

Aplicación del Método Heurístico en la resolución de problemas matemáticos en el segundo año de la Educación Media del Colegio Nacional Agustín F. de Pinedo, Año 2017

Application of the Heuristic Method in the resolution of mathematical problems in the second year of secondary education of the Agustín F. de Pinedo National School, Year 2017

Darío Enrique Peña Espínola¹ y Clarito Rojas Marín²

^{1,2}Universidad Nacional de Concepción, Concepción, Paraguay
penadario745@gmail.com

Resumen — Esta investigación presenta como tema, la enseñanza de las matemáticas, concretamente, la aplicación del método heurístico en la resolución de problemas matemáticos en el segundo curso de la Educación Media del Colegio Nacional Agustín F. de Pinedo, año 2017, el estudio se realizó en la ciudad de Concepción, República del Paraguay, sus hallazgos dan cuenta que, los estudiantes, aplican la metodología heurística en la resolución de problemas, en cambio, no completan todos los pasos necesarios, así, en la primera dimensión comprensión del problema, el proceso menos realizado es la construcción de gráficos que ayuden a un mejor discernimiento del problema, para la segunda dimensión diseño de un plan, las mayores dificultades estriban en la falta de relación del problema con situaciones parecidas, como también el hecho de organizar los datos en gráficos o figuras, en la dimensión ejecución del plan, el tramo que los estudiantes no suelen considerar es la verificación de que los pasos seguidos sean los correctos, finalmente en la dimensión evaluación del plan, los principales inconvenientes presentados se encuentran en la comprobación de los resultados obtenidos y en la conexión del problema original con otros contextos. Al trabajar con dos grupos se percibe, que el que recibe entrenamiento adquiere las destrezas necesarias para completar los pasos del método de Polya y con ello mejor desempeño en la resolución de problemas matemáticos.

Palabras claves: Educación, enseñanza de las matemáticas, método heurístico, resolución de problemas

Abstract - This research presents as a topic, the teaching of mathematics, specifically, the application of the heuristic method in solving mathematical problems in the second year of secondary education of the Agustín F. de Pinedo National School, 2017, the study was carried out in the city of Concepción, Republic of Paraguay, its findings show that students apply the heuristic methodology in solving problems, however, they do not complete all the necessary steps, thus, in the first dimension, understanding the problem, the process The least developed is the construction

of a graph that helps the best interpretation of the problem, in the second dimension design of a plan, the greatest difficulties lie in the lack of relationship of the problem with similar situations, as well as the fact of organizing the data in graphs or figures, in the execution dimension of the plan, the section that students do not usually consider is the verification that the steps followed are correct, finally in the evaluation dimension of the plan, the main disadvantages presented are in the verification of the results obtained and in the connection of the original problem with other contexts. When working with two groups, it is perceived that the one who receives training acquires the necessary skills to complete the steps of the Polya method and with it, better performance in solving mathematical problems.

Keywords: Education, mathematics teaching, heuristic method, problem solving

I. INTRODUCCIÓN

No son profusas las investigaciones referentes a la aplicación del método heurístico en la resolución de problemas matemáticos en el sistema educativo del Paraguay, por lo tanto se ha recurrido a programas e instituciones que trabajan en la disciplina de Matemáticas a nivel país para dar un marco referencial a este estudio, así, la Organización Multidisciplinaria de Apoyo a Profesores y Alumnos, más conocida por la denominación Olimpiadas Matemáticas Paraguaya (OMAPA), es una corporación que trabaja en la promoción de esta ciencia con docentes y estudiantes de todo el país, con una trayectoria de veinte años, en uno de sus principios estratégicos expresa, “en OMAPA creemos en el pensamiento científico como herramienta de desarrollo social, y por ello nos ocupamos de la formación de jóvenes líderes capaces de tomar decisiones basadas en el razonamiento lógico, el análisis de contextos y la consideración de variables”, también merece ser mencionado uno de los programas impulsadas por esta entidad en alianza con ITAIPÚ BINACIONAL y el MEC, denominado PARAGUAY RESUELVE, la misma tuvo una vigencia de 20 meses concluyendo en el mes de enero de 2017, siendo beneficiadas instituciones educativas oficiales y, hasta en un 10%, a

instituciones educativas subvencionadas previamente aprobadas por el MEC. Cuyos temas versaron principalmente sobre la resolución de problemas.

Conviene señalar, la publicación realizada por el Instituto Desarrollo, Participación y Ciudadanía, documento que presenta los resultados de la Evaluación de Impacto de las Olimpiadas de Matemática en Paraguay, entre octubre de 2012 y junio de 2014, con el objetivo de evaluar el impacto producido en las instituciones educativas –públicas y privadas– que han participado en las Olimpiadas Nacionales de Matemática impulsadas por la Organización Multidisciplinaria de Apoyo a Profesores y Alumnos (OMAPA). En la misma se realiza una evaluación cualitativa para analizar las percepciones de los diferentes actores educativos (estudiantes, docentes, directores, padres, madres, ex participantes e integrantes de OMAPA) sobre las Olimpiadas de Matemáticas en Paraguay, haciendo énfasis en los procesos de cambio generados a nivel personal e institucional a partir de la participación en las Olimpiadas, al mismo tiempo, sea un aporte para la reflexión y el análisis en torno a la Educación Matemática en Paraguay.

El Sistema Nacional de Evaluación del Proceso Educativo (SNEPE), creado en abril del año 1995 por Resolución Ministerial N° 687, con el propósito de generar información permanente, válida, confiable y oportuna sobre el nivel de logro de los aprendizajes alcanzado por los alumnos y alumnas, así como las variables complementarias o contextuales que ayudan a interpretar mejor los resultados de las mediciones del rendimiento académico. Mediante este sistema de evaluación, a partir del año 2000 se realizó la primera medición utilizando el enfoque de competencias. Las pruebas resultaron difíciles tanto en Lengua y Literatura Castellana como en Matemáticas dado que el 5,67% de los jóvenes se ubicaron en nivel 3 (inferencia y modelización de estrategias para resolver problemas complejos); alcanzan el nivel 2 el 46,90% (conexión e integración de datos para resolver problemas de contextos familiares) y en el nivel 1 el 40,52% (reproducción y realización de operaciones sencillas) Lafuente (2009).

La significación de la investigación se fundamenta en el hecho de que se explora la realidad educativa en un contexto real, para concluir cómo se aplica una propuesta metodológica sugerida en el plan de estudios emanados del MEC por parte de estudiantes y docentes de un centro educativo de enseñanza media, los hallazgos permitirán evaluar la situación en que se encuentran los estudiantes en cuanto a la resolución de problemas, los cuales servirán de base para implementar planes de mejora cualitativa en el sentido de la correcta aplicación del método heurístico en la enseñanza de la resolución de problemas matemáticos.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, porque “se confía en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para intentar establecer con exactitud patrones en una población” (Gómez, 2009, p. 70)

Presenta un diseño cuasi experimental, como lo indican (Hernández Sampieri y otros 2006, p. 203)

“En los diseños cuasi experimentales también se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, solo difieren de los experimentos puros en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos”.

En cuanto al alcance, el estudio se orienta a describir como son los hechos de la problemática investigada, considerando la aplicación del Método Heurístico en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de la Educación Media.

En esta pesquisa, la población de estudio está constituida por 35 estudiantes del segundo curso de la Educación Media del Colegio Nacional Agustín Fernando de Pinedo de la ciudad de Concepción. Se ha trabajado con dos secciones a las que se han asignado estas denominaciones, Grupo experimental y Grupo control.

En cuanto a la muestra, definida como “subgrupo de la población” en (Sudman 1976, citado por Sampieri y otros 2006, p. 204), mientras (Bernal 2006, p. 165) habla de la muestra en estos términos “parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio”

El tipo de muestreo escogido se denomina intencional o por conveniencia, debido a que “el investigador incluye los elementos más convenientes” (Soler, 2009, p. 139), por tanto se han seleccionado diez estudiantes para conformar el grupo denominado experimental y ocho estudiantes para el grupo control, los motivos obedecen a la disponibilidad de los estudiantes en donar su tiempo en el turno opuesto al que asisten al centro de enseñanza, tanto para la aplicación de los test como para el entrenamiento en el método Polya como grupo experimental.

De acuerdo con (Muñoz Giraldo, citado en Bernal 2009, p. 176) se cuentan con varios instrumentos para recolectar los datos en una investigación cuantitativa, en este caso se optó por la técnica de la prueba de rendimiento, para el mismo se elaboró como instrumento la prueba escrita con situaciones problemáticas que requieren para su resolución el proceso de la metodología heurística.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se describen considerando los cuatro pasos del método heurístico, que constituyen las dimensiones investigadas, cada una de las cuales presentan sub procesos que serían los indicadores de esta pesquisa, las inferencias se detallan a continuación.

Tabla 1. COMPRENSION DEL PROBLEMA										
Pruebas	Grupos	Identifica el tema o problema		Especifica datos, o relaciones entre esos datos		Reconoce el problema o la incógnita		Construye un gráfico, esquema o diagrama que ayude a la comprensión del problema		Total de alumnos
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Pre test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	8	2	8	2	10	0	0	10	
	Porcentaje	80%	20%	80%	20%	100%	0%	0%	100%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	7	1	6	2	7	1	0	8	
	Porcentaje	88%	12%	75%	25%	88%	12%	0%	100%	
Pos test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	Estudiantes	10	0	10	0	10	0	7	3	10
	Porcentaje	100%	0%	100%	0%	100%	0	70%	30%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	7	1	7	1	7	1	3	5	
	Porcentaje	88%	12%	88%	12%	88%	12%	38%	62%	

Comprensión del problema, es el primer paso considerado, observando el pre test tanto en los grupos denominados experimental y control, un 80% de estudiantes identifica el problema encerrado en una situación a resolver, este porcentaje llegó a la meta del 100% en el grupo experimental al utilizar el método heurístico de Polya, mientras en el grupo control los resultados se han mantenido invariables. El segundo proceso consiste en especificar datos, o relaciones entre datos, al respecto se pudo dar cuenta que en el pre test tanto de los grupos experimental y control los estudiantes encuentran las relaciones entre los datos en un orden no mayor al 80%, en cambio luego de un ejercicio en el método, el pos test arroja un margen de relación entre datos del 100% en el grupo experimental, mientras en el de control, a pesar de una leve mejoraría, no tuvo el logro

alcanzar del grupo experimental. En cuanto al tercer paso, se buscó averiguar si los estudiantes reconocían la incógnita del problema, en este punto se pudo verificar que tanto en el pre test como el pos test, ambos grupos mantuvieron un margen que ronda el 80% a 100%. El episodio que cierra la comprensión del problema incluye la posibilidad de construir un gráfico, esquema o diagrama, este proceso es el que más dificultades presenta para los estudiantes, al respecto se concluye que, en el pre test los estudiantes de los grupos experimental y control no grafican el problema, en cambio, luego del entrenamiento recibido en el método Polya en el grupo experimental se ha producido un importante avance logrando que el 70% de los estudiantes grafiquen el problema, en el grupo control no se observan grandes mejoras.

Tabla 2. DISEÑO DE UN PLAN										
Pruebas	Grupos	Relaciona el problema con alguna situación parecida		Planifica estrategias de solución		Reconoce la estrategia adecuada para la resolución del problema		Organiza los datos en gráficos o figuras		Total de alumnos
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Pre test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	1	9	7	3	7	3	0	10	
	Porcentaje	10%	90%	70%	30%	70%	30%	0%	100%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	2	6	5	3	5	3	0	8	
	Porcentaje	25%	75%	63%	37%	63%	37%	0%	100%	
Pos test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	10	0	10	0	7	3	7	3	
	Porcentaje	100%	0%	100%	0%	70%	30%	70%	30%	

	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	2	6	6	2	5	3	0	8	
	Porcentaje	25%	75%	75%	25%	63%	37%	0%	100%	

Diseño de un plan, este segundo procedimiento del método Polya también consta de cuatro rutinas que los estudiantes deben realizar para resolver un problema, la primera indica la necesidad de relacionar el problema con alguna situación parecida, los resultados del pre test muestran que entre un 75% a 90% de estudiantes no tiene habilidad de relacionar el problema con alguna situación parecida, en cambio en el pos test, el grupo experimental, al adoptar la metodología heurística hace que los estudiantes en un 80% consideren este proceso, en el grupo control los datos previamente recogidos no sufrieron variaciones. A continuación se necesita planificar estrategias de solución, en tal sentido se concluye que, en el pre test 63% a 70% de los estudiantes planifica estrategias de solución, en el pos test se verificó una notable mejora ya que en el grupo experimental se ha logrado que el 100% planifique una estrategia de solución y en el grupo control también se notó un leve ascenso en los resultados, pues se ha logrado que en un 75%

los estudiantes consideren esta práctica. En cuanto al procedimiento de, reconoce la estrategia adecuada para la resolución del problema el pos test, demostró que en los grupos experimental y control entre el 63 a 70% de los estudiantes reconoce la estrategia adecuada que conduce a la solución del problema, en el pos test no se han notado cambios significativos en lo que refiere a este proceso. Finalmente es preciso organizar los datos en gráficos o figuras, un hallazgo importante de esta investigación da cuenta que, los estudiantes de los grupos considerados dejan de realizar este paso del método heurístico, en cambio en el pos test se dio una transformación en la conducta de los estudiantes, este paso ya no queda desapercibido, sino es aprovechado para la comprensión del problema, así en el grupo experimental se dio que el 70% de estudiantes grafica los datos para su comprensión, en el grupo control se mantiene intacto el resultado ya verificado en el pre test.

Tabla 3. EJECUCION DEL PLAN

Pruebas	Grupos	Implementa la estrategia seleccionada		Resuelve el problema		Verifica si los pasos seguidos son correctos		Total de alumnos
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Pre test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	7	3	8	2	0	10	
	Porcentaje	70%	30%	80%	20%	0%	100%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	6	2	7	1	2	6	
	Porcentaje	75%	25%	88%	12%	25%	75%	
Pos test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	10	0	10	0	7	3	
	Porcentaje	100%	0%	100%	0%	70%	30%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	6	2	7	1	2	6	
	Porcentaje	75%	25%	88%	12%	25%	75%	

Ejecución del plan, es el tercer paso en la metodología de George Polya, consultado a los estudiantes si implementan la estrategia seleccionada, en el pre test tanto grupo control como experimental dan cuenta que entre el 70% a 75% de estudiantes implementa la estrategia seleccionada, en lo referente al pos test los resultados sufrieron modificación tras considerar el método Polya, ya que el 100% de estudiantes del grupo experimental implementa la estrategia seleccionada previamente y en el grupo control no se observa variación en relación al pre test.

El siguiente procedimiento a realizar por los estudiantes consiste en resolver el problema, en el pre test se ha evidenciado que entre el 80 a 88% de estudiantes resuelven el problema, este porcentaje se elevó a 100% en el grupo que fue entrenado y en el grupo control se mantuvieron los resultados del pre test.

Finalmente, se deben verificar si los pasos seguidos son correctos, durante el pre test se observa que, tanto en los grupos experimental y control entre el 75% a 100% de estudiantes no sigue esta consigna, en cambio en el pos test, las cifras

cambiaron, debido a que los estudiantes del grupo experimental en un orden de 70% consideran que la verificación de los pasos seguidos en la solución sean los correctos, en el grupo control se mantienen los resultados del pre test.

Evaluación del plan, en este paso los estudiantes deben comprobar si el resultado obtenido es el correcto, se advierte en el pre test, que entre el 75% a 100% de los examinados no comprueba el resultado obtenido, en el pos test, luego de experimentar la metodología heurística se invirtieron los resultados, el grupo experimental en la mayoría de sus integrantes comprueba los resultados obtenidos, en el grupo control no se han encontrado cambios significativos. Seguidamente se debe comunicar el resultado o la conclusión, durante el pre test se ha comprobado que existe un rango de entre 70% a 75% de estudiantes que comunica el resultado del problema, el post test reveló que, los niveles tuvieron un ligero repunte, pues en el grupo experimental se logró que el 80% de estudiantes comunique el resultado del problema, el grupo control mantuvo los datos iniciales. Establecer conexiones del

Tabla 4. EVALUACION DEL PLAN								
Pruebas	Grupos	Comprueba si el resultado obtenido es el correcto		Comunica el resultado o la conclusión		Establece conexiones del problema original en otros contextos		Total de alumnos
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Pre test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	0	10	7	3	0	10	
	Porcentaje	0%	100%	70%	30%	0%	100%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	2	6	6	2	0	8	
	Porcentaje	25%	75%	75%	25%	0%	100%	
Pos test	Grupo experimental	Sí	No	Sí	No	Sí	No	10
	Estudiantes	7	3	8	2	6	4	
	Porcentaje	70%	30%	80%	20%	60%	40%	
	Grupo Control	Sí	No	Sí	No	Sí	No	8
	Estudiantes	2	6	6	2	0	8	
	Porcentaje	25%	75%	75%	25%	0%	100%	

problema original en otros contextos, es otro de los aspectos a considerar, en el pre test tanto en el grupo experimental como en el de control no se lleva a cabo este proceso en el orden de 100% de los estudiantes.

En el pos test en el grupo experimental, se dieron resultados que demuestran que los estudiantes adoptaron el paso, realizando conexiones de problemas similares en un 60%, en cambio existe aún 40% de estudiantes que debe considerar esta posibilidad.

IV. CONCLUSIÓN

La aplicación del Método Heurístico en la resolución de problemas matemáticos en el segundo año de la educación media del Colegio Nacional Agustín F. de Pinedo, Año 2017 en situación natural de aula no considera todos los pasos planteados por George Polya y luego de un entrenamiento en la metodología, los estudiantes adquieren las habilidades necesarias para seguir todos los procedimientos necesarios, pudiendo acrecentar sus experiencias, con lo expuesto se confirma la hipótesis de este estudio, la aplicación adecuada del Método Heurístico desarrolla en los estudiantes la capacidad de resolución de problemas matemáticos.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J y García, J (2013). La competencia matemática. Recuperado de www.pepe.jupenoma.es/cajon%20de%20sastre/competencia_matematica.pdf.

Barroso, J. y Rodríguez, I. Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica en la resolución de problemas matemáticos. *Revista de Educación*, 342. Enero-abril 2007, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Sevilla. Recuperado de: http://www.revistaeducacion.mec.es/re342/re342_13.pdf

Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación. México.

Constitución Nacional del Paraguay (13 de julio, 2017). Ley 1264/98 General de Educación. Recuperado de <http://www.une.edu.py/images/pdf/Ley1265.PDF>.

Gómez, M. (2009). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Editorial Brujas. Córdoba Argentina.

Íñiguez, F. (2003). El desarrollo de la competencia matemática en el aula de ciencias experimentales. *Revista iberoamericana de educación*. Vol. 67, núm. 2 Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de <http://rieoei.org/deloslectores/6761Iniguez.pdf>.

Lafuente, M (2009). La Experiencia del Sistema Nacional de Evaluación del Proceso Educativo, SNEPE, en Paraguay. *Aprendizajes y desafíos*. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*. ISSN-e 1989-0397, Vol. 2, N°. 1, págs. 48-73. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3038076>.

Ministerio de Educación y Cultura (2016). *Guía didáctica para docentes. Matemática 2º curso*. Asunción. Paraguay

Ministerio de Educación y Cultura (2014). *Diseño Curricular Paraguay Actualización curricular del Bachillerato Científico de la Educación Media*. Asunción. Paraguay.

OMAPA (2017). *Misión y Visión*. Recuperado de <http://www.omapa.org/mision-y-vision/>.

OMAPA (2017). *Evaluación de impacto de las olimpiadas de matemática en Paraguay*. Recuperado de <http://www.omapa.org/document/evaluacion-de-impacto-de-las-olimpiadas-de-matematica-en-paraguay/>

Paraguay Educa (13 de julio de 2017). *Constitución Nacional del Paraguay*. Recuperado de http://biblioteca.paraguayeduca.org/biblioteca/materiales_varios/leyes-y-reglamentos/constitucion%20nacional.pdf/view.

Resolución de problemas (13 de julio de 2017). *Bibliografía de George Polya: Estrategias para la solución de Problemas [Mensaje en un blog]*. Recuperado de <https://matemagic.wordpress.com/polya-2/biografia/>

Real Academia Española (13 de julio de 2017). *¿Qué es comprensión?* Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=A37FnFc>

Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* Cuarta Edición. Mc Graw-Hill. México

Soler, C. (2009). *Ideas para investigar: proyectos y elaboración de tesis y otros trabajos de investigación en Ciencias Naturales y Sociales*. Primera Edición. Homo Sapiens Ediciones. Santa Fe. Argentina.