

INSTRUCCIÓN ASISTIDA POR PLATAFORMA DE APRENDIZAJE EN LÍNEA Y GEOGEBRA PARA PROMOVER LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Carina Andrea Hernández Pacheco¹, Estela de Lourdes Juárez Ruiz²

Resumen

El trabajo de investigación propone estudiar, bajo un enfoque cualitativo, el efecto del diseño e implementación de una propuesta de enseñanza para promover la resolución de problemas de cálculo de áreas de figuras geométricas planas en estudiantes de nuevo ingreso en educación superior, basada en las medidas de instrucción propuestas por Joan Josep Solaz-Portolés y Vicent Sanjosé Lopez, con la asistencia de Geogebra y una plataforma de aprendizaje en línea. Se busca que, con su implementación en un modelo semipresencial, se promueva el desarrollo de conocimientos y habilidades en la resolución de problemas matemáticos en los estudiantes.

Palabras clave: Resolución de problemas, Instrucción asistida por tecnología.

Abstract

The research work proposes to study, under a qualitative approach, the effect of the design and implementation of a teaching proposal to promote solving problems of calculation of areas of flat geometric figures in higher education new entry students, based on the measures of instruction proposed by Joan Josep Solaz-Portolés and Vicent Sanjosé Lopez, with the assistance of an online learning platform. It is sought that with its implementation in a blended model, the development of knowledge and skills in solving mathematical problems in students is promoted.

Keywords: Problem-solving, technology-assisted instruction.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando los matemáticos se enfrentan a problemas de la materia, se ha constatado que despliegan una amalgama de estrategias para resolverlos. Uno de los primeros en cuestionarse sobre las formas de descubrimiento hacia la solución de problemas matemáticos fue George Polya (1887-1985) expuesto en su libro *How To Solve It?* (1945); seguido por Schoenfeld (1985) con su obra *Mathematical problem solving*, que aparte de presentar aspectos de gran relevancia que intervienen en el sujeto solucionador de problemas, manifiesta asombro e insatisfacción al darse cuenta que no fue formado en estrategias de resolución de problemas matemáticos cuando era estudiante, a pesar que existían los muy famosos pasos de Polya. Asimismo, Halmos

¹ Licenciada en Matemáticas; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; México; carinah30@hotmail.es

² Doctorada en matemáticas; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; México; estela.juarez@correo.buap.mx

(1980) hace referencia a que resolver problemas es el corazón de las matemáticas (citado por Santos, 2007, p. 19).

Kleiner (1986) afirma que el desarrollo de conceptos y teorías se origina a partir del esfuerzo por resolver problemas. Del mismo modo, el Consejo Nacional de Profesores de Matemática (NCTM, 1989, 1995) identifica la resolución de problemas como uno de los objetivos primordiales en el aprendizaje de las matemáticas. Por lo tanto, este trabajo surge precisamente por la dificultad existente en los estudiantes para resolver problemas matemáticos, lo que a su vez complica el aprendizaje de esta disciplina.

Por tal razón, el propósito de la presente investigación es estudiar qué efecto tiene el diseño e implementación de una propuesta de enseñanza para promover la resolución de problemas de cálculo de área de figuras geométricas planas en estudiantes de educación superior, basada en las medidas de instrucción propuestas por Joan Josep Solaz-Portolés y Vicent Sanjosé Lopez, con la asistencia de una plataforma de aprendizaje en línea y el software GeoGebra.

2. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El matemático Schoenfeld (1985) afirma que su primera reacción ante la obra de Polya (1945) fue de placer, ya que cada vez que leía las estrategias descritas por el autor asentía con la cabeza por su increíble precisión. Sin embargo, también manifestó insatisfacción en cuanto a su formación, puesto que nunca le presentaron tales estrategias para resolver problemas matemáticos cuando era estudiante.

¿Manifiesta que al leer el libro de Polya (1945) *How to solve it?*, se preguntó "¿Qué significa pensar matemáticamente?" y además "¿Cómo podemos ayudar a los estudiantes a hacer esto?"; con lo que escribe su libro *Mathematical Problem Solving* (Schoenfeld, 1985) para responder estas preguntas, generando una serie de aspectos relevantes que inciden en un sujeto solucionador de problemas. Estos aspectos son sus recursos, las heurísticas (estrategias) que emplea, sus habilidades metacognitivas y sus creencias en relación con las matemáticas.

Primero Polya (1945) y luego Schoenfeld (1985) sugirieron varias estrategias generales para resolver problemas verbales a partir de preguntas como: ¿Qué es lo desconocido? ¿Cuáles son los datos? ¿Cuáles son las condiciones? ¿Conoces un problema relacionado que ya ha sido resuelto? Preparar un plan para la solución y verificar los resultados obtenidos. Fan y Zhu (2007) incluyen entre las estrategias heurísticas las siguientes: "Dibujar un diagrama", "Adivinar y verificar", "Buscar un patrón", "Hacer una lista sistemática", "Usar antes de la concepción". Stacey (1991) caracteriza la "estrategia de prueba y error".

Solaz-Portolés y Lopez (2007) sugieren las siguientes medidas de instrucción que pueden ayudar a los maestros a desarrollar conocimientos y habilidades en sus estudiantes.

Se debe obtener una comprensión conceptual del tema antes de que los estudiantes resuelvan problemas, en lugar de tratar de obtener esta comprensión mediante la resolución de problemas.

Estimular procesos de estudio específicos y profundos (por ejemplo, explicando, relacionando y confrontando) para alentar a los estudiantes a crear conocimiento procedimental y situacional, que usualmente no es explícito en los textos instructivos.

Desplegar prácticas de instrucción para desarrollar habilidades de razonamiento científico tales como trabajo de laboratorio, ciencia basada en la indagación, simulaciones por computadora, análisis de datos cuantitativos, construcción de explicaciones y pensamiento crítico y capacidad de toma de decisiones. La duración y la intensidad de la exposición a situaciones de razonamiento son factores importantes para el desarrollo de habilidades de razonamiento en los estudiantes.

Fomentar la comprensión de los problemas, en lugar de dar procedimientos numéricos que pueden ser memorizados y utilizados sin comprensión, por ejemplo, usando estímulos basados en texto o en diagramas que requieren un conocimiento de conceptos subyacentes o teorías; realizar discusiones cualitativas mientras se resuelven los problemas; y también pidiendo a los estudiantes que deriven procedimientos generales en lugar de soluciones específicas.

Proporcionar a los estudiantes experiencias diversas de resolución de problemas, continuas y prolongadas, así como fomentar en ellos el hacer conexiones y pensar evaluativamente.

Ofrecer estrategias metacognitivas como las que se encuentran en los pasos de planificación, chequeo (monitoreo del progreso), verificación (de los resultados) e interpretación en la resolución de problemas.

Minimizar las fallas relacionadas con la memoria en las actividades de aprendizaje mediante el uso de instrucciones que sean lo más breves y simples posibles, dividiendo las tareas en pasos separados, proporcionando memoria de apoyo, desarrollando en los estudiantes estrategias efectivas para enfrentar situaciones en las que experimentan fallas en la memoria de trabajo, etc.

3. METODOLOGÍA

Se plantea una investigación de corte cualitativo. La población de estudio estará conformada por un grupo de estudiantes de nuevo ingreso de la asignatura Matemáticas Elementales de la Facultad de Ciencias de la Electrónica, en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en México.

Al inicio del estudio se aplicará una prueba diagnóstica consistente en dos problemas matemáticos de cálculo de áreas: el primero requerirá hacer cálculos de áreas de figuras geométricas y el segundo requerirá utilizar propiedades de simetría, rotación y traslación de partes congruentes en la figura. Los problemas seleccionados se presentan en la Fig. 1 (tomada de <https://www.pinterest.es/pin/853221091876591834/>) y Fig. 2 (Maláč y Kurfürst, 1981; citado en Novotná, Eisenmann, Přebyl, Ondrušová y Břehovský, 2014).

Figura 1. Área de la región sombreada. Tomada de: <https://www.pinterest.es/pin/853221091876591834/> .

Calcular el área de la siguiente región sombreada. O es centro del cuadrado.

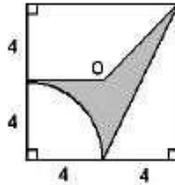
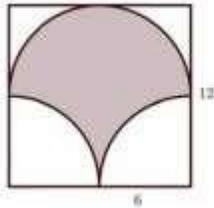


Figura 2. Área de la gota. Maláč y Kurfürst, 1981 (citado en Novotná, et al.,2014)

Calcular el área de la "gota" cuya circunferencia está compuesta de arcos circulares. Los datos en la figura se dan en centímetros.



Posteriormente, se analizarán los resultados de las pruebas diagnósticas con la rúbrica para valoración de tareas de resolución de problemas matemáticos (Egodawatte, 2010) presentada en la Tabla I.

Tabla I. Rúbrica para valoración de tareas de resolución de problemas matemáticos (traducida de) Egodawatte, G. (2010). A Rubric to Self-Assess and Peer-Assess Mathematical Problem Solving Tasks of College Students. *Acta Didactica Napocensia*, 3(1), 75-88.

Criterios de evaluación	Estándares de desempeño	Fortalezas y/o necesidades
Entendimiento conceptual y conexiones	0- No entendimiento conceptual. 1- Casi no se encuentran términos matemáticos importantes o sus conexiones. 2- Muestra un poco de comprensión de los términos matemáticos y sus conexiones. 3- Utilizó la mayoría de los términos matemáticos correctamente y mostró una comprensión de sus conexiones. 4- Usó los términos matemáticos correctamente y mostró una comprensión completa de cómo se conectan.	

Estrategias y razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> 0- No muestra ningún plan. 1- Muestra un plan que no es razonable o con información innecesaria. 2- Muestra algunos de los pasos, pero el plan no está claro. 3- Muestra un plan razonable y la mayoría de los pasos utilizados para resolver el problema. 4- Muestra todos los pasos utilizados para resolver el problema. 	
Cálculo/ Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> 0- Sin cálculos. 1- Todos los cálculos son incorrectos, pero intentaron todos o algunos de ellos. 2- Errores importantes en el cálculo y llegó a una respuesta incorrecta. 3- Errores menores en el cálculo. 4- Cálculos sin errores. 	
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> 0- Sin explicación escrita 1- Comunica algo que no es la respuesta. 2- Comunica algo sobre lo que se hizo o por qué fue hecho pero no ambos. 3- Comunica principalmente sobre lo que se hizo y un poco sobre por qué fue hecho. 4- Comunica completamente lo que se hizo y por qué fue hecho. 	

La descripción de cada nivel en términos del desempeño de los estudiantes es: 0 - Por debajo de las expectativas, 1 - Marginal, 2 - Emergente, 3 - En desarrollo y 4 - Desarrollado.

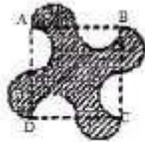
Con base en el análisis de la prueba diagnóstica se diseñará el proceso de aprendizaje con las medidas de instrucción propuestas por Solaz-Portolés y Lopez (2007) y el uso de GeoGebra, en la plataforma de aprendizaje en línea Blackboard.

En la instrucción se propondrán ejercicios equivalentes a los de la prueba diagnóstica con actividades de andamiaje tanto de contenidos conceptuales, como de contenidos procedimentales y la realización de ejercicios que pongan en práctica estos conceptos y procedimientos con el uso de GeoGebra (Quesada, 2001).

Antes de iniciar el proceso de instrucción se realizará un grupo focal, con el propósito de identificar las dificultades encontradas en los problemas de la valoración diagnóstica. Al final del proceso de instrucción, se aplicará nuevamente la prueba diagnóstica y se valorarán las respuestas de los estudiantes analizando si hubo mejora en los procesos.

Un ejemplo de actividad con GeoGebra es el siguiente problema (Fig. 3):

Figura 3. Área de la región destacada. Vísquez, H., 2016, <https://www.monografias.com/trabajos-pdf/algebra-funciones-geometria-trigonometria/algebra-funciones-geometria-trigonometria2.shtml>



El cuadrilátero ABCD corresponde a un cuadrado de lado 12cm, las ocho circunferencias implícitas son congruentes. Hallar el área de la región destacada con negro.

Los estudiantes trabajarán en Geogebra online realizando construcción del problema planteados utilizando la herramienta de rotación, con el objetivo de identificar figuras congruentes, como se muestran en las Fig. 4, 5 y 6 .

Figura 4. Figura sin rotación. Construcción propia

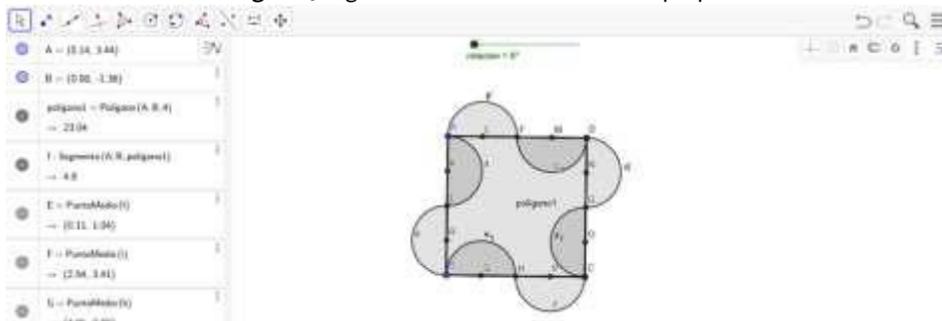


Figura 5. Figura con rotación de 90°. Construcción propia

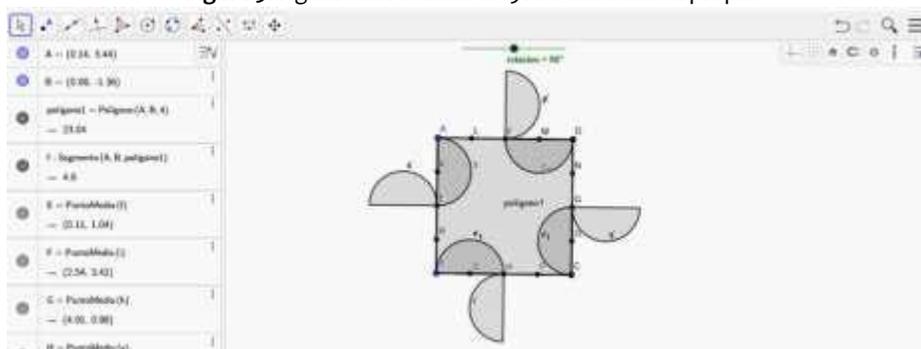
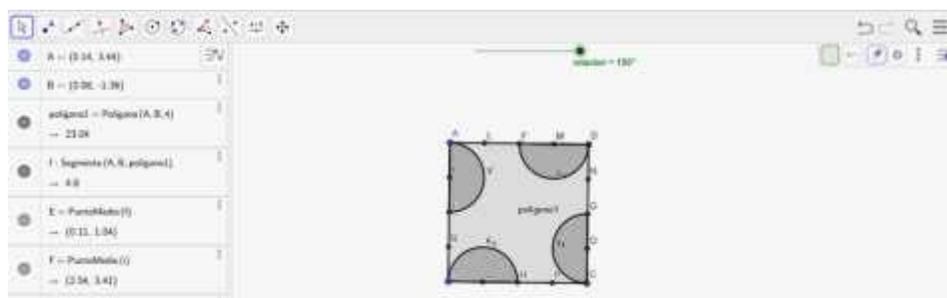


Figura 6. Figura con rotación de 180°. Construcción propia



4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se espera que con la implementación de esta propuesta se promueva la resolución de problemas matemáticos del tipo cálculo de áreas en figuras geométricas, pues se considera que uno de los problemas más serios a la hora de resolver problemas matemáticos es el uso de las estrategias adecuadas que coadyuven a encontrar la solución (Schoenfeld, 1985). Con esta propuesta se pretende desarrollar habilidades en el uso de propiedades de simetría y congruencia de figuras planas para el cálculo de áreas de figuras planas.

5. REFERENCIAS

- Egodawatte, G. (2010). A Rubric to Self-Assess and Peer-Assess Mathematical Problem Solving Tasks of College Students. *Acta Didactica Napocensia*, 3(1), 75-88.
- Fan, L. and Zhu, Y. (2007) 'Representation of Problem-Solving Procedures: A Comparative Look at China, Singapore, and US mathematics textbooks', *Educational Studies in Mathematics*, vol. 66, no. 1, pp. 61-75.
- Kleiner, I. (1986). Famous problems in mathematics: An outline of a course. For the learning of mathematics, 6(1), 31-38.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1995). Professional standards for teaching mathematics. Reston, VA: The Council.
- Novotná, J., Eisenmann, P., Příbyl, J., Ondrušová, J., & Břehovský, J. (2014). Problem solving in school mathematics based on heuristic strategies. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 7(1), 1-6.
- Polya, G. (1945) *How to Solve It*, Princeton: Princeton University.
- Quesada, R. (2001). *Cómo planear la enseñanza estratégica*. México: Limusa.

Santos, T. L. M. (2007). *La resolución de problemas matemáticos: fundamentos cognitivos*. México: Trillas.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. California: Academic Press.

Solaz-Portolés, J. J., & Lopez, V. S. (2007, December). Representations in problem solving in science: Directions for practice. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 8, No. 2, pp. 1-17). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.

Stacey, K. (1991) 'The effects on student's problem solving behavior of long-term teaching through a problem solving approach', *Proceedings of the 15th conference of the international group for the psychology of mathematics education*, vol. 3, pp. 278–285.