

## Los indicadores para la solución de problemas, desde los niveles de comprensión de los contenidos matemáticos

SEINELA VALDÉS DELGADO<sup>1</sup>, BENITA MABEL HERNÁNDEZ PÉREZ<sup>2</sup>, NATASHA HERNÁNDEZ MARTÍN<sup>3</sup>.

*Escuela Latinoamericana de Medicina, Departamento de Física-Matemática, La Habana, Cuba.*

### RESUMEN

**Objetivo:** caracterizar los indicadores para la resolución de problemas a partir de los niveles de comprensión de los contenidos matemáticos.

**Métodos:** se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el análisis documental que incluyó artículos científicos relacionados con la resolución de problemas, la bibliografía del proyecto de investigación del departamento, que permitió vincular los niveles asumidos para la comprensión de los contenidos matemáticos con los indicadores para la resolución de problemas y caracterizarlos, teniendo en cuenta los objetivos de la asignatura general y por temas. Se emplearon los métodos histórico lógico y análisis síntesis para sistematizar diferentes metodologías para la resolución de problemas.

**Resultados:** se definieron los indicadores para la resolución de los problemas desde los cuatro niveles de comprensión del contenido matemático para la asignatura y se estableció como estrategia para el trabajo en la resolución de problemas tener en cuenta el tratamiento de las acciones de la habilidad resolver problemas y los indicadores para la comprensión de estos.

**Conclusiones:** los indicadores para la comprensión de los problemas matemáticos asociados a los cuatro niveles de la comprensión de los contenidos matemáticos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en el curso preparatorio, se caracterizan por el trabajo con la comprensión lectora y las acciones de la habilidad resolver problemas, que favorecen la elaboración de tareas docentes dirigidas a contribuir al desarrollo del pensamiento lógico y las competencias comunicativa de los estudiantes en idioma español, que posibilitó el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje en la Matemática.

**Palabras clave:** comprensión; niveles de la comprensión; resolución de problemas.

### INTRODUCCIÓN

En la asignatura Matemática, la palabra problema se designa como un término matemático (Problemas Matemáticos) que ha sido objeto de estudio por educadores, matemáticos y psicólogos, dejando plasmado diversos conceptos y definiciones. Se asume que "un problema es un ejercicio que refleja, determinadas situaciones a través de elementos y relaciones del dominio de la ciencia o la práctica, en lenguaje común y exige de medios matemáticos para su solución. Se caracteriza por tener una situación inicial (elementos dados, datos) conocida y una situación final (incógnita, elementos buscados) desconocida, mientras que su vía de solución se obtiene con ayuda de procedimientos heurísticos (1).

La resolución de problemas es un proceso en el que intervienen capacidades y habilidades del pensamiento, es una actividad cognitiva que es importante desarrollar y evaluar durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Matemática, que requiere de los conocimientos previos adquiridos, de la utilización adecuada de procedimientos, recursos y estrategias, entre otros aspectos. Diferentes autores han abordado las dificultades que presentan los estudiantes en la interpretación y

resolución de problemas. (2-5). Debido a ello es necesario identificar las dificultades de los estudiantes, determinar sus causas para realizar acciones que mejoren la resolución de problemas.

La asignatura Matemática en el curso preparatorio tiene como objetivo general "Resolver problemas vinculados con las ciencias, aplicando conceptos, relaciones y procedimientos, inherentes al trabajo con el cálculo numérico, las magnitudes, las ecuaciones y las funciones, que contribuyan al desarrollo del pensamiento lógico, la independencia cognoscitiva, la comunicación y las estrategias de aprendizaje, mostrando modos de actuación en correspondencia con los valores responsabilidad, honestidad y solidaridad lo que prepara al estudiante para el ingreso a la carrera de Medicina"(6).

El proceso de comprensión de los problemas matemáticos en los estudiantes no hispanohablantes de la Escuela Latinoamericana de Medicina (ELAM), se hace complejo porque se suman las dificultades del conocimiento lingüístico y semántico relativos al idioma español. En el departamento de Matemática se desarrolla el proyecto de investigación "Estrategia didáctica dirigida al mejoramiento de la comprensión de los contenidos matemáticos en los estudiantes del curso preparatorio de la Escuela

Latinoamericana de Medicina”, en el cual se determinaron los niveles de comprensión de los contenidos matemáticos: reproductivo, interpretativo, aplicativo y de extrapolación y los indicadores para caracterizar (7) en qué nivel de la comprensión de los contenidos matemáticos se encuentra cada estudiante, que sirvieron de base para realizar la caracterización de los indicadores para la resolución de problemas, teniendo en cuenta los objetivos de la asignatura, general y por temas. Esta caracterización favoreció la elaboración de tareas docentes dirigidas a cada nivel, que contribuyeron al desarrollo del pensamiento lógico, la comprensión de los contenidos y las competencias comunicativa en idioma español, factores que favorecieron el éxito de los estudiantes en la resolución de problemas y propiciaron el perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura.

### MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, se emplearon los métodos: histórico lógico que permitió revisar los enfoques teórico-metodológicos seguidos en el trabajo con la resolución de problemas, análisis documental que incluyó el análisis de la bibliografía del proyecto de investigación del departamento (7), el programa de la asignatura (6), la Resolución No 02/18: Reglamento para el trabajo docente y metodológico en la educación superior, así como las líneas de trabajo metodológico de la ELAM, del curso preparatorio y del departamento de Matemática, orientaciones metodológicas (8), actividades metodológicas, el sistema de evaluación de la asignatura y los artículos científicos: “Niveles de la comprensión de los contenidos matemáticos para el curso preparatorio”(9) y “Un instrumento validado para el diagnóstico inicial de Matemática en el curso Preparatorio”(10) los cuales son resultados del proyecto de investigación del departamento y tesis doctorales sobre resolución de problemas que brindaron elementos importantes en este trabajo. Se utilizaron los resultados de la validación del diagnóstico de la asignatura, de las evaluaciones frecuentes y parciales, de la observación sistemática a clases según la guía de observación y de las encuestas y entrevistas, elaboradas en el proyecto de investigación.

Los documentos anteriores, posibilitaron evaluar la comprensión de los contenidos matemáticos, de los estudiantes del curso preparatorio en los diferentes temas de la asignatura y conocer en qué estado se encontraban los estudiantes para enfrentar la resolución de los problemas. Se utilizaron los métodos análisis síntesis y el enfoque sistémico para garantizar las interrelaciones entre las regularidades obtenidas desde el diagnóstico para la evolución de cada estudiante en el cumplimiento de los objetivos de la asignatura.

### RESULTADOS

Las dificultades con el dominio de las habilidades comunicativas en idioma español y el insuficiente dominio de los contenidos matemáticos que mostraron los estudiantes,

según los resultados del diagnóstico inicial, con menos del 20% de aprobados en los contenidos matemáticos, hizo reflexionar sobre la estrategia a seguir para mejorar los resultados de la asignatura. Se caracterizó el estado actual del desarrollo de la comprensión de los contenidos matemáticos en idioma español de los estudiantes no hispanohablantes en el curso 2016-2017 y se determinó la variable comprensión de los contenidos matemáticos definida como: el proceso mediante el cual los estudiantes utilizan los contenidos matemáticos para la solución de ejercicios y problemas a partir de la comprensión lectora, las habilidades para establecer relaciones, la reflexión sobre el trabajo realizado y la comunicación de lo aprendido, se aplicaron los sistemas de acciones propios de cada nivel.

Los cuatro niveles para la comprensión de los contenidos matemáticos definidos son:

Nivel reproductivo: cuando para la resolución de tareas docentes repite el conocimiento que se le ha informado o la habilidad adquirida, en ejercicios iguales o similares a otros ya resueltos.

Nivel interpretativo: cuando para la resolución de tareas docentes se requiere establecer relaciones entre los contenidos matemáticos objeto de estudio y los precedentes para integrar la información que permitan establecer juicios y valoraciones.

Nivel aplicativo: cuando para la resolución de tareas docentes requiere la asimilación de los contenidos esenciales para emplearlos en nuevos aprendizajes.

Nivel de extrapolación: proceso que permite llevar a problemáticas superiores los contenidos aprendidos, lo que se evidencia en la creación de nuevas situaciones a partir de tareas docentes más complejas (7).

El programa de la asignatura cuenta de tres temas: tema 1 El cálculo matemático en la medicina, el tema 2 “Ecuaciones lineales y sistemas de ecuaciones lineales” y el tema 3 “Funciones su relación con la medicina” y en todos los objetivos principales es la resolución de problemas haciendo énfasis en las acciones de esta habilidad.

Para el trabajo en la resolución de problemas se asumieron las dimensiones del proyecto de investigación y los niveles asumidos para la comprensión de los contenidos matemáticos. Se realizó el análisis de las bibliografías correspondientes a cada una de las dimensiones con el objetivo de buscar los significados más cercanos al proceso de comprensión de los contenidos matemáticos, mediante el diagnóstico inicial, observaciones a clases, evaluaciones frecuentes y parciales, así como los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas, que permitieron establecer la escala de medición para la comprensión en la resolución de problemas.

Dimensión: Comprensión lectora.

Indicadores:

1. Leer en idioma español la orden del ejercicio: subrayar palabras, analizar contexto.

2. Expresar las ideas con sus propias palabras.
3. Transcribir lo leído al lenguaje de la matemática.
4. Identificar lo dado y lo buscado.
5. Identificar los conocimientos asociados con lo dado.

Escala de medición:

E: Establece la relación de lo dado y lo buscado, mediante inferencias lógicas que permitan encontrar la vía de solución.

B: Establece la relación de lo dado y lo buscado, mediante inferencias lógicas, pero no llega a encontrar la vía de solución

R: Si solo logra identificar lo dado y lo buscado.

M: No logra identificar lo dado y lo buscado.

Dimensión: Habilidad para establecer relaciones entre los conocimientos matemáticos

Indicadores:

1. Seleccionar lo que sabe que necesita para inferir lo buscado.
2. Determinar de lo que le dan, lo que falta para inferir lo buscado.
3. Determinar la vía de solución: (cadena de inferencias, ejercicios con varios pasos).
4. Fundamentar cada inferencia utilizada en la vía de solución.
5. Comprobar solución y vía.

Escala de medición:

E: Encuentra la vía de solución y la ejecuta correctamente, comprueba la solución y la vía y puede explicarla.

B: Encuentra la vía de solución y la ejecuta correctamente, no comprueba la solución o la vía y/o no puede explicarla.

R: Encuentra la vía de solución y pero no la ejecuta correctamente, no comprueba la solución o la vía y/o no puede explicar lo realizado.

M: selecciona mal la vía o no lo resuelve.

Dimensión: Habilidad comunicativa y reflexiva

Indicadores:

1. Escuchar en función de diálogos reflexivos.
2. Plantear dudas, fundamentar y refutar ideas.
3. Buscar otras vías de solución.
4. Evaluar a partir de los indicadores convenidos en el aula, tanto individual como colectivamente teniendo en cuenta la honestidad, la justicia y la responsabilidad.

Escala de medición:

E: Evalúa sus resultados, el de sus compañeros y el grupo, según los indicadores establecidos fundamentando su evaluación con las fortalezas y debilidades en función del vencimiento de los objetivos.

B: Evalúa sus resultados, el de sus compañeros y el grupo, según los indicadores establecidos, pero en sus fundamentaciones no declara todas las fortalezas y debilidades en función del vencimiento de los objetivos.

R: No logra evaluar correctamente según los indicadores establecidos, solo llega a llegar hasta plantear dudas, fundamentar o refutar ideas que surjan en el diálogo reflexivo e interioriza las fortalezas y debilidades que se determinan en función del vencimiento de los objetivos.

M: No interviene o no se ajusta al tema cuando participa y no interioriza las fortalezas y debilidades que se determinan en función del vencimiento de los objetivos.

En la aplicación del diagnóstico inicial de la asignatura se pudo constatar el insuficiente dominio de los estudiantes en los contenidos matemáticos, en la interpretación y resolución de los problemas, después de trazada y aplicada la estrategia en función de los indicadores determinados y su evaluación para cada ente matemático objeto de estudio. Se evaluaron en cada tema del programa los 148 estudiantes del curso 2016-2017 en las dimensiones anteriormente expuestas teniendo en cuenta los niveles para la comprensión de los problemas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Categorías otorgadas a los estudiantes en los indicadores de la comprensión de los problemas matemáticos.

Categoría	Comp. lectora	Hab. para relacionar	Hab. comunic reflexiva
E	32	29	29
B	98	90	90
R	11	7	5
M	5	7	5

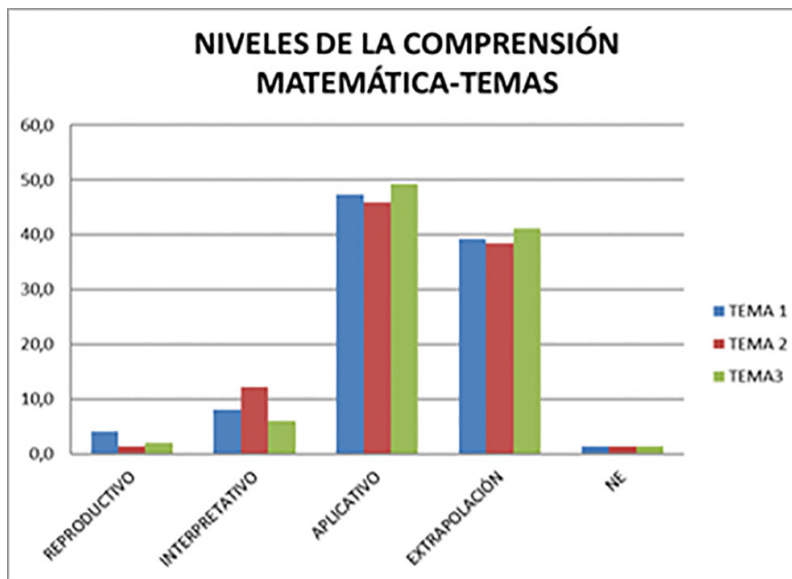
**Tabla 2.** Nivel en la comprensión de los contenidos y de los problemas matemáticos por temas alcanzado por los estudiantes según el cumplimiento de los indicadores.

Niveles	Tema 1	Tema2	Tema3
Reproductivo	6	2	6
Interpretativo	12	18	9
Aplicativo	70	68	73
Extrapolativo	58	57	61

Al concluir cada tema se evidenciaron los progresos o descensos en los niveles de la comprensión de los contenidos matemáticos y en la comprensión para la resolución de problemas, alcanzados a partir del análisis de los indicadores, lo que permitió ubicar a cada estudiante en el nivel de comprensión que desarrolló a lo largo del tema Tabla (2).

Al realizar la comparación entre el diagnóstico inicial y los resultados de los estudiantes en la resolución de problemas por temas teniendo en cuenta los niveles de la

comprensión, se pudo constatar que el nivel reproductivo obtuvo el menor de los por cientos, y que los niveles interpretativos y aplicativos alcanzaron mejores resultados, por tanto las evaluaciones en la resolución de problemas fueron los esperados a partir del trabajo realizado con los indicadores, se evidenció avances en ambos objetivos obteniéndose buenos resultados de calidad por parte de los estudiantes en los temas y en el examen final de la asignatura (Figura 1).



**Figura 1.** Resultados alcanzados en la resolución de problemas teniendo en cuenta los niveles de comprensión de los contenidos matemáticos logrado por los estudiantes.

## CONCLUSIONES

Los indicadores para la comprensión de los contenidos matemáticos en la resolución de problemas posibilitaron elevar la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática, a partir de los resultados obtenidos, lográndose un mejor desempeño de los estudiantes, en el empleo de los procedimientos matemáticos, en el desarrollo del pensamiento lógico, mayor calidad en la realización de las tareas docentes, y en la evaluación final con 94,3% de promoción y 82,6% de calidad, lo que evidencia el tránsito hacia niveles superiores de la comprensión de los contenidos matemáticos y en la resolución de problemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ballester Pedroso S. El planteamiento y la formulación de problemas en la asignatura Matemáticas. Revista Varona # 28, Enero – Junio. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1999.
2. Begoña Gros S. La enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados. la enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados. [citado 2018 abril15]. Disponible en <https://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre293/re2932000479.pdf?documentId=0901e72b81377331>
3. Delgado Coronado, S.. El papel del lenguaje en el aprendizaje de las matemáticas. Revista Panorama, 9(16), 32-42, 2015
4. Godino JD, Batanero C, Font V. Matemáticas y su Didáctica para Maestros. [citado 2018 junio 9]. Disponible en <http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/>
5. Díaz Lozada JA, Díaz Fuentes R. Los Métodos de Resolución de Problemas y el Desarrollo del Pensamiento Matemático. [citado 2018 mayo 13]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bolema/v32n60/0103-636X-bolema-32-60-0057.pdf>
6. Valdés Reyes B, Vivar Reyes E, Navarro González JC, Programa de Matemática perfeccionado. Curso Preparatorio. Documento inédito. La Habana: ELAM. 2014.
7. Hernández Pérez B, Valdés Reyes B, Urrutia Fundora OL, García Leal B, Valdés Delgado S, Balbuzano Echevarría MA, et al. Estrategia didáctica dirigida al mejoramiento de la comprensión de los contenidos matemáticos en los estudiantes del curso preparatorio de la Escuela Latinoamericana de Medicina. [Proyecto de investigación del departamento de Matemática]. La Habana: ELAM; 2016.
8. Valdés Reyes B, Hernández Martín ND, Vivar Reyes E, Cala Corrales JM. Orientaciones metodológicas para profesores de Matemática. Documento inédito. 2017
9. Hernández Martín ND, Balbuzano Echevarría MA, Casasnova Medina M, Hernández Pérez B, Valdés Reyes B, Urrutia Fundora OL, et al. Niveles de la comprensión de los contenidos matemáticos para el curso preparatorio. [en prensa]. ELAM; 2016.
10. Valdés Reyes B, Hernández Pérez B, Navarro González JC Un instrumento validado para el diagnóstico inicial de Matemática en el curso Preparatorio.[en prensa] Panorama Cuba y Salud ELAM; 2018

## **The indicators for the solution of problems, from the levels of comprehension of the mathematical contents**

### **ABSTRACT**

**Objective:** to characterize the indicators for the resolution of problems from the levels of understanding of the mathematical contents.

**Methods:** a descriptive crosssectional study was carried out, the documentary analysis that included scientific articles related to the problem solving, the bibliography of the research project of the department, which allowed to link the levels assumed for the understanding of the contents. mathematicians with the indicators to solve problems and characterize them, taking into account the objectives of the general subject and by subject. The logical historical methods, synthesis analysis were used to systematize different methodologies for the resolution of problems.

**Results:** the indicators for the resolution of problems were defined from the four levels of understanding of the mathematical content for the subject and it was established as a strategy for the work in the resolution of problems taking into account the treatment of the actions of the skill to solve problems and indicators for understanding problems.

**Conclusions:** the indicators for understanding the mathematical problems associated with the four levels of understanding mathematical contents in the teaching-learning process of Mathematics in the preparatory course, are characterized by work with reading comprehension and the actions of the ability to solve problems, which favor the development of teaching tasks aimed at contributing to the development of logical thinking and communication skills of students in Spanish, which enabled the improvement of the teaching-learning process in Mathematics.

**Keywords:** comprehension; levels of understanding; problem solving.