

FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA BASADA EN POLYA

STRENGTHENING PROBLEM-SOLVING COMPETENCE: A POLYA-BASED THEORETICAL APPROACH

Doris Coromoto Pernía Barragán¹, Letsy Mineyi Carvajal Cuellar²
y Kennys Horta Soto³

Recepción: 07/08/2024 / Evaluación: 22/10/2024 / Aceptación: 11/11/2024

Resumen

Este artículo de investigación, de naturaleza teórica, presenta y desarrolla elementos metodológicos esenciales para potenciar la competencia matemática de resolución de problemas. El estudio se centra particularmente en la vigencia y aplicación de la teoría de George Pólya, detallando sus cuatro heurísticas fundamentales para abordar cualquier problema: comprensión del problema, concepción de un plan, eje-

cución del plan y visión retrospectiva. La investigación está orientada a ofrecer herramientas conceptuales y didácticas que optimicen el desarrollo de los procesos de aprendizaje vinculados con la resolución de problemas. Estos procesos emergen tanto de la práctica social como de la matemática escolar, facilitando en el estudiante el desarrollo de habilidades y capacidades cruciales para la enculturación matemática. El objetivo principal de este estudio es generar referentes teóricos sólidos que permitan, por un lado, fortalecer el aprendizaje de la competencia de resolución de problemas en los estudiantes, y por otro, contribuir al enriquecimiento de los marcos teóricos existentes que sustentan la enseñanza de la matemática.

Palabras clave: aprendizaje de la competencia matemática, competencia matemática resolución de problemas.

Abstract

This theoretical research article presents and develops essential methodological elements for enhancing mathematical problem-solving competence. The study focuses particularly on the validity and application of George Pólya's theory, detailing its four fundamental heuristics for addressing any problem: understanding the problem, conceiving a plan, executing the plan, and looking back. The research aims

- 1 Doris Coromoto Pernía Barragán. Dra. en Innovaciones Educativas. Profesora de la Universidad de Los Andes, categoría Titular. Investigadora PEI. ULA. Correo: dorispernia@ula.ve; pernia.doris668@gmail.com Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6460-624X>.
- 2 Letsy Carvajal Cuellar. MSc. en Ciencias de la Educación Énfasis en Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática. Universidad de la Amazonia. Docente de la Institución Educativa Albania - Caquetá. Correo: letsymc-17@hotmail.es Estudiante Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4061-8838>.
- 3 Kennys Horta Soto. MSc. en Ciencias de la Educación Énfasis en Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática. Universidad de la Amazonia. Docente de la Institución Educativa Don Quijote - Caquetá. Correo: soto_189@hotmail.com. Estudiante Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1454-3718>.

to offer conceptual and didactic tools that optimize the development of learning processes linked to problem-solving. These processes emerge from both social practice and school mathematics, facilitating the development of crucial skills and abilities for mathematical enculturation in students. The main objective of this study is to generate solid theoretical references that allow, on the one hand, to strengthen the learning of problem-solving competence in students, and on the other, to contribute to the enrichment of existing theoretical frameworks that support mathematics teaching.

Keywords: learning mathematical competence, mathematical competence problem solving.

Introducción

El presente artículo de investigación tiene como objeto de estudio la Competencia Matemática de Resolución de Problemas (CMRP), centrándose en el aprendizaje y fortalecimiento de esta habilidad en el ámbito escolar. Específicamente, el estudio se apoya en el marco de las heurísticas de George Pólya para ofrecer elementos teóricos y metodológicos que permitan a los estudiantes abordar la CMRP de manera didáctica y contextualizada. Nuestra contribución principal es doble: aportar herramientas prácticas para la formación de los estudiantes y enriquecer la discusión metodológica para el desarrollo de esta competencia.

La competencia matemática es un tópico de profunda relevancia curricular en Colombia. De hecho, según García, Coronado y Giraldo (2017), constituye un “discurso curricular oficial colombiano desde 2006”. Su estudio se ha intensificado debido a su papel central como organizador curricular bajo el enfoque por competencias (García et al⁴. 2015). En este contexto, la CMRP se

ha posicionado como un desafío clave en el sistema educativo Solar⁵ (2009). Por lo tanto, y en aras de contribuir a este campo de estudio, el presente artículo está dirigido a profesores e investigadores en educación matemática dedicados al desarrollo de las competencias en el aula.

A pesar de su inclusión curricular, el desarrollo de la CMRP en los estudiantes colombianos muestra deficiencias significativas. Los resultados de pruebas internacionales, como PISA, consistentemente ubican a los estudiantes en el nivel de desempeño más bajo, evidenciando su incapacidad para identificar y aplicar procedimientos rutinarios en la resolución de problemas cotidianos. Esta lógica se replica en las pruebas nacionales (Saber 3°, 5° y 9°), donde los estudiantes se sitúan en niveles mínimos e insuficientes, señalando una clara necesidad de mejora en la didáctica y el aprendizaje de la CMRP.

Estas dificultades están asociadas a factores como la falta de comprensión y análisis de las situaciones y, crucialmente, el desuso de las heurísticas de Pólya. Tal como señala el propio autor (Pólya⁶, 1989), el interés y la voluntad son indispensables para la solución, pues la falta de deseo de persistencia afecta la capacidad del estudiante para llegar a una respuesta acertada. En línea con esta perspectiva, entendemos la competencia matemática (García et al⁷. 2013) como “un proceso de

4 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, y Giraldo, Albeiro (2015). *Orientaciones didácticas para el desarrollo de competencias matemáticas*. Florencia: Universidad de la Amazonia.

5 Solar, Horacio (2009). Competencias de modelización y argumentación en interpretación de gráficas funcionales: propuesta de un modelo de competencia aplicado a un estudio de caso. (Tesis Doctoral inédita). Bellaterra, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

6 Pólya, George (1989). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

7 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2013). *Competencias matemáticas: un estudio exploratorio en la educación básica y media*. Florencia: Universidad de la Amazonia.

participación donde los estudiantes movilizan aspectos del desarrollo humano como el cognitivo, afectivo y de tendencia de acción” (D’Amore, Díaz Godino & Fandiño⁸, 2008), elementos que se ven obstaculizados por estas dificultades.

De acuerdo con el diagnóstico de las dificultades, el objetivo central de este estudio es: Generar elementos teóricos y metodológicos que permitan fortalecer el aprendizaje de la competencia matemática de resolución de problemas en los estudiantes.

Con el desarrollo de esta investigación, se busca realizar una contribución teórica y metodológica sustancial al campo de la educación matemática, apoyando la movilización de la competencia matemática de los estudiantes tanto a corto como a largo plazo, y fortaleciendo sus aspectos cognitivos, afectivos y de persistencia en la solución de problemas.

Antecedentes

La estructura de los antecedentes se basó en una revisión exhaustiva de estudios recientes vinculados directamente con el objeto de la presente investigación, lo cual resulta fundamental para contextualizar y comprender el estado del arte.

En el ámbito internacional, Fernández, M⁹ (2020) presentó una tesis doctoral sobre la influencia de las matemáticas recreativas en la enseñanza y el aprendizaje en el Baix Llobregat y el Garraf-Catalunya. El estudio se propuso obtener información sobre las causas de la baja producción académica en matemáticas, buscando desarrollar una didáctica que optimice el rendimiento en entornos de complejidad escolar. Empleando

una metodología naturalista y cualitativa de corte fenomenológico-etnográfico, el estudio utilizó encuestas, videos y análisis de trabajos. Como aportación relevante para la Educación Matemática, se concluyó que el rendimiento académico de los estudiantes mejora significativamente con la participación en pruebas de matemáticas recreativas, siempre que se promuevan actitudes y aptitudes específicas para ello.

En el mismo contexto español, Duque de Blas¹⁰ (2021) reveló en su tesis doctoral la investigación: *El desarrollo del pensamiento matemático en la adolescencia: el funcionamiento ejecutivo en la resolución de problemas aritméticos verbales*. El objetivo central fue profundizar en el estudio de los procesos cognitivos y metacognitivos que subyacen a la resolución de problemas aritméticos verbales, considerada una competencia curricular básica desde la educación primaria. La investigación se estructuró en tres estudios orientados a contrastar diversas hipótesis sobre la eficacia de la resolución en función del número de operaciones, la consistencia superficial, y la relación con habilidades cognitivas y problemas de reflexión. La conclusión del investigador subraya que los problemas aritméticos verbales poseen un potencial suficiente para explicar el rendimiento académico de los alumnos en diversas áreas de conocimiento.

Por su parte, Villalonga¹¹ (2017) pre-

8 D’amore, Bruno, Godino, Juan, y Fandiño, Martha. (2008). *Competencias y matemáticas*. Bogotá: Magisterio.

9 Fernández, Mariano (2021). Influencia de las matemáticas recreativas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de la ESO en el Baix Llobregat y el Garraf-Catalunya. Universidad de Lleida. España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=318074>.

10 Duque de Blas, Gonzalo (2021) El desarrollo del pensamiento matemático en la adolescencia: el funcionamiento ejecutivo en la resolución de problemas aritméticos verbales. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=308877>.

11 Villalonga, Juana (2017). *La competencia matemática. Caracterización de actividades de aprendizaje y de evaluación en la resolución de problemas en la enseñanza obligatoria*. (tesis Doctoral en educación). Bellaterra, España: Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/457718>.

sentó una investigación cualitativa bajo la metodología de investigación-acción titulada: *La competencia matemática. Caracterización de actividades de aprendizaje y evaluación en la resolución de problemas en la enseñanza obligatoria*. El estudio se centró en caracterizar la competencia en resolución de problemas en la enseñanza obligatoria y elaborar una pauta de indicadores de la misma. Mediante el análisis de documentación y rúbricas de desempeño, se elaboró e implementó un conjunto de instrumentos didácticos. Las evidencias recopiladas informaron del impacto positivo que dichos instrumentos —como actividades de aula— pueden desempeñar en la adquisición de dicha competencia, al igual que en la identificación de factores influyentes en su gestión e implementación.

En el contexto colombiano, Pino, M¹² (2021) desarrolló un estudio sobre la resolución de problemas a través del juego desde la visión teórica de la didáctica matemática. Su objetivo fue proponer un constructo teórico basado en los planteamientos emergentes de la didáctica, mediante el juego como estrategia que involucre las emociones y el pensamiento creativo del niño. El método de investigación se apoyó en el paradigma cualitativo de corte etnográfico, aplicando la entrevista en profundidad a docentes. Los resultados destacaron que el juego funge como una oportunidad para la formación de la capacidad creativa desde el fomento de la imaginación y la intuición. El estudio concluyó que una propuesta didáctica que establezca los aspectos emotivos y afectivos como componentes principales logra aumentar la capacidad creativa y favorecer la participación efectiva en la resolución de problemas abiertos y contextualizados.

Finalmente, la investigación de Pacheco y Pacheco¹³ (2021) abordó la resolución de problemas y su relación con el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria. Su objetivo fue determinar la relación entre ambos constructos en estudiantes de noveno grado. El estudio se sustentó en el enfoque epistemológico empírico-inductivo (cuantitativo), regido por el paradigma positivista. Los resultados obtenidos evidenciaron que los estudiantes y docentes de la institución educativa están alineados con los procedimientos y principios requeridos para el buen desarrollo de la resolución de problemas, conforme a la normatividad y los estándares de competencia vigentes. La conclusión central de este proceso de investigación es que la resolución de problemas potencializa las capacidades operativas y las habilidades cognoscitivas, fortaleciendo de manera decisiva la aprehensión de las competencias matemáticas.

De acuerdo con la revisión documental realizada, se evidencia que se han adelantado numerosos y valiosos trabajos relacionados con el desarrollo de la competencia matemática de resolución de problemas. Estas investigaciones, tanto en el ámbito teórico como didáctico, enfatizan en la influencia del contexto, la emoción y la gestión cognitiva, proporcionando constructos y estrategias esenciales que pueden ser directamente empleados para enriquecer el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Fundamentación teórica

El marco teórico que sustenta la presente investigación se articula en torno a la Competencia Matemática de Resolución

12 Pino, Marggy (2021). *Resolución de problemas a través del juego desde la visión teórica de la didáctica matemática en la educación básica*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela. <https://espacioidigital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/309>.

13 Pacheco, Estefanía y Pacheco, Wendy (2021). *Resolución de problemas y su relación con el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria*. Universidad de la Costa. Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7988>.

de Problemas (CMRP). Si bien la revisión de la literatura evidencia una preocupación histórica y constante por las competencias y sus métodos de enseñanza, este estudio centra sus bases en dos categorías de análisis cruciales e interrelacionadas: 1) El aprendizaje de la competencia matemática y 2) La competencia matemática de resolución de problemas (CMRP). Estas categorías proveen el contexto conceptual y didáctico necesario para abordar el problema de la formación. Específicamente, la investigación se sostiene en la sólida teoría de George Pólya sobre la resolución de problemas. La elección de Pólya se justifica por la vigencia y la universalidad de su modelo heurístico, el cual ofrece una estructura metodológica clara y reproducible (comprensión, planificación, ejecución y retrospectiva) indispensable para fortalecer el proceso de aprendizaje de la CMRP en el ámbito escolar.

Competencia

Al realizar un recorrido bibliográfico, García, B., Coronado, A., Montealegre, L., Giraldo, A., Tovar, A., Morales, S., y Cortes, D.¹⁴ (2012) comentan que la raíz etimológica de la palabra *competencia* es *ikano*, un derivado de *iknoumai* que significa “llegar”. En la antigua Grecia, el término equivalente *ikanótis* se traducía como la ‘cualidad de ser *ikano*’, es decir, capaz o con la habilidad de conseguir algo (destreza). Este vocablo también se encuentra en latín en la forma de *competens*, que significa ‘el ser capaz’, y en la forma de *competentia*, entendida como “capacidad y permiso”.

El término competencia es conceptualmente complejo y polisémico. De he-

cho, García, et al.¹⁵ (2012), junto a García, Acevedo y Jurado¹⁶ (2003), señalan que su significado se inscribe en dos grandes dimensiones que determinan visiones políticas distintas sobre la educación. La primera dimensión asocia la competencia con la eficacia y las demandas del mercado, donde cobra relevancia el *saber-hacer* orientado a responder a las tendencias de la economía mundial, la globalización y los modelos neoliberales. La segunda dimensión, por contraste, asocia la competencia con la formación integral de sujetos críticos, instalando el *saber-hacer* en los contextos socioculturales concretos y locales, y enfatizando el sentido ético y humanístico en el uso y el impacto del conocimiento para el mejoramiento de las condiciones de vida.

La incursión del concepto de competencia en el contexto educativo presenta diversas hipótesis. Algunos educadores señalan que su aparición se da primero en la lengua materna, con las competencias comunicativas. Posteriormente, fue considerada — para el caso de las competencias matemáticas— como una de las ocho competencias claves para el aprendizaje permanente de todo ciudadano, según la propuesta de recomendación del Parlamento y el Consejo de la Unión Europea a sus Estados miembros (Rico y Lupiáñez, 2008¹⁷, p.164). El momento de expansión del concepto a otros campos y, en particular, a la educación, se da como política nacional a partir de las re-

14 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2012). *Competencias matemáticas: un estudio exploratorio en la educación básica y media*. Florencia: Universidad de la Amazonia.

15 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2012). *Ibidem*

16 García, Gloria, Acevedo, Myriam y Jurado, Fabio (2003). La dimensión socio-cultural en el criterio de competencia: el caso de matemáticas. *Colección cuadernos del seminario en educación No. 5*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 23p

17 Rico, Luis, y Lupiáñez, José (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza.

comendaciones de organismos internacionales que actúan según la lógica de responder a un modelo de desarrollo económico basado en la globalización.

En el marco de acuerdos internacionales como la *Declaración mundial sobre la educación para todos* (UNESCO, 1992) o *Educación y conocimiento, eje de la transformación productiva con equidad* (CEPAL/UNESCO, 1992), la educación se comprende como parte de las políticas sociales que deben adoptar los distintos países para alinearse con los cambios impuestos por el desarrollo económico. Entre estas políticas, resultó de fundamental trascendencia la construcción de sistemas de evaluación de la calidad de la educación o pruebas externas. Este mecanismo, acordado para Iberoamérica en la cumbre de presidentes en Bariloche, Argentina, en 1995, tuvo como efecto institucional el establecimiento de pruebas masivas de evaluación por competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias naturales y educación para la ciudadanía. Es así como el concepto de competencia llega al campo de la educación en la década de los noventa y se instala definitivamente en él gracias al establecimiento de políticas de evaluación masiva, lo cual ha generado un amplio debate y una proliferación de usos y significados del término (García, et al.¹⁸, 2012).

Competencia matemática

En Colombia, el concepto de competencia matemática tiene sus orígenes curriculares en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (ME¹⁹, 1998), al considerar

los procesos generales (razonamiento, resolución y planteamiento de problemas, comunicación, modelación, y ejercitación y comparación de procedimientos) como uno de los tres aspectos que estructuran el currículo. Posteriormente, en el año 2006, con la publicación de los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas, se introduce la expresión “ser matemáticamente competente”. Esta expresión admite que el aprendizaje de las matemáticas no es únicamente una cuestión cognitiva, sino que involucra factores de orden afectivo y social, vinculados con contextos de aprendizaje particulares. Esto le permite al estudiante desempeñarse de manera activa y crítica en la vida social y política, e interpretar la información necesaria para la toma de decisiones que transformen la sociedad (MEN²⁰, 2006). Esta noción está directamente relacionada con el desarrollo de los procesos generales planteados años atrás en los lineamientos curriculares.

Esta visión curricular traza el reto de pasar de una organización del currículo por contenidos a un enfoque por competencias, es decir, plantea el desafío de “pasar de una lógica de contenidos a una lógica de la acción orientada por los procesos matemáticos, que están en la base de las competencias” (García, Coronado, y Giraldo, 2015²¹, p. 44). Para el desarrollo de la competencia matemática en el aula se requiere de un proceso de formación tanto del profesor como del estudiante; ambos deben apropiarse del lenguaje que se emana y de los procesos de aprendizaje que surgen a partir de las interacciones con el contexto, lo cual les permite afrontar retos actuales como la compleji-

18 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2012). *Op.Citado*.

19 Ministerio de Educación Nacional (1998). *Lineamientos curriculares en matemáticas. Áreas obligatorias y fundamentales*. Bogotá: Magisterio. MEN. https://www.mineduacion.gov.co/1780/articles-339975_matematicas.pdf

20 Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Bogotá. MEN. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

21 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, y Giraldo, Albeiro (2015). *Op.Citado*.

dad de la vida y del trabajo, el tratamiento de conflictos y el manejo de la incertidumbre (MEN²², 1998).

Apropiarse de un lenguaje indica conocer la postura con la que se aborda el concepto. Por lo tanto, para esta investigación, la competencia matemática asume una postura que toma distancia de la visión eficientista y se aborda desde un enfoque sociocultural que implica trascender el *saber – hacer en contexto*, comprendiendo el saber, el *saber – hacer* y el *saber ser*. Compartimos la visión de D'Amore, Díaz Godino y Fandiño²³ (2008), quienes señalan que la competencia matemática es un concepto complejo, dinámico y polisémico que se compone de tres aspectos: el cognitivo (conocimiento de la disciplina), el afectivo (disposición, voluntad, deseo de responder a una determinada solicitud) y la tendencia de acción (persistencia, continuidad, dedicación). Partiendo de lo señalado, en esta investigación asumimos la competencia matemática desde García, et al.²⁴ (2015) y el grupo de investigación en didáctica de las matemáticas de la Universidad de la Amazonia, quienes la conceptualizan como:

Proceso de participación en el que los estudiantes movilizan aspectos de su desarrollo humano (cognitivos, afectivos y de tendencia de acción), con el propósito de intervenir en los diferentes entornos en los que realizan sus proyectos de vida y se requiera de procesos matemáticos y no matemáticos (p.109).

Esta participación en el aula, como comunidad de aprendizaje matemático, permite al estudiante resignificar el aprendizaje mediante su discurso, compartir y

desarrollar el significado de los objetos matemáticos estudiados, con la finalidad de desarrollar las CM asumidas y los procesos específicos de cada una de ellas. Para Solar²⁵ (2009), uno de los componentes esenciales de cada competencia son los procesos matemáticos; estos procesos son indispensables en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, pues contribuyen al desarrollo y evolución cognitiva del estudiante. En ese desarrollo, se reconoce el carácter funcional de las competencias matemáticas en la medida en que la relación entre conocimiento y competencia permite la reciprocidad del aprendizaje, donde se aprende resolviendo tareas del contexto, es decir, se hace pragmática de uso.

Competencia Matemática de Resolución de Problemas (CMRP)

La resolución de problemas, a diferencia de los demás procesos matemáticos, puede contemplarse como el eje articulador del currículo de matemáticas, alrededor del cual giran los demás procesos. Como menciona el MEN²⁶ (1998), el quehacer matemático cobra sentido mediante las situaciones problema, en la medida que estas sean contextualizadas y, por ende, más significativas para el estudiante.

La competencia matemática plantear y resolver problemas se desarrolla en el estudiante cuando moviliza procesos cognitivos que lo conllevan a analizar, plantear y resolver problemas contextualizados. Según Polya²⁷ (1989), un estudiante cuando resuelve problemas desarrolla habilidades y capacidades que le permiten actuar y enfrentar cualquier problema matemático, de esta manera propone un método con cuatro elementos para resolver cualquier tipo de problemas: comprensión del problema,

22 Ministerio de Educación Nacional (1998). *Op. Citato*.

23 D'Amore, Bruno, Godino, Juan, y Fandiño, Martha. (2008). *Op. Citato*.

24 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, y Giraldo, Albeiro (2015). *Op. Citato*.

25 Solar, Horacio (2009). *Op. Citato*.

26 Ministerio de Educación Nacional (1998). *Op. Citato*.

27 Polya, George (1989). *Op. Citato*.

concepción de un plan, ejecución de un plan y realizar la visión retrospectiva.

Según García, et al.²⁸ (2013), “el estudiante debe comprender el problema y para ello debe leer, examinar el texto y entender la información dada para determinar en el problema: la incógnita, los datos y la condición” (p.216). Cuando lo comprende, propone alternativas de solución, buscando relacionar y hallar conexión entre los datos del problema y la incógnita, para lo cual elabora un plan o estrategia de solución. Luego, ejecuta su plan, verifica sus operaciones, pasos y resultados. En caso de no encontrar la solución adecuada, replantea su plan o estrategia, y no se limita solo a cálculos u operaciones, sino que busca hallar una respuesta acertada. Finalmente, el estudiante revisa y verifica los resultados. De ser los esperados, puede analizar otros caminos para hallar la respuesta, o de lo contrario, debe encontrar el error para hacer las correcciones y determinar la posibilidad de utilizar nuevas estrategias hasta que halla la respuesta adecuada y demuestre si responde a las necesidades del problema original (García, et al.²⁹, 2013).

Otros autores como Rico y Lupiáñez³⁰ (2008) plantean una serie de recursos indispensables para la resolución de problemas tales como: el dibujo (que refleja los elementos del problema y sus relaciones), la descomposición (técnica para resolver problemas complejos) y el tanteo (seleccionar y probar métodos distintos). Asimismo, sugieren leer el problema nuevamente, reflexionar sobre los datos, las condiciones y la pregunta, redactar la respuesta, y hacer

uso de la comprobación para averiguar si hay otras formas de solucionarlo.

Cuando los estudiantes resuelven problemas por medio de las heurísticas que propone Polya, despiertan interés y curiosidad por las situaciones que generan aprendizajes significativos. Esto se logra a través de actuaciones y del desarrollo de tareas contextualizadas, de manera que expresen sus expectativas de aprendizaje y el uso reconocible y deseado del conocimiento matemático. Como señala Villalonga³¹ (2017), esto reviste gran importancia en la labor de los docentes. De este modo, la adquisición de la competencia matemática se consigue en la medida en que los conocimientos, habilidades y actitudes matemáticas se aplican de manera espontánea a una amplia variedad de situaciones, procedentes de otros campos del conocimiento y de la vida cotidiana. Esto aumenta la posibilidad real de seguir aprendiendo a lo largo de la vida, favoreciendo la participación efectiva en la vida social (Villalonga³², 2017).

Por otra parte, Polya³³ (1989) expresa que un profesor de matemáticas tiene una gran oportunidad si dedica su tiempo a educar a los estudiantes en operaciones rutinarias, lo cual acabará con su interés y frenará su desarrollo intelectual. Pero si, por el contrario, pone a prueba la curiosidad de sus estudiantes proponiéndoles problemas adecuados a sus conocimientos y les ayuda a resolverlos por medio de preguntas estimulantes, podrá despertarles el gusto por el pensamiento independiente y proporcionarles ciertos recursos para ello. Sin embargo, Polya también manifiesta que un problema de matemáticas puede ser tanto o más divertido que un crucigrama, o que un vigoroso trabajo intelectual puede ser un ejercicio tan agradable como un ágil juego de tenis. Habiendo gustado del placer de las

28 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2013). *Op Citato*.

29 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2013). *Ibidem*.

30 Rico, Luis, y Lupiáñez, José (2008). *Op Citato*.

31 Villalonga, Juana (2017). *Op Citato*.

32 Villalonga, Juana (2017). *Ibidem*

33 Pólya, George (1989). *Op Citato*.

matemáticas, ya no las olvidará fácilmente, presentándose entonces buena oportunidad para que las matemáticas adquieran un sentido para él.

Teoría de Pólya: El Método Heurístico para la Resolución de Problemas

Breyer³⁴ (2007) define el método de George Pólya como un método heurístico enfocado directamente a la solución de problemas lógico-matemáticos. Su objetivo principal es formar una secuencia lógica del pensamiento que permita dividir el problema matemático en cuatro fases o subproblemas secuenciales, cuya resolución progresiva conduce a la solución final.

Según Pólya³⁵ (1989), un problema es cualquier situación, prevista o espontánea, que produce un cierto grado de incertidumbre y, al mismo tiempo, genera una conducta tendente a la búsqueda de la solución. Al tratar de encontrar esta solución, es natural y necesario cambiar repetidamente el punto de vista o el modo de considerar el problema. Nuestra concepción inicial es, con frecuencia, incompleta; esta visión evoluciona a medida que se avanza y cambia nuevamente cuando la solución está próxima.

Para lograr resolver un problema, Pólya³⁶ (1989) propone cuatro heurísticas fundamentales: Primero, comprender el problema, es decir, ver claramente lo que se pide. Segundo, concebir un plan, lo cual implica captar las relaciones entre los diversos elementos, ligando la incógnita con los datos a fin de encontrar la idea de la solución. Tercero, ejecutar el plan. Y cuarto, realizar la visión retrospectiva, que consiste en volver atrás una vez encontrada la solución, revisarla y alimentarla.

Cada una de estas fases es crucial. Aunque puede ocurrir que un estudiante, por casualidad, obtenga una “idea radiante” y

salte el trabajo preparatorio, si se descuida cualquiera de las heurísticas, el resultado puede ser incorrecto. Es vital evitar errores que surgen de no haber comprendido el problema o no haber trazado un plan previo; la comprobación de cada paso al llevar a cabo el plan permite mitigar estos fallos. De igual manera, los mejores resultados pueden perderse si el estudiante omite la reevaluación o la reconsideración de la solución obtenida.

1. Comprensión del Problema

La primera fase, la comprensión del problema, es fundamental. Para Pólya^{37,37} (1989), es inútil contestar una pregunta que no se comprende o trabajar para un fin que no se desea. Aunque tales errores son frecuentes, el maestro debe evitar que se produzcan en el aula. El estudiante no solo debe comprender el problema, sino también desear resolverlo. Esto implica una adecuada selección del problema (ni muy difícil ni muy fácil) y una dedicación de tiempo para exponerlo de un modo natural e interesante.

La comprensión comienza por inferir el enunciado verbal. El docente puede comprobar la comprensión pidiéndole al estudiante que repita el enunciado sin titubeos y que separe las principales partes del problema: la incógnita, los datos y la condición. Las preguntas esenciales del maestro en esta fase son: ¿Cuál es la incógnita?; ¿cuáles son los datos?; ¿cuál es la condición?

2. Concepción de un Plan

La segunda fase es la concepción de un plan. Tener un plan significa saber, al menos, qué cálculos, razonamientos o construcciones se habrán de efectuar para determinar la incógnita. El camino desde la comprensión del problema hasta la concepción del plan puede ser largo y dificultoso, siendo este paso, de hecho, lo fundamental en la solución. La idea del plan puede to-

34 Breyer, Gastón (2007). *Op Citato*.

35 Pólya, George (1989). *Ibidem*.

36 Pólya, George (1989). *Op. Citato*.

37 Pólya, George (1989). *Ibidem*.

mar forma gradualmente o surgir de pronto como una “idea brillante” después de ensayos aparentemente infructuosos.

Lo mejor que puede hacer el docente por su estudiante es conducirlo a esa idea brillante ayudándole, pero sin imponerse. Las preguntas y sugerencias deben tener por objeto provocar tales ideas. Para comprender lo que piensa el estudiante, el docente debe recurrir a su propia experiencia en la resolución de problemas. Es a partir de esta empatía que el docente logra guiar al estudiante en los procesos de representación, como la codificación, decodificación y traducción de situaciones problema del mundo real al mundo matemático.

3. Ejecución del Plan

Poner en pie un plan requiere la confluencia de conocimientos previos, buenos hábitos de pensamiento, concentración y, a veces, buena suerte. Sin embargo, la ejecución del plan en sí misma es mucho más sencilla, requiriendo sobre todo paciencia (Polya³⁸, 1989). El plan proporciona una dirección general, pero se deben examinar los detalles uno tras otro, pacientemente, hasta que todo esté perfectamente claro.

Si el estudiante ha creado realmente un plan, el docente podrá evidenciar su trabajo. El riesgo principal radica en que el estudiante olvide el plan, algo que ocurre fácilmente si lo ha recibido pasivamente. Por el contrario, si ha trabajado en el plan (aún con ayuda) y ha concebido la idea final con satisfacción, no la perderá tan fácilmente. No obstante, el profesor debe insistir en que el estudiante verifique cada paso. La exactitud de un paso se puede asegurar por “intuición” o por medio de una “demostración formal”, concentrándose hasta eliminar cualquier duda.

4. Visión Retrospectiva

La fase de la visión retrospectiva es crucial y altamente instructiva, pero a menudo

omitida, incluso por los buenos estudiantes que cierran sus cuadernos inmediatamente tras hallar la solución. Reconsiderar la solución, reexaminar el resultado y el camino que les condujo a él, permite consolidar los conocimientos y desarrollar las aptitudes para resolver futuros problemas. Un buen profesor debe comprender y hacer comprender a sus alumnos que ningún problema puede considerarse completamente terminado. Siempre queda algo por hacer; mediante un estudio cuidadoso, se puede mejorar cualquier solución y, en todo caso, mejorar la comprensión de la misma.

Aunque el estudiante haya organizado la solución y verificado cada paso del razonamiento, pueden existir errores, especialmente en razonamientos largos. Por lo tanto, es recomendable verificar. Para asegurarse de la exactitud, es fundamental plantear interrogantes clave: *¿Puede verificar el resultado?* y *¿puede verificar el razonamiento?* Al igual que para convencernos de la calidad de la solución, se puede preguntar: *¿Puede obtener el resultado de un modo distinto?* Es preferible, naturalmente, un razonamiento corto y simple. Finalmente, uno de los primeros y principales deberes del profesor es alentar a sus estudiantes a imaginar casos en que podrían utilizar de nuevo el mismo proceso de razonamiento o aplicar el resultado obtenido. Debe asegurarse de que los estudiantes no perciban los problemas matemáticos como entidades aisladas del mundo físico. Por ello, se recomienda la pregunta: *¿Puede utilizar el resultado o el método para resolver algún otro problema?* (Polya³⁹, 1989).

Aprendizaje de la competencia matemática

El proceso de aprendizaje de la competencia matemática exige que el estudiante se apropie y participe activamente de la cultura matemática, integrando sus símbolos,

38 Polya, George (1989). *Op. Citato*.

39 Polya, George (1989). *Op. Citato*.

estructuras y conceptualizaciones como una herencia de la humanidad. Bishop⁴⁰ (2005) subraya que “la enculturación es un proceso interpersonal y, en consecuencia, es un proceso interactivo entre personas” (p.160). Es precisamente esta interacción constante la que contribuye al desarrollo de la competencia matemática. Para esta investigación, dichas competencias se asumen desde un enfoque sociocultural, ya que permite al estudiante comprender la matemática como una construcción social que ha sido decantada a lo largo de la historia y que emerge de las prácticas sociales humanas.

De acuerdo con lo anterior, resulta indispensable que tanto estudiantes como profesores reconozcan la naturaleza individual y las rupturas didácticas subyacentes a este proceso. Por ello, como docentes de matemáticas, debemos propender, en concordancia con lo planteado por García, et al.⁴¹ (2013), a que “nuestro estudiante no solo sea competente con las matemáticas como estudiante, sino también y muy especialmente, como ciudadano” (p.19). Esto significa promover el uso de las matemáticas no solo en el ámbito escolar, sino de manera efectiva en su contexto social general.

Reflexiones finales

El proceso de investigación que aquí concluye centra sus hallazgos en la necesidad de articular la teoría con el contexto vital del estudiante. Específicamente, en el aprendizaje de la competencia matemática de resolución de problemas, se destaca la importancia crucial del desarrollo de la teoría de Polya. Este enfoque metodológico

co debe aplicarse priorizando situaciones del contexto del estudiante que sean de su agrado e interés, estableciendo así una base de relevancia afectiva y cognitiva esencial para el *engagement* con el desafío matemático. De este modo, y como paso previo al desarrollo de situaciones problemáticas, se hace imprescindible la apropiación de la cultura matemática. Esto implica que el estudiante debe familiarizarse y manejar los símbolos, las estructuras y las concepciones que subyacen a esta disciplina. Asumiendo que la matemática es una construcción social, su aprendizaje debe volverse un proceso interactivo. Este proceso de interacción constante, que involucra el diálogo y la mediación, contribuye directamente a que el estudiante desarrolle la competencia matemática a través de un mecanismo de enculturación matemática.

Para generar elementos teóricos que fortalezcan el aprendizaje de esta competencia, es esencial partir de una definición conceptual clara. En línea con García, et al.⁴² (2015), la competencia matemática se aborda como un proceso de participación activa donde los estudiantes movilizan integralmente aspectos del desarrollo humano: lo cognitivo, lo afectivo y la tendencia a la acción. Con la claridad de este concepto, las comunidades de aprendizaje matemático tienen el mandato de generar un espacio de interacción de saberes.

Este espacio debe fomentar la construcción social del conocimiento, contribuyendo al desarrollo de la competencia de resolución de problemas. En este escenario, el docente se consolida como un orientador estratégico de los procesos académicos. A partir de su apoyo con las heurísticas de Polya (comprensión, concepción de un plan, ejecución y visión retrospectiva), el profesor debe guiar a los estudiantes mediante preguntas clave. Este andamiaje

40 Bishop, Alan (2005). *Aproximación sociocultural a la Educación Matemática*. Cali: Universidad del Valle. Colombia.

41 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2013). *Op. Citato*.

42 García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, y Giraldo, Albeiro (2015). *Op. Citato*.

pedagógico ilustra y fortalece los procesos de representación (codificación, decodificación y traducción de la información a otros sistemas), permitiendo que los estudiantes logren exitosamente llevar un problema de la vida real al mundo abstracto de las matemáticas.

Referencias

- Bishop, Alan (2005). *Aproximación socio-cultural a la Educación Matemática*. Cali: Universidad del Valle. Colombia
- Breyer, Gastón (2007). *Heurística del diseño*. Buenos Aires Argentina: Nobuko
- D'amore, Bruno, Godino, Juan, y Fandiño, Martha. (2008). *Competencias y matemáticas*. Bogotá: Magisterio
- Duque de Blas, Gonzalo (2021) *El desarrollo del pensamiento matemático en la adolescencia: el funcionamiento ejecutivo en la resolución de problemas aritméticos verbales*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=308877>
- Fernández, Mariano (2021). *Influencia de las matemáticas recreativas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de la ESO en el Baix Llobregat y el Garraf-Catalunya*. Universidad de Lleida. España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=318074>
- García, Gloria, Acevedo, Myriam y Jurado, Fabio (2003). La dimensión socio-cultural en el criterio de competencia: el caso de matemáticas. Colección cuadernos del seminario en educación No. 5. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 23p
- García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, y Giraldo, Albeiro (2015). *Orientaciones didácticas para el desarrollo de competencias matemáticas*. Florencia: Universidad de la Amazonia
- García, Bernardo, Coronado, Arnulfo, Montealegre, Leonardo, Giraldo, Albeiro, Tovar, Adriana, Morales, Samuel, y Cortes, Dawson (2013). *Competencias matemáticas: un estudio exploratorio en la educación básica y media*. Florencia: Universidad de la Amazonia.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). *Lineamientos curriculares en matemáticas. Áreas obligatorias y fundamentales*. Bogotá: Magisterio. MEN. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-339975_matematicas.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Bogotá. MEN. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-340021_recurso_1.pdf
- Pacheco, Estefanía y Pacheco, Wendy (2021). *Resolución de problemas y su relación con el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de secundaria*. Universidad de la Costa. Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7988>
- Pino, Marggy (2021). *Resolución de problemas a través del juego desde la visión teórica de la didáctica matemática en la educación básica*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela. <https://espaciodigital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/309>.
- Pólya, George (1989). Cómo plantear y resolver problemas. México: Trillas. Disponible en: <https://ia801006.us.archive.org/30/items/ComoPlantearYResolverProblemasPolyaG/Polya%20G%20-%20Como%20Plantear%20Y%20Resolver%20Problemas.pdf>
- Rico, Luis, y Lupiáñez, José (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza.
- Solar, Horacio (2009). Competencias de modelización y argumentación en interpretación de gráficas funcionales: propuesta de un modelo de competencia aplicado a un estudio de caso. (Tesis

- Doctoral inédita). Bellaterra, España: Universidad Autónoma de Barcelona. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2008/hdl_10803_4725/hsb1del.pdf
- Villalonga, Juana (2017). La competencia matemática. Caracterización de actividades de aprendizaje y de evaluación en la resolución de problemas en la enseñanza obligatoria. (tesis Doctoral en educación). Bellaterra, España: Universidad Autónoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/457718>.
- Doris Coromoto Pernía Barragán. Dra. en Innovaciones Educativas. Profesora de la Universidad de Los Andes, categoría Titular. Investigadora PEI.ULA. Correo: dorispernia@ula.ve; pernia.doris668@gmail.com Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6460-624X>
- Letsy Carvajal Cuellar. MSc. en Ciencias de la Educación Énfasis en Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática. Universidad de la Amazonía. Docente de la Institución Educativa Albania - Caquetá. Estudiante Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4061-8838>
- Kennys Horta Soto. MSc. en Ciencias de la Educación Énfasis en Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática. Universidad de la Amazonía. Docente de la Institución Educativa Don Quijote - Caquetá. Correo: soto_l89@hotmail.com. Estudiante Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1454-3718>