



# II CEMACYC

II Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

29 octubre al 1 noviembre. 2017

Cali, Colombia

[ii.cemacyc.org](http://ii.cemacyc.org)



## Evaluación de los aprendizajes en un currículo que involucra la resolución de problemas como estrategia metodológica

Marianela **Zumbado** Castro

Cátedra de Didáctica de la Matemática, Universidad Estatal a Distancia

Costa Rica

[mzumbad2@gmail.com](mailto:mzumbad2@gmail.com)

### Resumen

Esta comunicación corresponde al avance de una investigación realizada por la Cátedra de Didáctica de la Matemática de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, que pretende determinar las características de una propuesta evaluativa que responda a las necesidades de la implementación de los programas de matemática en la educación media costarricense. Con el objetivo de ofrecer al lector un panorama global del trabajo de investigación, se presenta información sobre la evaluación de los aprendizajes en la Educación Matemática, en particular cuando utiliza la resolución de problemas como estrategia metodológica y se posee un sistema de evaluación de los aprendizajes regido por un reglamento con rubros preestablecidos. Con este panorama se indaga en otras latitudes sobre la temática y se procede a construir una propuesta evaluativa. Este documento ofrece algunos de los resultados obtenidos hasta ahora.

*Palabras clave:* Resolución de problemas, estrategia metodológica, evaluación de los aprendizajes, instrumentos de evaluación, Educación Matemática.

### Abstract

This communication corresponds to the progress of a research carried out by departamento of the university, which seeks to determine the characteristics of an evaluative proposal that responds to the needs of the implementation of the math programs in Costa Rican secondary education. With the aim of offering the reader a global overview of the research work, information about the evaluation of learning is presented and in the Mathematics Education, in particular when using problem solving as a methodological strategy and a system of evaluation of the learnings governed by a regulation with pre-established rubrics. With this panorama, we

explore other latitudes about the theme and the process of constructing an evaluative proposal. This document offers some of the results obtained so far.

*Keywords:* Problem solving, methodological strategy, evaluation of learning, evaluation instruments, Mathematics Education.

### **Introducción**

La enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la educación media costarricense se han visto permeados en los últimos años por el enfoque metodológico conocido como resolución de problemas.

La posición adoptada por el Ministerio de Educación Pública (MEP), no es exclusiva de Costa Rica, y tampoco es nueva. Obedece a una propuesta para conducir la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en los colegios costarricenses a los estándares definidos internacionalmente por especialistas en el campo de la educación matemática, que promueven aspectos como un currículo coherente, focalizado en matemáticas relevantes, articulado en sus diversos niveles; un aprendizaje significativo y activo, que permita al estudiantado construir nuevo conocimiento a partir de sus experiencias previas; el empleo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en favor del aprendizaje; una enseñanza efectiva orientada hacia el desarrollo de estrategias que permitan la resolución de problemas; una evaluación que favorezca el aprendizaje, brinde información útil, oportuna al docente y al estudiante para orientar el proceso (National Council of Teachers of Mathematics, 2000).

De acuerdo con lo señalado, la congruencia entre el enfoque metodológico empleado para desarrollar las lecciones y el enfoque utilizado para evaluar los aprendizajes es fundamental, de modo que la información que se genere a partir de los procesos evaluativos sea oportuna, confiable, que permita orientar la enseñanza, la toma de decisiones apropiadas en torno a ésta y el aprendizaje del estudiantado. En este sentido, la nueva propuesta curricular del MEP, si bien es cierto concuerda con las ideas sobre evaluación señaladas por el NCTM, los entes nacionales que regulan la evaluación de los aprendizajes como el Departamento de Evaluación y Gestión de la Calidad (DEGC) y el Consejo Superior de Educación (CSE) no han considerado, hasta el momento, ninguna modificación concreta en los rubros de calificación del alumno, ni en los instrumentos y metodologías que deben emplearse para que la evaluación sea congruente con el enfoque basado en resolución de problemas. Al respecto, este proyecto de investigación busca determinar las características de una propuesta evaluativa, congruente con el modelo de resolución de problemas planteado en los nuevos programas de estudio en Matemática, que sea más coherente con la praxis, en la Educación media de Costa Rica. Para ello, es necesario abordar el tema desde diferentes aristas. A continuación algunas ideas trabajadas hasta el momento.

### **Evaluación de los aprendizajes**

Según Dobles citado por Mora (2004), la evaluación es considerada como un instrumento estratégico para el mejoramiento de la gestión y la calidad de la educación, así como un instrumento para dar garantía al público sobre la seriedad de los programas de estudio que se están poniendo en práctica.

El concepto de evaluación de los aprendizajes según el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP) y el planteamiento de Condemarín y Medina (2000) sobre la evaluación auténtica se complementan. La definición de MEP (2008) indica que:

La evaluación de los aprendizajes es un proceso de emisión de juicios de valor que realiza el docente, con base en mediciones y descripciones cualitativas y cuantitativas, para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y adjudicar las calificaciones de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes (p.4).

Esta definición puede completarse con lo propuesto por Condemarín y Medina (2000) al plantear que la función o propósito de la evaluación “es mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aumentar la probabilidad de que todos los estudiantes aprendan” (p.17).

La concepción teórica planteada por el MEP es coherente con la visión de autores como: Castillo y Cabrerizo (2003), Mora (2004) y Santos (2007), sin embargo, no es congruente con la práctica evaluativa que se realiza en las aulas de matemáticas costarricense a partir de los programas aprobados en el 2012 (Espinoza y Zumbado, 2015, p.140), en especial si se pretende a través de ella mejorar la calidad de los procesos educativos, ya que se carece de lineamientos acordes con la estrategia metodológica de resolución de problemas, que norme y flexibilice la evaluación de los aprendizajes, a partir de instrumentos y técnicas variadas, que permitan obtener información válida. Por tanto, lo que se propondrá es la forma y el tipo de instrumentos con los que se puede llevar a cabo ese proceso de evaluar con el propósito de mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

### **Evaluación de los aprendizajes en Educación Matemática**

Antes de plantear algunas ideas sobre la forma y posibles instrumentos es necesario comprender qué se entiende por evaluación de los aprendizajes en Educación Matemática y por qué requiere de instrumentos con características particulares que solamente pueden ser elaborados por profesionales del área, en especial cuando el abordaje metodológico se basa principalmente en la resolución de problemas. Según Callejo (1998, p.137) para aplicar una entrevista con el objetivo de evaluar el proceso de solución de un problema matemático, es necesario pedir “al estudiante que hable sobre lo que está haciendo o pensando mientras resuelve el problema”. La autora sugiere que esto debe hacerse de manera natural, de modo que ayude a comprender mejor cómo los estudiantes resuelven el problema y cómo se les puede ayudar a ser mejores resolutores de problemas. Indica además, que se requiere de una selección de preguntas cuidadosas, que se formulen con precisión y se planteen en el momento oportuno, estas preguntas se pueden hacer durante o posterior al proceso de resolución, siempre y cuando el entrevistador tenga conocimiento de los contenidos matemáticos (p.138). Se debe resaltar que el entrevistador debe ser un especialista en el área y los ítems de los instrumentos (prueba escrita, observación, entrevista, protocolos, hojas de borrador) están pregnados de conocimientos matemáticos y estos son necesarios para interpretar la respuesta de los estudiantes.

Para efectos de este trabajo se asumirá la posición de los programas oficiales de Matemáticas del MEP (2012, p.70), respecto al concepto de problema, como se indica a continuación:

Un problema se organiza alrededor de un obstáculo por superar, que ha sido

identificado y planeado previamente. Esta situación debe representar un desafío que provoque el esfuerzo estudiantil para darle respuesta, poniendo en práctica conocimientos, habilidades, destrezas y competencias. Al plantearse un problema como parte de la evaluación de los aprendizajes se deben identificar y valorar no solamente los resultados, pues se perdería su significado, es oportuno considerar además las siguientes fases:

- La exploración del problema.
- El establecimiento de la estrategia.
- El desarrollo de la estrategia.
- La autorreflexión sobre la estrategia.
- El análisis de los resultados.
- La conclusión.

Se debe considerar que el aprendizaje de las Matemáticas es progresivo en la medida de que se desarrolla, con base en el logro de unos conocimientos que son fundamentales para la obtención de otros más complejos. Además, es operativo en tanto no es suficiente el conocimiento de los conceptos, sino su aplicación en la resolución de problemas matemáticos con diferente nivel de complejidad; el MEP asume tres niveles: reproducción, conexión y reflexión (2012, p.32-33).

Al trabajar diferentes niveles de complejidad en los problemas matemáticos en el aula, es conveniente identificar las posibles acciones de los estudiantes. No todos los problemas planteados se pueden evaluar de la misma manera, si se trata de un problema de reproducción, es más fácil medir el desempeño, puesto que la obtención de un resultado es casi inmediato. Sin embargo, si se trata de un problema de conexión o reflexión, no es suficiente con ello.

Cuando se trata de problemas más complejos, es necesario diversificar los instrumentos y técnicas de evaluación, con el propósito de obtener información acerca de los procesos matemáticos desarrollados, el hallazgo de respuestas, soluciones o desarrollo de procedimientos con el propósito de poder brindar acompañamiento en el desarrollo de las habilidades y competencias.

Las estrategias de evaluación deben ser congruentes con el nivel de complejidad de los problemas. Para el caso de la evaluación sumativa sería totalmente erróneo, por ejemplo, diseñar una prueba en la que predominen los problemas con un nivel de dificultad de reflexión, si durante el proceso de mediación pedagógica la mayor parte del trabajo alcanzó únicamente el nivel de conexión. Por esa razón, para su diseño se debe garantizar el equilibrio entre la complejidad de las tareas seleccionadas (MEP, 2012, p.69-71).

Por tanto, la evaluación en Educación Matemática debe ser realizada por un conocedor de la disciplina, porque este puede determinar preguntas pertinentes vinculadas con el desarrollo del contenido matemático y el proceso cognitivo que el estudiante realiza, acción que una persona sin dominio de la matemática no puede ejecutar, esto implica a su vez que la evaluación debe ser progresiva y debe tratar de medir el proceso de solución de un problema durante el trabajo en clase o en las acciones para el hogar, considerando a su vez los diferentes niveles de complejidad en los problemas asignados. Situaciones que también deben considerarse para la prueba escrita.

## **Resolución de problemas como estrategia metodológica**

La resolución de problemas es una estrategia metodológica que enseña matemáticas contextualizadas, que provoca el interés de los estudiantes, que produce procesos de pensamiento complejos, y que produce un conocimiento matemático sólido, debido a que son ellos quienes descubren el saber (Zumbado y otros, 2008).

Esta estrategia metodológica implica el desarrollo de su capacidad de deducción, habilidades para plantear estrategias y encontrar información; además, de negociar con su equipo de trabajo, entre otras habilidades. Se basa en las siguientes ideas: proponer el problema al inicio de un tema matemático (Mancera, 2000), donde la solución del problema es el “conocimiento” que el docente desea enseñar al estudiante y que en el proceso de solución los alumnos aprehenden. Este proceso finaliza cuando el educador desarrolla los contenidos de manera formal, construyendo en conjunto los conceptos implícitos en el problema (Brousseau, 1986).

El currículo costarricense en matemática, puntualiza dos etapas en la estrategia metodológica. La primera etapa, denominada *aprendizaje del conocimiento*, está conformada por cuatro momentos: planteamiento del problema, trabajo estudiantil independiente, discusión activa y comunicativa y cierre o clausura. La segunda etapa, denominada *movilización de los conocimientos*, es un espacio destinado a practicar los conocimientos y habilidades adquiridas (MEP, 2012, p.41-43).

## **Componentes de la evaluación sumativa y sus características.**

En Costa Rica, la normativa en lo que respecta a evaluación sumativa en todas las asignaturas para los estudiantes entre 13 y 17 años, está regida por el Reglamento de Evaluación de los Aprendizaje (MEP, 2016), el cual establece los siguientes componentes de la evaluación: dos pruebas escritas, trabajo en clase, trabajo extraclase, concepto y asistencia. Es importante indicar aquí que cada nivel escolar tiene los porcentajes asignados para cada componente y son de cumplimiento obligatorio.

Para efectos de este trabajo se centrará la atención en los tres primeros rubros. Las pruebas escritas están conformados por lo general por tres partes, dos que involucran ítems objetivos como: selección única, asocie y respuesta breve, mientras que la última parte son ítems subjetivos denominados como “desarrollo”, el cual puede estar constituido por la solución de operaciones o la resolución de problemas. El trabajo extraclase, son asignaciones sobre el tema en estudio que debe realizarse fuera del salón de clase, mientras que el trabajo en clase, son todas aquellas acciones educativas que el estudiante realiza durante el desarrollo de las lecciones con la guía del docente, este debe observarse en forma continua como parte de un proceso de aprendizaje. (MEP, 2018, p.7).

## **Evaluación de los aprendizajes para la resolución de problemas como estrategia metodológica. El caso de México, España y Japón.**

A través del proyecto de investigación se ha tenido la oportunidad de conocer algunos detalles de los procesos de evaluación en clases de matemáticas en tres países. A continuación se describen algunos de los hallazgos producto de pasantías e indagación bibliográfica:

## México

Este país no emplea la resolución de problemas como estrategia metodológica, sino como un elemento que motiva o promueve el interés por el aprendizaje en las clases de matemáticas. En el estado de Hidalgo, se plantean los problemas a inicio de la lección y se evalúa a los estudiantes a través de la prueba escrita, tareas o proyectos y la revisión de las libretas de trabajo. Respecto a este último elemento que está vinculado con el trabajo en clase, no emplea ningún instrumento técnicamente elaborado para calificarlo, únicamente se somete al criterio de profesor que lo obtiene mediante la observación del material. Además, el docente posee la potestad de establecer los rubros y porcentajes de calificación, no existe uniformidad (A. Rivera, comunicación personal, 19 de julio del 2016)

Sin embargo, autores de este país como Santos (2007, p.173), sugiere tablas con criterios preestablecidos para calificar los procesos durante la resolución de problemas, con escalas numéricas. Por ejemplo: *Nada de trabajo o ideas sin relación* (entre 0 y 1 punto), *Identifica los datos, pero sin procedimiento alguno* (entre 2 y 3 puntos) y así sucesivamente, hasta llegar al último criterio *Solución completa y clara* (10 puntos). Asimismo, ofrece indicadores asociados a la resolución de problemas que permiten identificar y valorar las estrategias de solución empleadas por los estudiantes.

## España

En Alicante, comunidad de Valencia, se pudo observar que las lecciones de matemáticas no aplican la resolución de problemas como estrategia metodológica. Sin embargo, el trabajo de aula, los libros de texto y algunas actividades extracurriculares abordan la temática y promueven las competencias asociadas a la temática. Pero se realiza una evaluación tradicional, en el sentido que se revisan también las libretas de trabajo de los estudiantes, las participaciones se anotan en registros anecdóticos y se aplican pruebas escritas como principal medio de evaluación (P. Cholvi, 2016 y S. Boronato, comunicación personal, 08 de noviembre del 2016).

Asimismo, académicos de la Universidad de Alicante, ofrecen constructos teóricos para promover la evaluación de la competencias desarrollados por los estudiantes, a través de la resolución de problemas. Un ejemplo de ellos es Callejo (1998), que cita a Chales, Lester y O'Daffer (1987) y ofrece un inventario de posibles objetivos para centrar la evaluación, y aclara que cada uno de ellos requiere una determinada técnica. Según Callejo (ob. cit.), se puede evaluar el aprendizaje durante el proceso de solución de problemas mediante la observación, la entrevista, los informes retrospectivos, protocolos, cuestionarios, escalas de valoración y test de elección.

## Japón

Respecto a la información recolectada en la inmersión al campo en *Fukuoka Junior High School*, en la ciudad de Fukuoka, se puede resaltar que el principal instrumento para la recopilación de información sobre el desempeño del estudiante en las clases lo constituye los apuntes del alumno en su cuaderno u hojas de trabajo, que es un material que el profesor prepara para desarrollar sus lecciones según los objetivos que ha definido a priori. En dichas guías, se desarrollan secuencias de aprendizaje que usualmente constan de un problema introductorio (el cual los estudiantes resuelven individualmente al inicio de la clase, para una posterior discusión

en parejas y puesta en común. Luego ocurre la etapa de formalización: explicitación de aspectos importantes, como algoritmos, conceptos o estrategias), seguida de una lista de ejercicios (de reforzamiento, fijación, conexión o profundización, según la meta de aprendizaje que se estableció) (K. Imai, comunicación personal, 05 de julio del 2016).

Estas hojas son recogidas al final de la clase, y servirán de insumo para la calificación asignada en la sesión. También, se toma en cuenta su participación y las opiniones, aportes o comentarios realizados por los alumnos, los cuales se analizan tomando como indicadores cuatro aspectos:

- Interés, motivación y actitud a saber,
- Pensamiento, y punto de vista matemático,
- Habilidades matemáticas
- Conocimiento y comprensión (K. Imai, comunicación personal, 05 de julio del 2016).

Es importante mencionar el valor que se le da a la coevaluación y la autoevaluación, como parte del proceso de aprendizaje. La coevaluación está presente de manera formativa, pues, terminado el periodo de trabajo individual, en el cual cada estudiante debe buscar una aproximación a la solución del problema planteado, sigue una etapa en la que se discuten en pareja resultados y estrategias. En este momento, los alumnos exponen al compañero sus ideas no sólo sobre la solución hallada al problema, sino sobre la estrategia usada para llegar a ella.

Por otro lado, con base en la misma observación del desempeño de los estudiantes durante las clases, es como se definen los objetivos y contenidos por evaluar en las pruebas escritas (las cuales son exámenes similares en estructura a los que se aplican en Costa Rica), de modo que si el docente determina mediante la revisión de las hojas de trabajo, que el grupo no ha logrado alcanzar determinado objetivo u habilidad, esta no será contemplada en la prueba, pues se sabe de antemano que el estudiante fracasará. Dicho de otro modo, la prueba escrita aplicada por el profesor es vista como una evidencia y medio de validación cuantitativa de lo que el alumno *ya sabe*, no como un test de *si sabe o no* lo que debería (K. Imai, comunicación personal, 08 de julio del 2016).

### **Resultados obtenidos: ¿hacia dónde va la propuesta?**

De acuerdo con los datos recolectados, la resolución de problemas requiere una evaluación integral, debido a que es necesario medir procesos matemáticos. Por tanto, se requieren docentes con dominio de los contenidos, que sean capaces de construir y validar diversos instrumentos de evaluación, técnicamente contruidos. Algunos de ellos pueden ser:

- Pruebas escritas que incluyan la resolución de problemas con diversos niveles de complejidad empleando diferentes tipos de ítems y favorecer las preguntas de desarrollo, siempre y cuando la estrategia metodológica de resolución de problemas haya sido la forma de construir el conocimiento (K. Imai, comunicación personal, 05 de julio del 2016).
- Rúbricas para realizar la observación del desempeño de los estudiantes cuando resuelven un problema, donde los criterios contemplen acciones como: la exploración del problema, estrategia y tipo de estrategia, introspección, entre otros (Santos, 2007).
- Rúbricas que permitan asignar calificación a las hojas de trabajo o libretas de estudiantes, de acuerdo con criterios vinculados con los procesos matemáticos y acciones cognitivas involucrados en las tareas matemáticas propuestas (Callejos, 1998). Esta última acción en

estrecha relación con el trabajo en clase y que también puede emplearse para los trabajos extraclase que pueden ser tareas o proyectos que satisfagan los mismos criterios de evaluación.

Hasta el momento se tienen resultados sobre los cuales reflexionar y usar con el objetivo de construir criterios e indicadores que puedan ser incluidos en instrumentos de evaluación que permitan cuantificar el aprendizaje adquirido mediante la resolución de problemas.

### Referencias y bibliografía

- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y Métodos de la Didáctica de la Matemáticas. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2), 33 – 115.
- Callejo, M. (1998). *Un club matemático para la diversidad*. Madrid, España: Narcea.
- Castillo, S. y Cabrerizo, J. (2003). *Evaluación educativa y promoción escolar*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Condemarín, M. y Medina, A. (2000). *Evaluación auténtica de los aprendizajes*. Chile: Editorial Andrés Bello.
- Espinoza, J y Zumbado, M. (2015). *Planes piloto en la implementación de nuevos programas de Matemáticas*. Cuadernos de Investigación y Formación de Educación Matemática. Año 10, N°13, 133-142.
- Mancera, E. (2000). *Saber Matemáticas es saber resolver problemas*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Ministerio de Educación Pública (2016). *Reglamento de evaluación de los aprendizajes*. MEP. San José: MEP.
- Ministerio de Educación Pública (2012). *Programas de Estudio de Matemáticas. I, II y III Ciclos de la Educación General Básica y Ciclo Diversificado*. San José: Autor.
- Ministerio de Educación Pública (2008). *Reglamento de evaluación de los aprendizajes*. MEP. San José: MEP.
- Mora, A. (2004). La evaluación educativa: concepto, periodos y modelos. *Actualidades Investigaciones en Educación*, 4(2), 1-28. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Resumen Ejecutivo Principios y Estándares para la Educación Matemática*. (Trad. C. Matus). Recuperado de [http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math\\_Standards/Executive%20Summary%20 Spanish e-Final.pdf](http://www.nctm.org/uploadedFiles/Math_Standards/Executive%20Summary%20Spanish_e-Final.pdf)
- Salgado, L., Hernández, T., López, S., Cruz, F., Rivera, A., Dimas, A., Gómez, P. y Flores, M. Grupo Focal en relación la resolución de problemas y la evaluación de los aprendizajes. Pachuca, Hidalgo, México el 19 de julio del 2016. (M. Zumbado, Entrevistadora)
- Santos, L. (2007). *La resolución de problemas matemáticos. Fundamentos cognitivos*. México: Editorial Trillas.
- Zumbado, M., Espinoza, J., Espinoza, J., González, M. y Ramírez, I. (2008). *La Resolución de problemas en la Enseñanza de las Matemáticas: una experiencia con la función exponencial, polígonos y Estadística*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional, Costa Rica.