

El método de Pólya y el mapa conceptual híbrido como estrategias didácticas para la resolución de problemas geométricos durante la formación de futuras docentes de educación primaria

Alberto Santana Ortega ¹ 

Oscar Nelson Lopez Lopez ² 

Erwin Santana Ortega ³ 

Resumen

Este estudio analiza el nivel de resolución de problemas geométricos en el curso “Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza” de la Licenciatura en Educación Primaria, impartido en una escuela normal del estado de Puebla. Los resultados iniciales evidenciaron que la mayoría de las alumnas presentaban dificultades para comprender las consignas, mostraban un dominio limitado de los contenidos y, aunque en algunos casos lograban diseñar planes pertinentes, cometían errores durante la ejecución, lo que afectaba su desempeño. El objetivo de la investigación fue analizar estrategias didácticas orientadas a favorecer la resolución de problemas geométricos en estudiantes de tercer semestre. Para ello, se utilizó la metodología de investigación-acción, desarrollada en dos ciclos: en el primero, se propusieron situaciones didácticas fundamentadas en el método de resolución de problemas de Pólya, en el segundo, se incorporó el Mapa Conceptual Híbrido (MCH) desde el enfoque onto-semiótico. Como parte del análisis, se consideraron también resultados cuantitativos obtenidos en pruebas escritas aplicadas a las participantes. Los hallazgos reflejan una mejora significativa en los procesos de resolución: mayor comprensión de los problemas, elaboración de soluciones más estructuradas y aplicación más precisa de procedimientos. El uso del MCH, en particular, favoreció el desarrollo de la visión retrospectiva y fortaleció procesos de metacognición y reflexión, lo que permitió a las estudiantes ajustar sus estrategias y afianzar su aprendizaje. En conjunto, ambas estrategias demostraron ser efectivas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la geometría en la formación de futuras docentes.

¹ jgsraso@gmail.com

Escuela Normal Rural “Carmen Serdán”, Puebla, México

² oscarnelson2009@hotmail.com

Escuela Normal Rural “Carmen Serdán”, Puebla, México

³ chpoblano@hotmail.com

Escuela Normal Rural “Carmen Serdán”, Puebla, México

Palabras clave

Enfoque onto-semiótico, formación de docentes de primaria, normalismo rural

Introducción

Desde sus orígenes, la geometría ha sido considerada una rama relevante de las matemáticas. García y López (2008) señalan que “[...]representó un cuerpo de conocimientos que eran verdaderos y que, además, podía demostrarse que lo eran[...]

” (p. 29). En este sentido, el aprendizaje de la Geometría va más allá del cumplimiento de un programa educativo, pues implica reflexión, razonamiento y la búsqueda de la verdad a través de procesos lógicos y demostrables.

Para las estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria (LEPRI), la importancia de la geometría se potencia al reflexionar sobre la pregunta: ¿para qué enseñar Geometría? Ante este cuestionamiento, García y López (2008) destacan que enseñar esta disciplina contribuye a cultivar la inteligencia, desarrollar estrategias de pensamiento, explorar una materia tanto útil como formativa, estimular la sensibilidad estética, fomentar el trabajo experimental en Matemáticas y agudizar la percepción del mundo que nos rodea.

A partir de lo anterior, es importante aprender geometría además de comprender y dominar estrategias, métodos y enfoques adecuados para su enseñanza. Tradicionalmente, se ha cuestionado el enfoque ostensivo en la enseñanza de la geometría, donde el rol del docente se limita a transmitir información y el del estudiante a memorizar conceptos y propiedades (Serrato, 2018). En contraste, el enfoque basado en la resolución de problemas favorece la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y prepara al alumno para enfrentar situaciones cotidianas y desafíos en su vida profesional (Guzmán & Moreira, 2014).

En la Licenciatura en Educación Primaria, Plan 2022, el programa del curso “Geometría, su aprendizaje y su enseñanza” del tercer semestre propone la resolución de problemas geométricos con un doble fin: primero, como medio para aprender matemáticas a través de la resolución de problemas; y segundo, como medio para enseñar matemáticas, con el fin de que las docentes en formación desarrollen competencias didácticas para enseñar contenidos matemáticos.

Con el propósito de conocer el nivel de comprensión y habilidades en la resolución de problemas geométricos de las futuras docentes, se realizó un diagnóstico a un grupo de alumnas de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria (LEPRI) de la Escuela Normal Rural “Carmen Serdán” (ENRCS), durante el ciclo escolar 2023-2024. El instrumento consistió en un cuestionario compuesto por 10 problemas relacionados con temas de

geometría plana, tales como ángulos, simetría, áreas, perímetros, triángulos, cuadriláteros, polígonos regulares e irregulares, semejanza, teorema de Pitágoras, capacidad y volumen.

Dado que las participantes cursan estudios de nivel superior, se diseñaron problemas con un grado de dificultad correspondiente a los niveles de secundaria y bachillerato. Las preguntas eran abiertas y no se limitaban únicamente a la obtención del resultado; también se solicitaba a las alumnas que explicaran qué se les pedía, si contaban con un plan para resolver el problema, que describieran el procedimiento seguido y reflexionaran sobre las acciones para llegar a la solución.

Los resultados del diagnóstico revelaron un bajo desempeño general en la resolución de problemas geométricos, evidenciando dificultades tanto en la comprensión de las consignas como en la elaboración de estrategias pertinentes y en la ejecución de los procedimientos matemáticos.

Si bien los investigadores ya estaban familiarizados con los pasos propuestos por Pólya para la resolución de problemas, las alumnas en formación desconocían esta propuesta. Esta situación permitió reconocer una oportunidad para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría, en especial en lo que se refiere a la resolución de problemas.

Durante la revisión de la literatura, se identificó que, además del enfoque heurístico de Pólya, diversas investigaciones destacan el Mapa Conceptual Híbrido como una estrategia didáctica viable para favorecer la comprensión, estructuración y organización del pensamiento matemático. Con base en estos hallazgos, se decidió implementar ambas estrategias con el propósito de analizar sus efectos en el desarrollo de habilidades para resolver problemas geométricos en estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria.

Así, el propósito de esta investigación fue analizar el aporte de dos estrategias didácticas al desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas geométricos en futuras docentes de educación primaria. La primera estrategia fue el método de resolución de problemas propuesto por Pólya, y la segunda, el Mapa Conceptual Híbrido, fundamentado en el enfoque onto-semiótico.

Ambas buscan enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría. A partir de ello, se articula una línea de investigación centrada en el estudio de metodologías basadas en la resolución de problemas como medio para fortalecer la formación inicial de futuras docentes de primaria.

A partir de este planteamiento, se formuló la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo incide la implementación de estrategias didácticas, como los pasos de Pólya y el uso del Mapa Conceptual Híbrido, en la mejora de los procesos de resolución de problemas geométricos en futuras docentes de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria?*

Referentes teóricos y elementos conceptuales

Enseguida se describen algunos aspectos teóricos y conceptuales que permiten comprender el contexto y profundizar en las estrategias propuestas a las futuras docentes durante el trabajo con los problemas geométricos. Se describe brevemente el programa de estudios del curso, los rasgos del perfil de egreso de las alumnas, y las características generales del método de Pólya, del mapa conceptual híbrido y del enfoque onto-semiótico.

Programa de estudios para el curso Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza

En el programa de estudio del tercer semestre de la LEPRI, Plan 2022, del curso “Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza” (GAE) se establece como propósito general:

Que las y los estudiantes normalistas consoliden saberes en torno a la geometría plana y espacial que les permitan implementar estrategias didácticas en educación primaria que fomenten el desarrollo de habilidades del pensamiento lógico, científico y crítico necesarias para realizar una intervención pedagógica y didáctica pertinente en diferentes contextos (SEP, 2022b, p. 5).

Para consolidar estos saberes en torno a la geometría es necesario que las docentes en formación sean capaces de resolver problemas matemáticos utilizando diversas estrategias de solución (Mancera & Basurto, 2016).

Además de esto es necesario que conozcan los rasgos del perfil de egreso de sus estudiantes con el propósito de reconocer cómo la resolución de problemas geométricos contribuye al logro de ese perfil y a la enseñanza de los contenidos en educación Primaria.

Perfil de egreso de las y los estudiantes de educación básica

Los rasgos globales del aprendizaje –perfil de egreso– ofrecen una visión integral de los aprendizajes que las y los estudiantes habrán de desarrollar a lo largo de la educación básica, en los que se articulan las capacidades y los valores expresados en los ejes articuladores con los conocimientos, actitudes, valores, habilidades y saberes aprendidos gradualmente en los campos formativos. En la reforma educativa de educación básica se plantean cuatro campos formativos: (1) Lenguajes, (2) Saberes y Pensamiento científico, (3) Ética, naturaleza y sociedades y (4) De lo humano y lo comunitario (SEP, 2022a).

Los contenidos matemáticos que se analizan en el curso GAE son abordados en situaciones problemáticas contenidas en proyectos del campo formativo Saberes y pensamiento científico,

los cuales se establecen en los programas sintéticos de las fases 3, 4 y 5 –seis años de educación primaria– del sistema educativo mexicano y otros corresponden a contenidos básicos de geometría plana que las alumnas analizaron en sus cursos de matemáticas en nivel secundaria y nivel medio superior.

Las habilidades en la resolución de problemas no son simples o automáticas, Santos (1992) sostiene que “Aprender matemáticas es un proceso acti-

vo que requiere discusiones de conjeturas y pruebas” (p. 22), además menciona que uno aprende a resolver problemas con éxito en la medida en que se resuelve un gran número de problemas.

En el estudio de Mancera y Basurto (2016, p. 7) se indica que:

La matemática no se aprende por repetición, si no por la realización de la actividad matemática, la cual se caracteriza por una indagación constante, el replanteamiento de lo elaborado, la búsqueda de una comprensión más profunda de los contenidos y la realización de esfuerzos para interactuar constantemente con los contenidos matemáticos.

Afirman además, que saber matemáticas implica saber resolver problemas, lo que evidencia la importancia de que las futuras docentes resuelvan problemas matemáticos para desarrollar sus competencias didácticas y cognitivas.

Para Mancera y Basurto, un problema es una situación cuya resolución no es inmediata, se está frente a un problema si no se sabe de manera inmediata la forma en la que se puede resolver y encontrar la solución exige tomar decisiones y poner en juego distintos saberes y recursos cognitivos.

Resulta muy útil entender que en el caso de estudiantes de LEPRI la resolución de problemas geométricos juega un papel muy importante pues deben consolidar sus saberes en torno a la Geometría, de acuerdo al Plan de estudios 2022 y fomentar a través de su enseñanza, formas de razonamiento en sus alumnos al resolver problemas. En el plan de estudios de educación básica (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022a, p. 130) se establece que “[...]la enseñanza científica busca formar en las y los estudiantes la capacidad de analizar distintas concepciones del mundo con la finalidad de que tomen decisiones sobre la explicación más adecuada al momento de resolver cada problema concreto”. Para la resolución de problemas matemáticos se proponen diferentes métodos, uno de ellos es el método de Pólya.

El método de Pólya

De acuerdo con Pólya (2004), el proceso de resolución de problemas matemáticos se puede desglosar en cuatro fases, cada una de las cuales desempeña un papel clave en el éxito del estudiante. Enseguida se describe cada una de las fases.

Fase 1: Comprensión del problema. Antes de intentar resolver un problema, es esencial que el estudiante comprenda plenamente su enunciado. Esto implica identificar los datos, lo desconocido y las condiciones que lo conforman. Además de la comprensión, se busca que el problema despierte interés y motivación en el estudiante, lo cual depende de selección y presentación pertinentes del problema. El docente debe facilitar este proceso mediante preguntas orientadoras y asegurarse de que el estudiante pueda reformular el problema con claridad.

Fase 2: Concebir un plan. Diseñar un plan consiste en determinar la estrategia o secuencia de pasos necesarios para alcanzar la solución. Esta etapa requiere reflexión, análisis de experiencias previas y conexiones con problemas similares. La aparición de una “gran idea” puede ser gradual o repentina, y el papel del docente es guiar discretamente al estudiante a través de interrogantes que estimulen el pensamiento crítico, la analogía, la generalización o la formulación de problemas auxiliares.

Fase 3: Ejecutar el plan. Una vez definido el plan, su ejecución exige perseverancia, precisión y verificación continua. El estudiante debe revisar minuciosamente cada paso, asegurando su validez tanto desde una perspectiva intuitiva como formal. La autonomía en la construcción del plan facilita su mantenimiento y comprensión, mientras que el docente debe insistir en la justificación rigurosa de cada argumento.

Fase 4: Visión retrospectiva. La última etapa consiste en revisar el procedimiento y el resultado obtenido. Esta retrospectiva fortalece el aprendizaje, propicia la transferencia de conocimientos a nuevos contextos y permite mejorar tanto la solución como su comprensión. El docente debe alentar a los estudiantes a identificar conexiones con otros problemas y a considerar la reutilización de métodos y resultados en situaciones distintas.

Este enfoque busca la resolución de problemas, además el desarrollo de habilidades cognitivas y analíticas indispensable para el aprendizaje matemático y la aplicación de los conceptos en diversas situaciones. Aunque el método de Pólya fue formulado hace más de ochenta años, sigue siendo un referente vigente en la investigación en matemática educativa. Estudios recientes confirman que su estructura metodológica conserva plena vigencia en contextos escolares y resulta aplicable a distintas áreas del conocimiento matemático.

En el ámbito de la educación básica, investigaciones como la de Barrón-Parado et al. (2021) y Sánchez-Cuastumal y Valverde-Riascos (2020) muestran cómo la implementación estructurada del método de Pólya favorece la comprensión y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de primaria y secundaria, destacando su valor para fomentar habilidades de pensamiento lógico y estrategias de resolución, especialmente cuando se combina con actividades guiadas y reflexión metacognitiva.

Desde una perspectiva más aplicada, Figueroa et al. (2023) analizan la utilidad del método en la resolución de problemas físicos, particularmente en el estudio del movimiento rectilíneo, lo cual evidencia su capacidad para trascender los límites de la matemática pura y servir como medio para la comprensión de fenómenos del mundo real. En una línea similar, Montoya (2024) reporta avances significativos en el fortalecimiento de competencias científicas mediante el uso del enfoque de Pólya en contextos de educación media.

Estudios como el de Gopinath y Lertlit (2017) revelan que el modelo sigue siendo vigente para fortalecer las habilidades de resolución de problemas en estudiantes de secundaria, siempre que se implementen estrategias didácticas activas y contextualizadas. Por otro lado, trabajos como el de Oliveros et al. (2021) reafirman el valor del método como técnica de resolución, pero además como una herramienta que favorece procesos de pensamiento matemático. Finalmente, en el contexto contemporáneo de la estadística y la ciencia de datos, de Carvalho (2024) retoma las enseñanzas de Pólya para proponer su adaptación a la modelación estadística, lo que demuestra la vigencia y versatilidad del enfoque incluso en áreas emergentes del conocimiento.

De esta forma la literatura reciente respalda la utilidad del método de Pólya como una estrategia didáctica flexible y eficaz. Su aplicación en distintos niveles educativos, contextos culturales y áreas disciplinares refleja no solo su solidez teórica, sino también su capacidad para adaptarse a las demandas actuales de la educación matemática.

El método de Pólya constituye una herramienta metodológica flexible y eficaz para abordar una amplia gama de problemas matemáticos; en este caso su aplicación se centró en la resolución de problemas geométricos. En este sentido, Mancera y Basurto (2016, p. 25) destacan una serie de elementos clave que deben considerarse al enfrentar este tipo de desafíos, aportando así una perspectiva complementaria que enriquece el enfoque propuesto por Pólya. Entre estos aspectos se incluyen, por ejemplo:

[...] los recursos (que se refiere a los contenidos matemáticos), la heurística (es decir, las estrategias que se poseen), el control (no basta poseer conocimientos y estrategias, es necesario saber cuándo y cómo utilizarlas), el sistema de creencias (las concepciones que se poseen sobre las matemáticas, sobre sí mismo, etc.).

Bajo esta consideración, en el curso GAE se buscó implementar una herramienta que favoreciera a las futuras docentes mejorar la comprensión de problemas, el dominio de contenidos, el uso de estrategias y el control a través del análisis y la reflexión. Al indagar sobre diferentes enfoques que permiten orientar el aprendizaje y enseñanza a través de la resolución de problemas se encontró el enfoque onto-semiótico, la elección de este enfoque se justifica porque ofrece un marco para reconocer los elementos implicados en la resolución de problemas y apoya a los estudiantes al tener un referente sobre los aspectos que deben considerarse, muchos de los cuales suelen pasar desapercibidos, pero que con su aplicación se hacen explícitos (Godino, 2022).

Enfoque onto-semiótico

El enfoque onto-semiótico propuesto por Godino et al. (2007) sostiene que en la resolución de problemas matemáticos están implícitos una serie de

objetos: conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos; en este modelo se propone que estos objetos pueden ser interpretados desde cinco perspectivas: (1) personal/institucional, (2) ostensivo/no-ostensivo, (3) expresión/contenido, (4) unitario/sistémico, e (5) intensivo/extensivo (Godino et al., 2007). Las dos perspectivas con mayor aporte a este trabajo son la personal-institucional y ostensivo-no ostensivo, ya que además presentaron menor aplicabilidad en el contexto del estudio.

La perspectiva personal-institucional tiene que ver con la idea de que en la resolución de problemas los alumnos novatos pueden presentar procedimientos que son argumentados desde una visión particular o personal. Cuando estos argumentos y procedimientos son presentados por expertos, se institucionalizan (Godino, 2022).

Moreno (2019) señala que ciertos procesos cognitivos pueden vincularse con las perspectivas duales del conocimiento. Por ejemplo, en la perspectiva ostensivo no ostensivo, es posible transitar de la idealización a la materialización de los objetos matemáticos y viceversa. Así, un concepto abstracto, es decir, no ostensible, puede representarse físicamente en papel mediante símbolos, gráficas o expresiones algebraicas que sí son ostensibles.

Este enfoque es altamente útil, ya que, al resolver problemas, los alumnos interactúan con diversos objetos matemáticos, como conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos. Sin embargo, en este curso se observó que las docentes en formación ejecutaban los procedimientos sin ser plenamente conscientes de los demás objetos que sustentan la resolución. Ante esta situación se implementó el mapa conceptual híbrido (MCH).

Mapa conceptual híbrido

Moreno (2019) propuso el uso del Mapa conceptual híbrido (MCH) para la enseñanza de la física, pero indica que puede ser implementado en la enseñanza de las matemáticas como apoyo en las fases de resolución de problemas. Se tienen referencias de su implementación en la solución de problemas matemáticos en educación básica en 2019.

La técnica del MCH combina características del Mapa Conceptual (MC) y del Diagrama de Flujo (DdF). El MCH “Se trata de una representación gráfica que presenta simultáneamente tantas redes jerárquicas de conceptos como distintos procesos o procedimientos” (p. 94).

El MC es una técnica gráfica que muestra de forma organizada el conocimiento, colocando en niveles superiores los conceptos más generales y en niveles inferiores los conceptos más particulares conectados con segmentos y frases de enlace. Muchas investigaciones muestran las ventajas del uso del MC como estrategia de aprendizaje en los alumnos y como estrategia de enseñanza para los docentes (Moreno, 2019). El DdF, por su parte permite representar de forma clara, esquemática y secuencial los pasos a seguir para

desarrollar un proceso, algoritmo o sistema (Universidad Internacional de La Rioja, 2022).

El uso del MCH hace visible el razonamiento de los estudiantes; las abstracciones y los conceptos que mantienen en mente se representan de manera física a través de estos mapas. De este modo los objetos matemáticos primarios (e.g., conceptos, propiedades, procedimientos y argumentos) pueden ser representados de manera ostensiva (i.e., lenguaje) mediante el MCH y éste puede ser interpretado como una representación ostensiva del sistema de prácticas discursivas y operativas que lleva a cabo un sujeto al resolver un problema (Moreno, 2019).

En la resolución de problemas, el MCH constituye una herramienta que permite identificar los conceptos, el lenguaje, las proposiciones, los argumentos y los procedimientos a los que alude el enfoque onto-semiótico, al integrar simultáneamente un diagrama de flujo y un mapa conceptual.

Metodología

La propuesta de intervención se llevó a cabo con 27 alumnas del grupo “A” de tercer semestre de la LEPRI en la ENRCS, una institución pública ubicada en Teteles de Ávila Castillo, Puebla. Las futuras docentes estudian bajo la modalidad de internado, lo que les brinda acceso gratuito a servicios académicos, alimenticios y de hospedaje.

Método de investigación

Se optó por utilizar el método de investigación-acción con la finalidad de mejorar una situación a través de la práctica. Latorre (2005, p. 26) define a la investigación-acción como:

Una forma de indagación autorreflexiva realizada por quienes participan (profesorado, alumnado, o dirección, por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: *a)* sus propias prácticas sociales o educativas; *b)* su comprensión sobre las mismas; y *c)* las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo).

Creswell (2012) indica que la investigación-acción “[...]se asemeja a los métodos de investigación mixtos, dado que utiliza una colección de datos de tipo cuantitativo, cualitativo o de ambos, sólo que difiere de estos al centrarse en la solución de un problema específico y práctico” (p. 577). La investigación-acción surge ante la necesidad de reflexionar sobre la práctica docente e intervenir en ella para fortalecerla, frente a una insatisfacción con el estado actual de las cosas (Vidal & Rivera, 2007). En este caso se buscó mejorar el proceso de resolución de problemas geométricos en 27 alumnas de tercer semestre.

Instrumentos de recolección

Hernández (2013) establece que las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación y los instrumentos constituyen las vías mediante la cual es posible aplicar una determinada técnica de recolección de información.

Para recabar información sobre los procesos de aprendizaje de las alumnas, se utilizaron diferentes técnicas como la observación y encuestas, e instrumentos como guías de observación, dos cuestionarios con problemas geométricos para obtener un diagnóstico, un cuestionario al final del ciclo 1 y otro cuestionario al final del ciclo 2, registros anecdóticos y diarios de campo, mismos que permitían valorar la propia acción y hacer una identificar los aciertos y las limitaciones en el proceso.

Procedimientos

Latorre (2005) plantea que existe una espiral de la investigación-acción en forma cíclica. El proceso inicia con el diseño de un plan de acción sobre una realidad observada y diagnosticada, posteriormente se actúa sobre esa realidad, luego se observa la acción y al final se reflexiona sobre esa acción para iniciar nuevamente con otro ciclo. Aunque existen diferentes modelos de la investigación-acción, el más común es el de Kemmis, el cual identifica cuatro fases o momentos: (1) planificación, (2) acción, (3) observación, y (4) reflexión. Después de realizar un diagnóstico y búsqueda de información se propuso la siguiente hipótesis de acción: *Si se implementan estrategias didácticas como el método de Pólya y el uso del Mapa Conceptual Híbrido, entonces se favorecerá la mejora en los procesos de resolución de problemas geométricos en estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria.*

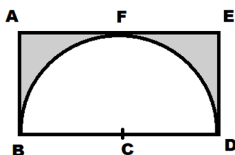
Entre los problemas geométricos analizados se incluyeron situaciones relacionadas con el cálculo de perímetros y áreas de figuras planas, la identificación y clasificación de polígonos, la semejanza de triángulos, el cálculo de capacidad y volumen, así como la medición de ángulos y la identificación de propiedades en polígonos regulares e irregulares.

Los problemas propuestos conservaron las temáticas abordadas en el cuestionario inicial, pero fueron reformulados como preguntas abiertas buscaban obtener una respuesta numérica, sino también promover la reflexión sobre el proceso de resolución. Se incluyeron interrogantes orientadoras como: ¿qué es lo que se pide?, ¿tienes un plan para resolverlo?, ¿cuál es el procedimiento que seguiste? y ¿qué hiciste para resolver el problema?

Estas preguntas tenían como finalidad analizar el progreso o las dificultades del estudiantado en relación con las etapas propuestas por Pólya para la resolución de problemas. Un ejemplo del tipo de problemas propuestos es el siguiente (ver Figura 1).

Figura 1

¿Qué expresión representa el área sombreada si la base del rectángulo es 8 metros y $AB=BC=CD$?



El uso de problemas geométricos contextualizados y diseñados como preguntas abiertas permitió identificar los conocimientos previos y las dificultades conceptuales de las futuras docentes, además favorecer una actitud más reflexiva frente al proceso de resolución. Al incluir interrogantes inspiradas en las etapas de Pólya, se promovió que las estudiantes dejaran de centrarse exclusivamente en la obtención del resultado final y empezaran a valorar la planificación, el análisis y la revisión como partes esenciales del pensamiento matemático.

Esta estrategia reveló que muchas de las dificultades no se debían únicamente a la falta de conocimientos técnicos, sino a la ausencia de hábitos de pensamiento estructurado, lo cual es necesario para quien aspira a enseñar matemáticas. En este sentido, la intervención no solo aportó al desarrollo de habilidades geométricas, sino también a la formación de una mirada más metacognitiva sobre el propio aprendizaje, aspecto clave en la preparación de docentes reflexivas y conscientes de sus procesos.

Considerando el tiempo disponible se realizaron dos ciclos de intervención. En el primer ciclo, fase de planificación, se elaboró un plan de acción con secuencias didácticas en 5 sesiones de 2 horas cada una, basadas en la resolución de problemas a través del método de Pólya.

En la primera sesión se plantearon 4 problemas geométricos reflexionando sobre el paso 1 (i.e., comprensión del problema). En la segunda sesión, se plantearon 4 problemas geométricos haciendo énfasis en el paso 2 (i.e., concebir un plan). En la tercera sesión, se propusieron 4 problemas geométricos con énfasis en el paso 3 (i.e., ejecución del plan). En la cuarta sesión, se plantearon 4 problemas geométricos con énfasis en el paso 4 (i.e., visión retrospectiva). Finalmente, en la última sesión, se resolvieron problemas geométricos aplicando los 4 pasos propuestos por Pólya. Al final de este ciclo, se aplicó un cuestionario de 2 reactivos al inicio y al final del ciclo 1, para valorar los pasos en la resolución de problemas según la propuesta de Pólya.

Durante el segundo ciclo de intervención, se implementaron secuencias didácticas distribuidas en cinco sesiones de dos horas cada una, centradas en el uso del Mapa Conceptual Híbrido (MCH) y manteniendo las mismas temáticas consideradas en el diagnóstico y ciclo 1. El objetivo fue fortalecer la comprensión de los conceptos, propiedades, argumentos y procedimientos

implicados en la resolución de problemas geométricos. Asimismo, se buscó que, al reflexionar sobre los procesos de solución, las estudiantes adquirieran más herramientas para abordar problemas de mayor complejidad.

En la primera sesión, se explicó la diferencia entre MC y MCH usando ejemplos mediante la resolución de problemas geométricos. En las sesiones 2 y 3, se trabajó en equipos para elaborar MCH en las libretas para resolver problemas geométricos. En las últimas dos sesiones, se buscó que la elaboración fuera individual.

Para la elaboración de los últimos MCH, se brindó orientación a las alumnas en el uso del software *Inspiration*, lo que permitió que los mapas fueran elaborados de forma digital. Al finalizar el segundo ciclo, se aplicó un cuestionario con 2 problemas geométricos considerando los mismos temas y buscando que tuvieran un grado de dificultad similar al de aquellos aplicados en el diagnóstico y al final del ciclo 1. Se valoraron también los pasos para resolver un problema usando el procedimiento de Pólya. Por ejemplo, un problema específico demandaba conocimientos básicos sobre la relación entre el diámetro y el perímetro de una circunferencia, los cuales, en este nivel educativo superior, las alumnas deberían dominar con facilidad, dado que estos contenidos se trabajan desde la educación primaria, secundaria y media superior. No obstante, algunas alumnas enfrentaron dificultades para resolverlo.

Para analizar los datos se consideraron cinco categorías establecidas desde el diagnóstico de la problemática de modo que el aprendizaje de las alumnas se valoró cualitativamente a partir de los diarios de campo y registros anecdóticos, y cuantitativamente a partir de los resultados de los cuestionarios aplicados al final de cada ciclo. Este análisis se realizó en dos etapas, la primera después del ciclo de intervención 1 y la segunda etapa al finalizar el ciclo de intervención 2 (ver Tabla 1).

Tabla 1
Tipos de evaluación

Etapa o ciclo	Tipo de evaluación	
	Evaluación cualitativa	Evaluación cuantitativa
Inicial		Cuestionario de diagnóstico
Primer ciclo	Guías de observación, registros anecdóticos y diarios de campo	Cuestionario 1
Segundo ciclo		Cuestionario 2

Resultados

Los resultados de esta investigación se reportan por cada ciclo de intervención de acuerdo a las cinco categorías comprensión del problema, concebir un plan, ejecutar el plan, visión retrospectiva, plan y solución correcta, establecidas desde el diagnóstico de la problemática.

Resultados obtenidos en el Ciclo 1

A continuación se exponen los resultados obtenidos en el primer ciclo para cada una de las categorías anticipadas.

Categoría 1 [Comprensión del problema]: Con el análisis de la metodología de Pólya la comprensión de los problemas geométricos mejoró, como se muestra en el siguiente fragmento del registro anecdótico:

[...] me doy cuenta de que al principio muchas alumnas al leer el problema se apresuraban a identificar las operaciones que debían realizar sin considerar todos los datos del problema, ahora empiezan a tomar en cuenta todos los datos y la pregunta principal [...]

La implementación de la metodología de Polya mostró un impacto favorable en la forma en que las alumnas abordaban los problemas geométricos, particularmente en la etapa inicial de comprensión. A partir de la aplicación sistemática de preguntas orientadoras como “¿qué me piden?” y “¿qué datos me dan?”, se observó un cambio en la disposición cognitiva de las estudiantes. En las primeras sesiones, muchas tendían a apresurarse en la identificación de operaciones matemáticas sin detenerse a comprender completamente el enunciado.

Posteriormente, comenzaron a demostrar una actitud más reflexiva y analítica, mostrando mayor atención a los datos proporcionados y al planteamiento de la pregunta principal. Esto se reflejó tanto en sus explicaciones orales como en sus representaciones escritas del problema, donde lograban expresar con mayor claridad la situación a resolver. El registro anecdótico permitió constatar esta evolución, al documentar momentos en los que las alumnas verbalizaban su comprensión del problema antes de intentar resolverlo, señal de una mejor disposición hacia el pensamiento matemático fundamentado.

Categoría 2 [Concebir un plan]: En relación con la capacidad para concebir un plan de resolución, se identificó una mejora moderada, aunque significativa en términos cualitativos. La familiarización con la metodología de Pólya permitió que las alumnas reconocieran la importancia de anticipar un camino para resolver el problema, incluso antes de realizar cualquier operación. Sin embargo, el hecho de tener un plan no siempre garantizaba su pertinencia o efectividad, debido en parte a lagunas conceptuales que aún persistían. A pesar de ello, resultó relevante que las estudiantes comenzaran a representar sus estrategias mediante esquemas o descripciones textuales, lo que evidenció un avance hacia formas más estructuradas de resolución. Este proceso también fue favorecido por la exposición progresiva a diversos tipos de problemas geométricos y por las intervenciones del asesor, quien brindaba explicaciones que fortalecían los conceptos clave necesarios para desarrollar planes viables.

Categoría 3 [Ejecutar el plan]: La etapa de ejecución mostró avances graduales pero consistentes, principalmente en lo que respecta a la precisión y cuidado con que las alumnas aplicaban los procedimientos derivados del plan concebido. Aunque algunas continuaban cometiendo errores operativos, fue evidente que comenzaron a ser más conscientes de la necesidad de revisar y realizar con cuidado cada paso del proceso. La metodología de Pólya sirvió como guía estructural que les permitía mantener el foco durante la ejecución, lo cual se tradujo en una mayor coherencia entre el plan previsto y las acciones realizadas. El proceso de resolución pasó de ser una actividad impulsiva a una más deliberada, donde las alumnas mostraban mayor responsabilidad sobre sus decisiones operativas.

Categoría 4 [Visión retrospectiva]: La reflexión sobre el proceso seguido y la verificación de los resultados fueron aspectos que presentaron un progreso notable. Aunque no todas las alumnas llegaron a realizar una revisión completa de sus soluciones, muchas comenzaron a considerar esta etapa como parte integral del proceso de resolución. A través de preguntas específicas y guías de observación, se logró que tomaran consciencia de la importancia de revisar si su respuesta cumplía con las condiciones del problema planteado. Un cambio significativo fue que empezaron a plantearse preguntas sobre posibles errores, caminos alternativos o incluso modificaciones hipotéticas al problema. Esto indica un incipiente desarrollo de habilidades metacognitivas, aún poco consolidadas, pero claramente en proceso de fortalecimiento, lo cual representa un avance relevante en la formación de pensamiento matemático crítico y reflexivo.

Categoría 5 [Plan y solución correcta]: Aunque el número de estudiantes que lograron llegar a la solución correcta a partir de un plan pertinentes fue aún limitado, se evidenció una tendencia positiva. En varios casos, las alumnas contaban con un plan pertinente, pero no lograban llegar a la respuesta correcta debido a errores operacionales. Esto sugiere que el desafío no radicaba únicamente en la concepción del plan, sino en la consolidación de habilidades básicas necesarias para su ejecución. Sin embargo, el hecho de que más estudiantes logran articular un plan coherente es un indicio del fortalecimiento de procesos de pensamiento lógico-matemático, y representa un punto de partida prometedor para continuar desarrollando estrategias que integren la comprensión, la planificación, la ejecución y la verificación de manera articulada. Es importante reconocer que algunas alumnas, aunque tenían un plan pertinente no llegaron a la solución correcta, debido a errores en los algoritmos para encontrar la solución, como por ejemplo operaciones básicas mal empleadas.

En resumen, en el ciclo 1 se reconoce que hubo una mejora en la comprensión de los pasos para resolver problemas, pero aun algunas alumnas carecían de suficiente dominio de contenidos en la comprensión de conceptos

como áreas, perímetros, simetrías y ángulos, lo que motivó la incorporación de nuevas situaciones de aprendizaje en un segundo ciclo, pues era necesaria la reflexión sobre sus procesos de aprendizaje y no eran conscientes en algunos casos de los conceptos implicados, las propiedades o los argumentos usados en la resolución de problemas.

Figura 2

Aplicación del método Pólya

PROBLEMA 1: ¿Cuántos triángulos observa en la siguiente figura?



a) ¿Qué se pide?
Se pide que contemos cuantos triángulos hay no importa la forma del triángulo ni su tamaño

b) ¿Qué datos se dan?
Se da un cuadrado que está dividido en triángulos pequeños

c) ¿Tienes un plan para resolver el problema?, descríbelo
Sí, voy a contar los triángulos por su tamaño sin importar la forma. unos triángulos se forman por uno, otros por dos y otros por cuatro triángulos.

d) Realiza las operaciones o dibujos que pensaste en tu plan



- de un triángulo hay 8 triángulos 2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
- de dos triángulos hay 4 triángulos el que se forma por 2y3, 6y7, 3y5, 4y8
- de cuatro triángulos hay 2 triángulos el que se forma por 5, 1, 2 y 3 y otro por 6, 7, 8 y 4
por todos son 14 $8+4+2$

e) ¿Cómo hiciste para resolver el problema?
Vi que los triángulos se forman de diferentes formas y no importa la forma del triángulo solo la cantidad

f) ¿Cuántos triángulos observas en la figura?



En este problema, las preguntas marcadas con los incisos a y b se vinculan con el primer paso del método de Pólya: *comprender el problema*. A través de ellas, se buscó que las alumnas identificaran con claridad qué se solicita y qué datos se proporcionan. Se constató una comprensión precisa del enunciado, evidenciada por afirmaciones como “no importa el tamaño y la forma”, que reflejan no solo una correcta interpretación del problema, sino también el inicio de una estrategia de solución.

El inciso c permitió valorar el segundo paso: *concebir un plan*. A través de las respuestas se pudo verificar que la estudiante tenía una idea pertinente para abordar la resolución. Sin embargo, en el inciso d, correspondiente al tercer paso: *ejecutar el plan*, se evidenció una dificultad en la aplicación. Aunque el plan era correcto, su ejecución fue incompleta, ya que al calcular los triángulos formados dentro de la figura, solo consideró una diagonal del

cuadrado y omitió los triángulos generados por la segunda diagonal, lo cual afectó el resultado final.

El inciso e se asoció con el cuarto paso: *visión retrospectiva*, y permitió observar que la estudiante reflexionó sobre el procedimiento seguido, reconociendo aspectos que podrían mejorarse. Finalmente, el inciso f permitió evaluar la correspondencia entre un plan correcto y una ejecución precisa. La respuesta correcta era 16, sin embargo, pese a contar con un plan coherente, la ejecución incompleta condujo a una respuesta errónea.

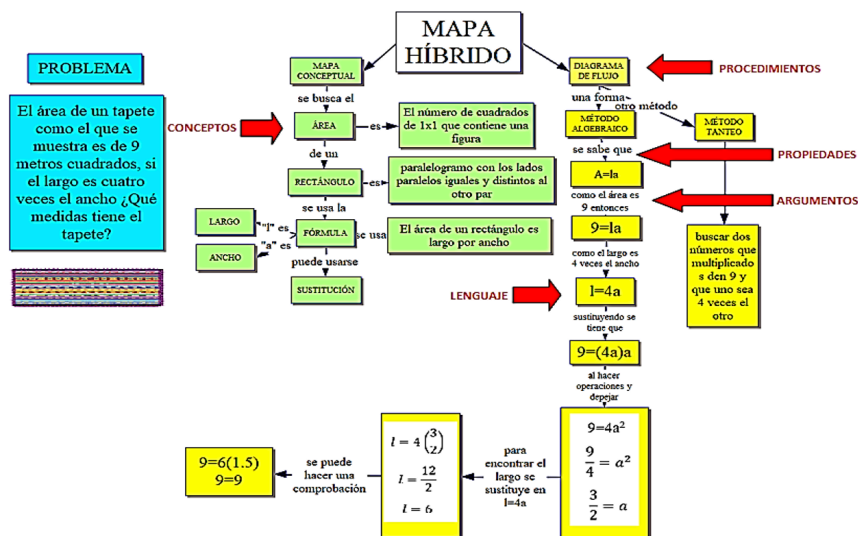
Esta primera experiencia formó parte de un proceso de investigación-acción orientado al fortalecimiento de la resolución de problemas geométricos en las alumnas. Si bien se observaron avances relevantes, los resultados también evidenciaron áreas de oportunidad que, tras una reflexión crítica sobre los logros y dificultades, sirvieron como base para planificar un segundo ciclo de intervención con mejoras focalizadas.

Resultados obtenidos en el Ciclo 2

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de los Mapas Conceptuales Híbridos (MCH) elaborados por las alumnas. En la Figura 3 se muestra un ejemplo representativo, donde se observa el uso preciso del lenguaje matemático, la aplicación correcta de conceptos, procedimientos y propiedades, así como una argumentación coherente en la resolución del problema. Este producto evidencia un avance en la comprensión y estructuración del pensamiento matemático.

Figura 3

Ejemplo de Mapa Conceptual Híbrido



Enseguida se presentan los resultados obtenidos en el segundo ciclo para cada una de las categorías declaradas.

Categoría 1 [Comprender el problema]: La revisión de los diarios de campo permitió identificar que, con el uso del MCH, las futuras docentes lograron reconocer que la resolución de problemas no implica únicamente realizar operaciones, sino que requiere comprender cómo los conceptos están interrelacionados. A través de esta herramienta, fueron capaces de visualizar conexiones entre ideas matemáticas, identificar propiedades relevantes y construir argumentos que no solo les ayudaron a resolver el problema en cuestión, sino que también resultaron útiles para enfrentar situaciones similares. Esta toma de consciencia evidenció un avance en la comprensión del problema, al reflejar una aproximación más estructurada, reflexiva y conceptual por parte de las estudiantes.

Categoría 2 [Concebir un plan]: La resolución de diversos problemas geométricos, junto con el análisis y la reflexión sobre los conceptos integrados en el MCH, propició una mejora notable en la capacidad de las alumnas para concebir un plan de solución. A medida que se familiarizaban con los elementos teóricos y su aplicación práctica, comenzaron a proponer estrategias más claras y estructuradas antes de iniciar la resolución. Esta evolución se reflejó en una mayor seguridad al plantear procedimientos y en la capacidad para anticipar posibles caminos hacia la solución, evidenciando un pensamiento matemático más organizado y consciente.

Categoría 3 [Ejecutar un plan]: La construcción del diagrama de flujo dentro del MCH permitió a las alumnas detallar de forma ordenada los pasos, operaciones y algoritmos necesarios para resolver el problema. Esta representación visual y secuencial favoreció una ejecución más precisa y consciente del plan previamente concebido. Al tener claridad sobre el procedimiento a seguir, las estudiantes mostraron mayor cuidado en la aplicación de los algoritmos y en la verificación de cada etapa del proceso, lo que fortaleció su desempeño en la fase de ejecución.

Categoría 4 [Visión retrospectiva]: El uso del MCH favoreció en las alumnas el desarrollo de procesos metacognitivos, al permitirles reconocer que un problema no es un caso aislado, sino que muchas veces forma parte de una familia de problemas con características similares. Esta comprensión les permitió ampliar su dominio conceptual y establecer conexiones entre distintas situaciones matemáticas. Al reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y reconocer patrones comunes, las estudiantes comenzaron a abordar los problemas con mayor autonomía y profundidad, mostrando un avance significativo en su capacidad para transferir conocimientos a nuevas situaciones.

Categoría 5 [Plan y solución correcta]: A lo largo del proceso, las alumnas mostraron una mejora notable en su capacidad para concebir y ejecutar un

plan pertinente, así como para llegar a soluciones correctas. El uso de la metodología de Pólya, combinado con la herramienta utilizada, facilitó una comprensión más estructurada de los pasos a seguir, contribuyendo de manera significativa en las etapas de planificación, ejecución y resolución final. Al analizar los resultados, se observó que esta herramienta tuvo un impacto especialmente positivo en las categorías relacionadas con la concepción de un plan, la correcta ejecución de este plan y la obtención de la solución correcta. La capacidad de las estudiantes para integrar de manera más eficaz estos elementos en su proceso de resolución reflejó un avance sustancial en su enfoque hacia los problemas, permitiéndoles no solo mejorar sus respuestas, sino también sus métodos de trabajo.

Para concluir el análisis de resultados, es pertinente examinar los datos obtenidos en los tres cuestionarios aplicados: el diagnóstico, el correspondiente al ciclo 1 y el correspondiente al ciclo 2 (ver Tabla 2).

Tabla 2

Porcentajes de aciertos en cada evaluación escrita

Categoría	Diagnóstico (%)	Ciclo 1 (%)	Ciclo 2 (%)
Comprensión del problema	77.8	80.1	85.2
Concebir un plan	70.4	74.1	88.9
Ejecutar el plan	48.1	51.9	66.7
Visión retrospectiva	22.2	40.7	66.7
Plan y solución correcta	40.7	48.1	62.9

La comparación entre las tres evaluaciones muestra un progreso sostenido en todas las categorías analizadas, lo que evidencia el impacto positivo de las estrategias implementadas. En “Comprensión del problema”, las estudiantes pasaron de un 77.8 % en el diagnóstico a 85.2 % en el ciclo 2, reflejando una mejor interpretación de los enunciados. En “Concebir un plan”, el avance fue notable, aumentando de 70.4 % a 88.9 %, lo que indica un desarrollo claro en la planificación estratégica. En “Ejecutar el plan”, aunque el progreso fue más moderado, se observa un aumento de 48.1 % a 66.7 %, mostrando una mejora en la aplicación de procedimientos. La categoría con mayor crecimiento fue “Visión retrospectiva”, que pasó de 22.2 % a 66.7 %, evidenciando un fortalecimiento en la reflexión y metacognición. Por último, en “Plan y solución correcta”, se registró un aumento de 40.7 % a 62.9 %, lo que sugiere que las estudiantes lograron integrar mejor los conocimientos y llegar a soluciones más precisas. En conjunto, estos resultados indican un avance relevante en las habilidades de resolución de problemas a lo largo del proceso formativo.

El análisis integrado muestra que el uso del MCH, en combinación con los pasos de Pólya, constituye una estrategia sólida para fortalecer los procesos de resolución de problemas en estudiantes en formación docente. Mientras que los pasos de Pólya ofrecen una estructura lógica y secuencial, el MCH complementa este enfoque al permitir una articulación conceptual más profunda y reflexiva. La combinación de ambos recursos no solo mejora los resultados cuantitativos, sino que también favorece el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como la metacognición, que son esenciales para formar docentes capaces de enseñar matemáticas de manera efectiva.

Este avance, sin embargo, no debe entenderse como una conclusión, es un punto de partida para continuar fortaleciendo la formación docente. Es necesario seguir trabajando en la práctica reflexiva, en el uso habitual de herramientas como el MCH, y en la generación de espacios donde las futuras maestras puedan seguir enfrentándose a situaciones problemáticas que requieran análisis, creatividad y revisión crítica. De esta manera, no solo se forman mejores estudiantes, sino también mejores educadoras.

Conclusiones

En respuesta a la pregunta de investigación, *¿Cómo incide la implementación de estrategias didácticas, como los pasos de Pólya y el uso del Mapa Conceptual Híbrido, en la mejora de los procesos de resolución de problemas geométricos en futuras docentes de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria?*, se concluye que la implementación de estrategias didácticas, como el método de Pólya y el uso del Mapa Conceptual Híbrido (MCH), tiene un impacto relevante en la mejora de los procesos de resolución de problemas geométricos en futuras docentes de tercer semestre de la Licenciatura en Educación Primaria. Ambas herramientas se han demostrado efectivas para fortalecer las habilidades de resolución de problemas, no solo en el ámbito conceptual, sino también en el desarrollo de habilidades metacognitivas y en la comprensión profunda de los procesos involucrados.

Los resultados de la investigación confirman que tanto los pasos propuestos por Pólya (2004) como el MCH (Moreno et al., 2018) contribuyen de forma sustantiva al desarrollo de competencias en la resolución de problemas geométricos. Se observó una mejora notable en las diferentes fases del proceso de resolución, especialmente en la comprensión del problema y en la ejecución del plan. La utilización del MCH facilitó la identificación y la clarificación de conceptos clave, propiedades, procedimientos y argumentos dentro de los problemas, haciendo visibles aquellos elementos que, de otro modo, podrían haber pasado desapercibidos. Esta herramienta fue particularmente útil para integrar los aspectos del enfoque onto-semiótico, lo que permitió que las estudiantes pudieran ver y comprender mejor los procesos matemáticos y sus interrelaciones.

Además, el MCH promovió la reflexión y la metacognición, aspectos esenciales para un aprendizaje profundo y duradero. La capacidad de los estudiantes para visualizar las conexiones conceptuales y argumentativas subyacentes se vio enormemente fortalecida, lo que les permitió trascender los procedimientos mecánicos y lograr una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos. Este enfoque no solo impactó la resolución de problemas en el momento de la práctica, sino que también fortaleció su capacidad para hacer una retrospectiva crítica y analizar sus propios procesos de resolución.

Por otro lado, la aplicación de la metodología de Pólya permitió a los estudiantes fortalecer su desempeño respecto al diagnóstico inicial. Las fases estructuradas del método, que incluyen la comprensión del problema, la planificación de una estrategia, la ejecución del plan y la verificación de los resultados, ofrecieron un marco claro y accesible para abordar problemas geométricos. Esta estructura permitió que los estudiantes desarrollaran una mayor confianza y autonomía al enfrentar problemas, observándose un notable avance en su capacidad para concebir y ejecutar planes de solución pertinentes. La metodología de Pólya, en su enfoque heurístico, también contribuyó al fortalecimiento de la autonomía de los estudiantes, ayudándolos a manejar la incertidumbre y a tomar decisiones informadas a lo largo del proceso de resolución.

Es importante señalar que la mejora en la resolución de problemas geométricos no se logra simplemente a través de la repetición de ejercicios, sino que requiere una reflexión consciente sobre el proceso mismo. En este sentido, la integración habitual del MCH en las actividades formativas permite que las futuras docentes vayan más allá de los procedimientos automatizados, descubriendo las conexiones y relaciones entre los conceptos matemáticos de manera más significativa. Este enfoque didáctico también promueve la toma de consciencia sobre las propias estrategias de resolución, ayudando a los estudiantes a identificar áreas de mejora y a reorganizar su enfoque según las demandas del problema.

El desarrollo de estas habilidades en la resolución de problemas geométricos resulta determinante para la formación de futuras docentes, ya que no solo las prepara para abordar problemas matemáticos complejos, sino que también les brinda herramientas efectivas para intervenir pedagógicamente de manera más asertiva. Este tipo de formación impacta directamente en la capacidad de las futuras docentes para enseñar geometría de manera más comprensiva y eficiente, lo que, a su vez, repercute positivamente en el aprendizaje de los estudiantes de educación básica, especialmente en el área de geometría.

El enfoque onto-semiótico, integrado con el MCH, permitió hacer visibles los procesos involucrados en la resolución de problemas matemáticos,

aportando una perspectiva analítica relevante que ayuda a descomponer y entender mejor las relaciones entre los conceptos. Esta perspectiva contribuyó a que las estudiantes desarrollaran un enfoque más reflexivo y detallado de sus procesos de pensamiento, algo esencial en la formación de docentes que deben ser capaces de guiar a sus futuros estudiantes a través de estos mismos procesos.

A nivel práctico, se recomienda continuar promoviendo este tipo de experiencias formativas en la formación de futuras docentes de primaria, ya que la exposición continua a este tipo de estrategias permite a las estudiantes enfrentarse a problemas y desafíos, lo que amplía la capacidad de las estudiantes para enfrentar problemas y retos incrementando sus oportunidades de aprendizaje. En investigaciones futuras, se sugiere profundizar en el estudio del uso del MCH en los procesos de enseñanza de las matemáticas, explorando nuevas formas de integrar enfoques visuales, cognitivos y tecnológicos en la resolución de problemas geométricos.

Finalmente, al abordar el diseño de propuestas didácticas para la resolución de problemas geométricos en la formación de docentes de primaria, se destaca la necesidad de integrar enfoques que combinen dimensiones visuales, cognitivas y tecnológicas. Aunque el método de Pólya (2004) sigue siendo un referente importante, las investigaciones recientes amplían esta perspectiva al incluir representaciones verbales, numéricas y visuales, como lo señalan estudios de Schoenfeld (2016), Duval (2006), Schindler y Lilienthal (2019), Lee y Wu (2018) y Eisenmann et al. (2017). Además, resulta importante identificar patrones mentales y gestionar la carga cognitiva mediante el uso de estrategias heurísticas, que requieren una enseñanza explícita para optimizar el rendimiento en la resolución de problemas geométricos. Este enfoque mejora el aprendizaje de las matemáticas, además de que potencia la capacidad de los futuros docentes para guiar a sus estudiantes en la comprensión profunda de los conceptos geométricos.

Referencias

- Barrón-Parado, J., Basto-Herrera, I., & Garro-Aburto, L., (2021). Método Pólya en la mejorar del aprendizaje matemático en estudiantes de primaria. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(5-1), 166–176. <https://doi.org/qbf3>
- Creswell, J. (2012). *Investigación educativa: planificación, realización y evaluación de investigaciones cuantitativas y cualitativas*. Pearson.
- de Carvalho, M. (2024). How to model it: Polya's forgotten lesson transcribed for statistics and data science. *CHANCE*, 37(3), 32–34. <https://doi.org/qbf4>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103–131.

- Eisenmann, P., Ufer, S., & Kaiser, G. (2017). Heuristic strategies of problem solving: A review of theory and empirical research. *ZDM Mathematics Education*, 49(4), 1–15.
- Figueroa, E., Sánchez, M., Figueroa, F., & Zambrano, R. (2023). Aplicación del método Pólya para resolver problemas de movimiento rectilíneo. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 726–739.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9254962.pdf>
- García, S., & López, O. (2008). *La enseñanza de la geometría*.
<https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1D401.pdf>
- Godino, J. (2022). Emergencia, estado actual y perspectivas del enfoque onto-semiótico en educación matemática. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 2(2), 1–24.
<https://reviem.com.ve/index.php/REVIEM/article/view/25/13>
- Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 39(1), 127–135.
- Gopinath, S., & Lertlit, S. (2017). The implementation of Polya's model in solving problem-questions in mathematics by grade 7 students. *Suranaree Journal of Social Science*, 11(1), 47–59.
<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sjss/article/view/93631/73304>
- Guzmán, S., & Moreira, Y. (2014). La resolución de problemas geométricos en matemática utilizando la computadora. *EduSol*, 14(46), 1–8.
<https://www.redalyc.org/pdf/4757/475747187009.pdf>
- Hernández, M. (2013). *Diferencia entre método, técnica, instrumento y metodología*.
<https://bit.ly/476rHjt>
- Latorre, A. (2005). *Conocer y cambiar la práctica educativa*. Graó.
- Lee, C. Y., & Wu, C. C. (2018). How college students read geometric texts with illustrations: An eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 477–497.
- Mancera, E., & Basurto, E. (2016). *Saber matemáticas es saber resolver problemas*. SIRVE.
- Montoya, L. (2024). Método de Pólya para el Fortalecimiento de las Competencias Científicas en los Estudiantes del Grado 11. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 11301–11316.
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10433/15339>
- Moreno, N., Angulo, R., & Reducindo, I. (2018). Mapas conceptuales híbridos para la enseñanza de la física y matemática en el aula. *Innovación e Investigación en Matemática Educativa*, 3(1), 113–130.
<http://funes.uniandes.edu.co/15749/1/Moreno2018Mapas.pdf>
- Moreno, N. (2019). Mapas conceptuales híbridos, una herramienta para investigación en la matemática escolar. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(1), 93–101.

- Oliveros, D., Martínez, L., & Barrios, A. (2021). Método de Polya: una alternativa en la resolución de problemas matemáticos. *Ciencia e Ingeniería*, 8(2), e5716273. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5716273>
- Pólya, G. (2004). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Sánchez-Cuastumal, L., & Valverde-Riascos, Y. (2020). Método heurístico de George Pólya en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de grado sexto. *Revista UNIMAR*, 38(2), 113–141. <https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar38-2-art5>
- Santos, M. (1992). Resolución de problemas; El trabajo de Alan Shoenfeld: Una propuesta a considerar en la resolución de problemas. *Revista Educación Matemática*, 4(2), 16–24.
- Schindler, M., & Lilienthal, A. J. (2019). Eye-tracking for studying reasoning processes: Methodological perspectives and an example of its application in geometry. *Educational Studies in Mathematics*, 100(2), 123–141.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1–38.
- Secretaría de Educación Pública. (2022a). *Plan de estudios de la educación básica 2022*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2022b). *Programa del curso Geometría. Su aprendizaje y su enseñanza*. SEP.
- Serrato, J. (2018, 22 de febrero). *La enseñanza de la Geometría* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=NeHJ3F6tTwQ>
- Universidad Internacional de La Rioja (2022). *¿Qué es un diagrama de flujo?: Cómo hacerlo y para qué sirve*. <https://mexico.unir.net/ingenieria/noticias/diagrama-flujo>
- Vidal, M., & Rivera, N. (2007). Investigación-acción. *Educación Médica Superior*, 21(4), 1-15. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v21n4/ems12407.pdf>

