría**

Desde la antigüedad, la geometría ha sido considerada una disciplina esencial en la Educación Matemática, proporcionando las bases para el desarrollo del pensamiento lógico y espacial. En este sentido, el conocimiento en geometría juega un papel crucial en la formación académica, pues permite a los estudiantes desarrollar habilidades espaciales desde edades tempranas.

En este contexto, Saito y González (2020) señalan “que existe un bajo dominio de temas fundamentales como operaciones básicas, geometría, medidas, las cuales son esenciales dentro del currículo y deben estar correlacionados en el proceso de enseñanza aprendizaje” p. (221). Asimismo, los autores destacan que, en el nivel primario en Panamá, la geometría recibe poca atención en el aula debido a que los maestros en ejercicio dedican más tiempo a la enseñanza de la aritmética, lo que limita el desarrollo de esta área del conocimiento. Esta situación coincide

con lo expuesto por Morris (1986) quien afirma que, en América Latina “la realidad, es que más de la mitad de los maestros dedican menos del 10% del tiempo de clase disponible para Matemática, durante el año escolar, para trabajar en geometría” (p. 29). Por su parte, Barrantes y Blanco, (2004) señala que muchos estudiantes aún ingresan a las facultades con experiencias similares, una falta de conocimiento y concepciones erróneas sobre la geometría, además de mostrar apatía e inseguridad y emplear de manera incorrecta técnicas e instrumentos en los procesos de construcción geométrica. En esta misma línea, García, Buforn y Torregrosa (2014) destacan que la enseñanza de la geometría en los niveles de educación primaria y secundaria suele ser insuficiente o abordada de manera superficial, lo que limita el desarrollo del pensamiento espacial y la comprensión profunda de sus conceptos fundamentales.

La geometría, como parte esencial del currículo de Matemáticas en la educación primaria y secundaria, contribuye significativamente al desarrollo de competencias matemáticas. Sin embargo, estudios antes mencionados evidencian que muchos maestros enfrentan dificultades significativas en esta área, lo que repercute negativamente en su confianza y competencia para enseñar geometría de manera adecuada.

Por tanto, el propósito de este estudio es analizar modelos, enfoques y hallazgos de investigaciones previas que abordan la formación geométrica en futuros docentes.

Marco Teórico

Modelos y perspectivas teóricas en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría

En este contexto, es relevante mencionar algunos modelos y perspectivas teóricas que han contribuido al estudio de la enseñanza y el aprendizaje de la geometría.

Por un lado, Godino, Gonzalo, Cajaraville y Fernández (2012) subrayan la importancia de abordar la representación de los objetos geométricos a través de la dualidad entre expresión y contenido. Este enfoque conceptualiza la relación entre los objetos y sus expresiones, las cuales pueden manifestarse en imágenes, dibujos, diagramas o estructuras conceptuales, vinculados a los registros de representación semiótica.

De manera complementaria, Crompton, Grant y Shraim (2018) señalan que la geometría se enfoca en el análisis de las propiedades, relaciones y transformaciones de los objetos espaciales dentro de un sistema determinado. Esta disciplina puede vincularse directamente con elementos del entorno cotidiano y, al situar sus conceptos en un contexto concreto, se facilita su comprensión.

Por su parte, Aray, Párraga y Chun (2019) sostienen que pensar geoméricamente implica razonar sobre un objeto geométrico mediante procesos de pensamiento como representar, visualizar, interpretar, clasificar, abstraer, conjeturar, analizar, probar hipótesis y generalizar. Estas habilidades, basadas en métodos inductivos y deductivos, permiten establecer conjeturas relacionadas con líneas, ángulos y figuras.

Asimismo, Hoffer (1981) clasifica las habilidades geométricas en tres categorías principales: visualización, habilidades verbales y habilidades de dibujo. Este modelo refuerza la

importancia de desarrollar en los estudiantes competencias que les permitan interpretar, comunicar y construir conceptos geométricos de manera efectiva. Desde otra perspectiva, Shulman (1986) introduce dos dominios fundamentales en la formación docente: el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico del contenido. Sobre el primero, señala que: “No sólo es necesario comprender que algo es así; el maestro debe comprender además por qué es así, sobre qué bases se puede afirmar su justificación y bajo qué circunstancias nuestra creencia en su justificación puede debilitarse e incluso negarse” (p. 9). Por otro lado, el conocimiento pedagógico del contenido se define como una: “Amalgama especial de contenido y pedagogía que es únicamente competencia de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional” (Shulman, 1987, p. 8).

Finalmente, desde una perspectiva teórica, Van Hiele (1957) desarrollaron un modelo que explica el desarrollo de la comprensión geométrica a través de cinco niveles secuenciales: visualización, análisis, clasificación, deducción formal y rigor. Según este modelo, el aprendizaje geométrico transita desde una estructuración perceptiva inicial hasta una estructuración lingüística autónoma, permitiendo la construcción de razonamientos más complejos. Esta teoría constituye una base fundamental para comprender cómo se desarrolla el pensamiento geométrico en los estudiantes.

Metodología

El presente estudio corresponde a una **investigación teórica y documental**, basada en una revisión bibliográfica sistemática sobre el desempeño académico en geometría de futuros docentes de educación primaria. Para ello, se han consultado bases de datos indexadas y de acceso abierto, tales como Scielo, Dialnet, Latindex, Redalyc, Google Académico, entre otras plataformas especializadas en Educación Matemática, con el propósito de analizar modelos, enfoques y hallazgos de investigaciones previas que abordan la formación geométrica en futuros docentes.

La estrategia metodológica utilizada en esta fase se fundamenta en los siguientes criterios:

1. Para seleccionar las fuentes, se consideró artículos científicos, libros, tesis y documentos oficiales relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la geometría en la formación.
2. Criterios de inclusión: Se buscaron artículos publicados en los últimos 10 años, No obstante, se incluyeron referencias clásicas consideradas fundamentales para el área, entre los cuales se seleccionaron investigaciones que abordan el desarrollo del pensamiento geométrico, los modelos teóricos relevantes (Van Hiele, Hoffer, Shulman, Godino) y estudios internacionales sobre evaluación en Matemática (PISA, ERCE).
3. Asimismo, la revisión se centró en el desempeño académico de los estudiantes universitarios en geometría, considerando los conocimientos conceptuales, procedimentales y de visualización.
4. Criterio de exclusión: se excluyeron trabajos que no tuvieron relación directa con la educación Matemática en el área de geometría.
5. Para el análisis de la información se aplicó una triangulación de datos, agrupando los autores seleccionados según tres dimensiones con sus categorías temáticas, como se muestra en la Figura 1.

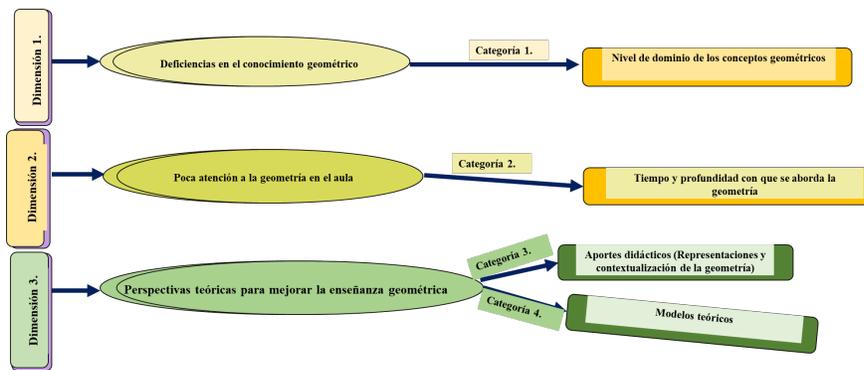


Figura 1. Dimensiones y categorías según evidencias de los autores seleccionados

6. El proceso de investigación se desarrolla por etapas, representadas en la Figura 2; sin embargo, en esta presentación se expone únicamente la fase 1-2.

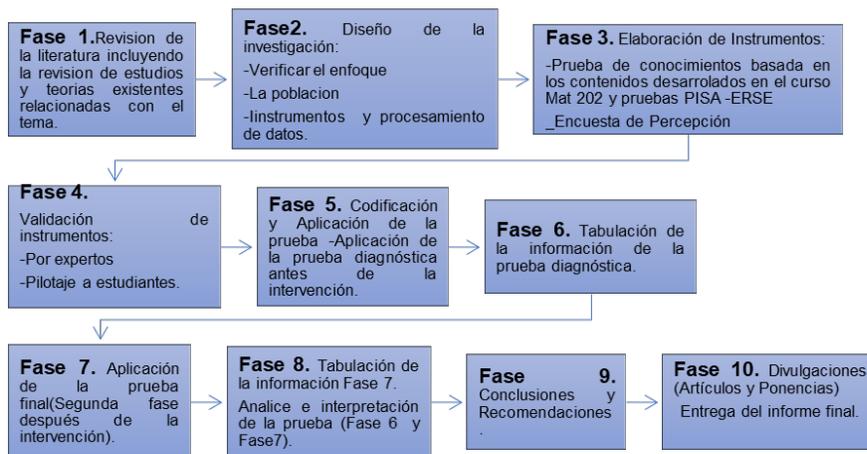


Figura 2. Fase de la investigación

Tabla 1

Distribución de preguntas según las áreas y procesos cognitivos

MAT 202					
Áreas	Procesos cognitivos			Total	%
	Reconocimientos de objetos matemáticos	Problemas simples	Problemas complejos		
%	32%	40%	28%	100%	
Visualización	4	2	-----		
Análisis	2	4	4		
Clasificación	2	4	-----		
Deducción Formal	-----	-----	3		

Es importante señalar que, en el presente estudio, la prueba estará enfocada exclusivamente en contenidos de geometría plana. Para su diseño y análisis, se tomarán como referencia las cuatro primeras fases del modelo de Van Hiele, que describen la progresión en el razonamiento geométrico, así como los procesos cognitivos propuestos por PISA y ERCE, los cuales evalúan la comprensión, el razonamiento y la aplicación de conceptos geométricos en distintos contextos.

Resultados

En el análisis de la enseñanza de la geometría en contextos escolares, diversos estudios coinciden en señalar limitaciones significativas tanto en el dominio conceptual como en la práctica pedagógica y modelos teóricos. La Tabla 2 y 3 sintetiza estos hallazgos mediante una triangulación de evidencias empíricas, permitiendo una comprensión más precisa del aporte de los autores. Los resultados se organizan según las dimensiones y categorías presentadas en la Figura 1.

Tabla 2

Triangulación de Evidencias empíricas de deficiencias en el dominio Geométrica

Dimensión	Categorías	autores
Deficiencias en el conocimiento geométrico	Nivel de dominio de los conceptos geométricos	Saito y González (2020) Existe un bajo dominio de conceptos fundamentales, incluyendo la geometría, en los maestros. Esto se debe, en parte, a que, en Panamá, los docentes en formación dedican más tiempo a la aritmética que a la geometría. Igualada (2023) Destaca que más de la mitad de los docentes en ejercicio (56,7%) tienen un dominio insuficiente en geometría, lo que podría afectar la calidad de la enseñanza en primaria. Barrantes y Blanco (2004) Refuerzan esta idea, señalando que los estudiantes que ingresan a las facultades de educación muestran conocimientos insuficientes, concepciones erróneas, apatía e inseguridad al abordar temas geométricos.
Poca atención a la geometría en el aula	Tiempo y profundidad con que se aborda la geometría	Morris (1986) destaca que, en América Latina, más del 50% de los maestros dedican menos del 10% del tiempo de clase de Matemática a la geometría, lo que limita el desarrollo del pensamiento geométrico. García, Buforn y Torregrosa (2014) subrayan que la enseñanza de la geometría en primaria y secundaria suele ser insuficiente o tratada de forma superficial, lo que provoca lagunas conceptuales que se arrastran a lo largo de la formación educativa.

Tabla 3

Triangulación de Evidencias de aportes pedagógicos y modelos que ofrecen soluciones para una mejor comprensión y enseñanza de la geometría.

Dimensión	Categorías	autores
Perspectivas teóricas para mejorar la enseñanza geométrica	Aportes didácticos (Representaciones y contextualización de la geometría)	<p>Godino et al. (2012) enfatizan la relevancia de relacionar el contenido geométrico con sus representaciones semióticas (imágenes, diagramas, estructuras conceptuales). Este enfoque mejora la comprensión al vincular las expresiones visuales con el contenido matemático.</p> <p>Hoffer (1981) identifica tres categorías de habilidades geométricas esenciales: la visualización, las habilidades verbales y las habilidades de dibujo, las cuales deben trabajarse de manera integrada para fortalecer el aprendizaje geométrico.</p> <p>Crompton, Grant y Shraim (2018) aportan una visión contextual, la geometría se entiende mejor cuando se vincula al entorno cotidiano.</p> <p>Aray, Párraga y Chun (2019) proponen un enfoque basado en habilidades cognitivas que favorecen el pensamiento geométrico estructurado y profundo, abordando desde una perspectiva de desarrollo del razonamiento matemático utilizando los métodos deductivos e inductivos.</p>
	Modelos teóricos	<p>Van Hiele (1957) propone un modelo de cinco niveles de razonamiento geométrico, de los cuales este estudio se basa en las cuatro primeras fases. Este modelo destaca la importancia de un aprendizaje secuencial y del uso de experiencias concretas para avanzar en la comprensión geométrica.</p> <p>Shulman (1986, 1987) resalta la importancia de que los maestros no solo dominen el contenido matemático, sino que también tengan un conocimiento pedagógico especializado que les permita traducir ese conocimiento en estrategias efectivas para el aula, aspecto clave en la formación del profesorado.</p>

Conclusiones

En primer lugar, es crucial que los programas de formación docente asignen más tiempo y recursos a la geometría, superando el enfoque excesivo en la aritmética señalado por los autores (Morris, 1986; Saito y González, 2020). Los futuros maestros y maestros en ejercicio presentan deficiencias en geometría (Igalada, 2023), lo que refleja la necesidad de revisar y reforzar los programas formativos en este campo.

Segundo lugar es fundamental implementar estrategias que trabajen los procesos cognitivos definidos por PISA y ERCE (formulación, aplicación e interpretación) para garantizar una comprensión más profunda de los conceptos geométricos. Por otro lado, las habilidades de visualización, verbales y de dibujo (Hoffer, 1981) deben trabajarse conjuntamente para mejorar la comprensión geométrica y facilitar la traducción entre representaciones visuales y conceptuales (Godino et al., 2012).

Tercer lugar el modelo de Van Hiele (1957) es un recurso valioso para guiar el aprendizaje geométrico, ya que permite comprender cómo los estudiantes avanzan de niveles básicos a un pensamiento más abstracto. Asimismo, la combinación del conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico (Shulman, 1986-1987) es esencial para que los futuros maestros puedan explicar conceptos geométricos complejos de manera clara y accesible.

Referencias y bibliografía

- Aray, C.A., Párraga, O., y Chun, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: *análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. Rehuso*, 4(1), 23 - 36. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v4i1.1622>
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-65872019000100023
- Barrantes, M., & Blanco, L. J. (2004). Recuerdos, expectativas y concepciones de los estudiantes para maestro sobre la geometría escolar. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 241-250. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v22-n2-barrantes-blanco/1793>
- Castro Inostroza, A. (2016). Conocimiento matemático fundamental para el Grado de Educación Primaria: *perfiles de conocimiento conceptual aditivo [Tesis doctoral]*.
https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2016/hdl_10803_400645/aci1de1.pdf
- Crompton, H., Grant, M., y Shraim, K. (2018). Technologies to Enhance and Extend Children's Understanding of Geometry: A Configurative Thematic Synthesis of the Literature. *Educational Technology & Society*, 21(1), 59-69. <https://www.jstor.org/stable/26273868>
- García, A., Buforn, A. y Torregrosa, G. (2014). Un módulo de enseñanza centrado en desarrollar el razonamiento configural: características desde una perspectiva cognitiva. En M.T Tortosa, J.D. Álvarez y N. Pellín (coord.), XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. *Alicante: Universidad de Alicante*.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/41884/1/2014_XII_Jornadas_Redde_65.pdf
- Godino, J., Gonzalo, M., Cajaraville, J. y Fernández, T. (2012). Una aproximación ontosemiótica a la visualización en educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), pp. 109-130.
<http://ensciencias.uab.es/article/view/653>
- González, J. y Saito, Y. (2020). Deficiencias en la enseñanza de las matemáticas en el nivel primario de la educación básica general de Panamá. *Acción y Reflexión Educativa*, (45), 207-223.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is More Than Proof. *Mathematics Teacher*, enero 1981, 11 – 18. *Traducción de Ricardo Barroso*. <http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/apregeom/apregeofer.html>
- Igualada, V. (30 de julio-4 de agosto de 2023). Nivel de conocimientos en geometría de los maestros en primaria: un estudio descriptivo. [Presentación de póster]. In *XVI Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Lima, Perú*. <https://xvi-ponencias.ciaem-iacme.org/index.php/xviciaem/xviciaem/paper/viewPaper/2124>
- Morris, Robert W. (1986). Estudios en educación matemática, v. 5: *La Geometría en las escuelas*. 2-255.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000124809_spa
- OECD (2019). "What can students do in mathematics?", in PISA 2018 Results (Volume I): *What Students Know and Can Do*, OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/f649d3c2-en>.
- Sánchez-Restrepo, H. & Carmona-Soto, M.B. (2021). Crecer 2018 en Panamá: Resultados del aprendizaje en Matemática y Español en los primeros años (Informe). *Ministerio de Educación. Panamá*.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: *Foundations of the new reform*. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- UNESCO-OREALC. 2021 ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes de América Latina y el Caribe? Análisis curricular del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE -2019) a la luz de las metas de *la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.
- Van Hiele, P.M. (1957). El problema de la comprensión. En conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría. (Universidad Real de Utrecht: Utrecht, Holanda). *Director: Hans Freudenthal*. <http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/aprenggeom/archivos2/VanHiele57.pdf>