

## DIDACTIC SEQUENCE FOR LEARNING PROBLEM SOLVING CONCERNING THE USE OF RELATIVE EXTREMA

### SECUENCIA DIDÁCTICA: EL APRENDIZAJE DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS REFERENTES AL USO DE EXTREMOS RELATIVOS

Paulina Villalón Valdez  
Universidad de Guadalajara  
pauvillalon@gmail.com

Claudia Margarita Orozco Rodríguez  
Universidad de Guadalajara  
claudia.ozcor@academicos.udg.mx

Fernando Ignacio Becerra López  
Universidad de Guadalajara  
ferdx13@gmail.com

Juana Adriana Ascencio Escamilla  
Universidad de Guadalajara  
adriana.aescamilla@academicos.udg.mx

### Theoretical Approach

In Schoenfeld's (1985) Mathematical Problem-Solving (MPS) theory it is key to illustrate ideas, reflections of the use of diagrams and representations, heuristic strategies, and discussion of all the possible and distinct solution methods. For Santos (2014), the learning process is categorized into resources, prior mathematical knowledge; heuristic strategies, methods to reach a solution; metacognitive strategies, monitoring and regulation of the process itself for decision making; and beliefs, ideas about mathematics and how to solve problems. To verify and evaluate this process, Polya's four-phases of his Problem-Solving theory (1945) consisting of comprehension of the problem, design of a plan, carrying out the plan, and looking back has been followed; these particular questions provide information on the learning process.

### Research Questions and Design

It was necessary to analyze the effects of a didactic sequence based on MPS theory applied on first-semester students of *Teoría del Cálculo I* from the LIMA programme at UdeG, for the learning of resources, strategies, beliefs and competences in mathematical Problem Solving. In this course, students are expected, in particular, to model the volume function applying the concept of Relative Extrema in a realistic scenario. The sequence consisted of a non-routine problem and working sheets with questions relating to Polya's phases. A group of 12 students were asked to work in triads to design a prototype of a container in the shape of a trapezoid using a 50cm x 65cm cardboard sheet; it had to guarantee the maximum possible volume taking into consideration that the trapezoidal face must be an isosceles trapezium containing the assigned acute angles (University of Colorado, s.f.)

### Data Collection and Analysis

Since this is a qualitative phenomenological research, focus groups' activities were monitored and recorded; additionally, the answers to demi-structured interviews were analyzed through worksheets provided to the students. Altogether, they were triangulated with a matrix of categories and indicators based on the analysis of the data and the dimensions of Schoenfeld's theory.

### Summary

According to data triangulation, students were able to follow Polya's solving problem phases and showed a satisfactory performance according to MPS theory. The most relevant effect of the sequence was the fact that the contextualization of the problematic proved beneficial to the development of the metacognitive process by giving students guidance in the decision making of the procedure to follow in the operations to perform, and in the direction to reach a solution. In general,

the sequence of a mathematical non-routine problem influenced positively in the learning of the concept of Relative Extrema, in the development of metacognitive strategies, and in modelling skills.

### References

- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, NJ: University Press.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1987). Confessions of an accidental theorist. *For the learning of mathematics*, 7(1), 30-38.
- Santos Trigo, M. (2014). *La resolución de problemas: fundamentos cognitivos*. México: Trillas.
- University of Colorado, B. (s.f.). *Teach engineering: STEM curriculum for K-12*. Obtenido de Teach engineering: <https://www.teachengineering.org/>

---

## SECUENCIA DIDÁCTICA: EL APRENDIZAJE DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS REFERENTES AL USO DE EXTREMOS RELATIVOS

### DIDACTIC SEQUENCE FOR LEARNING PROBLEM SOLVING CONCERNING THE USE OF RELATIVE EXTREMA

Paulina Villalón Valdez  
Universidad de Guadalajara  
pauvillalon@gmail.com

Claudia Margarita Orozco Rodríguez  
Universidad de Guadalajara  
claudia.orozcor@academicos.udg.mx

Fernando Ignacio Becerra López  
Universidad de Guadalajara  
ferdx13@gmail.com

Juana Adriana Ascencio Escamilla  
Universidad de Guadalajara  
adriana.aescamilla@academicos.udg.mx

### Perspectiva Teórica

En la teoría de resolución de problemas matemáticos (RPM) de Schoenfeld (1985) es clave ilustrar ideas, reflexiones sobre el uso de diagramas y representaciones, estrategias heurísticas y discutir todos los métodos de solución posibles. Para Santos (2014), el proceso de aprendizaje se clasifica en recursos, conocimiento matemático previo; estrategias heurísticas, métodos para llegar a una solución; estrategias metacognitivas, monitoreo y regulación del proceso mismo para la toma de decisiones; y creencias, ideas sobre las matemáticas y sobre cómo resolver problemas. Para verificar y evaluar este proceso, se han seguido las cuatro fases de Polya de su teoría de Resolución de Problemas (1945) que consiste en la comprensión del problema, el diseño de un plan, la ejecución del plan y la visión retrospectiva; sus preguntas características proporcionan información sobre el proceso de aprendizaje.

### Preguntas de Investigación y Diseño

Se requiere analizar los efectos de una secuencia didáctica basada en la teoría RPM aplicada en estudiantes de primer semestre de *Teoría del Cálculo I* del programa de la LIMA en UdeG, para el aprendizaje de recursos, estrategias, creencias y competencias en resolución matemática de problemas. En particular, se espera que los estudiantes modelen la función de volumen aplicando el concepto de Extremos Relativos en un escenario realista. La secuencia consistió en un problema no rutinario y hojas de trabajo con preguntas relacionadas con las fases de Polya. Se pidió a un grupo de 12 estudiantes que trabajaran en tríadas para diseñar un prototipo de un contenedor en forma de trapecio usando una lámina de cartón de 50 cm x 65 cm; tenía que garantizar el máximo volumen

posible teniendo en cuenta que la cara trapezoidal debe ser un trapecio isósceles que contenga los ángulos agudos asignados (Universidad de Colorado).

### **Técnicas y Análisis de Recopilación de Datos**

Al tratarse de una investigación cualitativa fenomenológica, se monitorearon y registraron las actividades de los grupos focales. Las respuestas a las entrevistas semiestructuradas se analizaron a través de las hojas de trabajo proporcionadas a los estudiantes. Además, la información recopilada se trianguló con una matriz de categorías e indicadores basados en el análisis de los datos y en las dimensiones de la teoría de Schoenfeld.

### **Resumen de Hallazgos**

Según la triangulación de datos, los estudiantes lograron seguir las fases de resolución de problemas de Polya y mostraron un desempeño satisfactorio de acuerdo con la teoría RPM. El efecto más relevante de la secuencia fue que la contextualización de la problemática benefició el desarrollo del proceso metacognitivo al brindar orientación a los estudiantes en la toma de decisiones del procedimiento a seguir, operaciones a realizar y la dirección a la solución. En general, la secuencia de un problema matemático no monótono influyó positivamente en el aprendizaje del concepto de Extremos Relativos, en el desarrollo de estrategias metacognitivas y en las habilidades de modelado.

### **Referencias**

- Polya, G. (1945). How to solve it. Princeton, NJ: University Press.
- Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical problem solving. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1987). Confessions of an accidental theorist. For the learning of mathematics, 7(1), 30-38.
- Santos Trigo, M. (2014). La resolución de problemas: fundamentos cognitivos. México: Trillas.
- University of Colorado, B. (s.f.). Teach engineering: STEM curriculum for K-12. Obtenido de Teach engineering: <https://www.teachengineering.org/>