

# ANÁLISIS DE LA METACOGNICIÓN EN LA INTERACCIÓN PROFESOR-ALUMNOS AL RESOLVER PROBLEMAS DE MATEMÁTICAS EN AULAS DE PRIMARIA

## Analysis of the metacognition in the interaction teacher-students when solving mathematical problems in Primary classrooms

Sánchez-Barbero, B.<sup>a</sup>, Chamoso J. M.<sup>a</sup>, Vicente, S.<sup>a</sup> y Rosales, J.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Salamanca

### Resumen

*La interacción que se produce entre el maestro y sus alumnos cuando resuelven tareas matemáticas en el aula es un aspecto de interés en la Educación Matemática. Numerosas investigaciones analizan estas interacciones desde el punto de vista cognitivo, pero poco se sabe desde el punto metacognitivo. En este estudio se pretende analizar qué ocurre con la promoción de procesos metacognitivos y con el grado de participación que tienen los alumnos en los mismos, cuando maestro y alumnos resuelven de forma conjunta problemas matemáticos con diferentes niveles de complejidad cognitiva. Los resultados reflejaron que a medida que la complejidad cognitiva aumenta, existen diferencias en la promoción de los procesos metacognitivos y del grado de participación de los alumnos en ellos, aunque estas diferencias no son significativas.*

**Palabras clave:** *interacción en el aula, procesos metacognitivos, grado de participación, resolución de problemas, dificultad cognitiva.*

### Abstract

*The interaction the teacher and his students when they solve mathematical tasks in the classroom is an aspect of interest in Mathematics Education. Numerous investigations analyze these interactions from the cognitive point of view, but little is known from the metacognitive point. This study aims to analyze what happens with the promotion of metacognitive processes and the level of participation that students have in them, when teachers and students solving mathematical problems with different levels of cognitive complexity. The results showed that as cognitive complexity increases, there are differences in the promotion of metacognitive processes and the level of participation of students in them, although these differences are not significant.*

**Keywords:** *classroom interaction, metacognitive processes, level of participation, problem solving, cognitive difficulty.*

### INTRODUCCIÓN

El análisis de la interacción en el aula nos muestra la realidad de la práctica educativa; de ahí la importancia de que estudios pongan su foco de investigación en el análisis de la misma (Rosales, Vicente, Chamoso, Múñez y Orrantia, 2012).

Se tiene cierto conocimiento de qué ocurre en las aulas cuando maestro y alumnos resuelven de forma conjunta problemas matemáticos con sus estudiantes en las aulas de Primaria centrándose en los procesos cognitivos que se promueven y en el grado de participación de los alumnos en los mismos (Sánchez, Ramos, Chamoso, Vicente y Rosales, 2014, 2016), pero poco se sabe sobre qué ocurre referido a los procesos metacognitivos y al grado de participación de los alumnos en ellos.

Por una parte, la metacognición es importante e indispensable para un pensamiento efectivo en la resolución de problemas (Pellegrino, Chudowsky, y Glaser, 2001). Además, la resolución de problemas es una de las tareas cognitivas más importantes que deben desarrollarse en las aulas de matemáticas puesto que dotan al alumno de conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para enfrentarse a situaciones problemáticas y reales cotidianas (Aksoy, Bayazit y Kirnap, 2015).

A continuación, se establecerá un marco teórico organizado en el tipo de tareas matemáticas que pueden realizarse en aulas de Primaria y en la interacción que se produce cuando un maestro y sus alumnos resuelven de forma conjunta atendiendo a los procesos metacognitivos y al grado de participación. Posteriormente se detallará la metodología utilizada orientada a los procesos metacognitivos y al grado de participación, se expondrán y discutirán los resultados y, finalmente, se analizarán las aportaciones que se puedan extraer del presente trabajo, así como las limitaciones, perspectivas de futuro e implicaciones educativas del mismo.

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **Tipos de tareas en las aulas de matemáticas en Primaria**

Las tareas que se pueden desarrollar en las aulas dependen de su nivel de complejidad y, por tanto, de las oportunidades que ofrecen a la hora de potenciar la reflexión del resolvente y promover, de ese modo, el aprendizaje matemático (Elbers, 2003). Poniendo nuestro foco de atención en los problemas, podemos diferenciar entre problemas rutinarios, aquellos que se resuelven con la aplicación directa de operaciones aritméticas conocidas y rutinizadas (Aksoy et al., 2015); y problemas no rutinarios, aquellos en los que la información suministrada no es suficiente para llegar a la resolución del problema y la aplicación directa de operaciones aritmética no conduce a avanzar en dicha resolución por ello se ha de recurrir a otras herramientas como conocimientos, experiencias anteriores e incluso a la intuición y se pueden incluir discusiones sobre cuál o cuáles son las soluciones, ya que es posible la existencia de varias estrategias de resolución, así como de la carencia de solución (Jiménez, 2012). Una forma de diferenciar la complejidad cognitiva de los problemas subyace de la categorización de dominios que establece TIMSS, entendiendo estos dominios como pensamientos o destrezas cognitivas que el alumno debe tener a medida que aumenta su implicación en el conocimiento matemático (Mullins y Martin, 2016).

### **Metacognición durante la interacción profesor-alumnos al resolver problemas matemáticos en aulas de Primaria**

Un aspecto de interés en la resolución de tareas son los procesos que se promueven en las interacciones de resolución grupal en aulas de Primaria. A través de éstas, los alumnos se posicionan y discuten de forma conjunta, generando y elaborando su propio aprendizaje (Depaepe, De Corte y Verschaffel, 2010).

Objeto de estudio de este trabajo es el análisis de los procesos metacognitivos que tienen lugar en las interacciones conjuntas en el aula. La idea de habilidad metacognitiva fue esbozada por Flavell en 1985 y de gran importancia para un pensamiento matemático efectivo (Garofalo y Lester, 1985; Rigo, Alfonso y Gómez, 2009), definida como el conocimiento y la capacidad de reflexión y regulación de cualquier actividad y que implica una toma de conciencia y conocimiento de la propia cognición. Dentro de los procesos metacognitivos diferenciamos entre generalización (aquella capacidad reflexiva ampliable a cualquier contexto) y regulación (aquella capacidad de planificación, supervisión y evaluación, Jacobs y Paris, 1987).

Existen diferentes factores que pueden influir en la promoción del aprendizaje como, por ejemplo, el grado de participación de los alumnos durante las interacciones entendido como el nivel de autonomía que los alumnos tienen en el aula cuando resuelven tareas (Berger, 2007). Es importante que los docentes tengan capacidad de promoción de participación de los alumnos en los intercambios comunicativos, puesto que el diálogo y la capacidad para responder preguntas de

manera adecuada son un medio para enseñar y un fin de la enseñanza, por lo que cabe destacar que uno de los objetivos de la educación es que los alumnos aprendan a dialogar de manera activa en diferentes contextos, incluyendo en éstos los informales, extrapolarlo aquellos conocimientos adquiridos en el aula (Bakker, Smit y Wegerif, 2015). Es por esto por lo que el aprendizaje matemático requiere una implicación personal del sujeto y, si el docente promueve la participación de los alumnos, éstos serán capaces de argumentar y adquirir autonomía en la construcción de significados (Carrillo, Climent, Gorgorió, Prat y Rojas, 2008).

Algunos autores analizan la interacción en el aula cuando resuelven tareas matemáticas con sus alumnos centrándose en aspectos como el razonamiento y el grado de participación de los alumnos en dicho razonamiento (Depaepe et al., 2010; Ramos, Sánchez, Rosales, Vicente y Chamoso 2014; Rosales et al., 2012; Sánchez et al., 2014; Sánchez, Carrillo, Vicente y Juárez, 2015), pero apenas existen análisis de interacciones centradas en los procesos metacognitivos, de gran importancia en las aulas pues son procesos ampliables a otros contextos. Biryucov (2004) analizó la metacognición en la resolución de problemas de combinatoria con diferentes niveles de complejidad por 48 futuros docentes (28 de Educación Primaria y 20 de Secundaria) y obtuvo como resultados que los estudiantes con niveles altos de metacognición consiguieron resolver los problemas matemáticos de mayor complejidad. Ramos, Vicente, Rosales y Sastre, (2016) analizaron la interacción que se produjo en el aula cuando maestro y alumnos resolvieron conjuntamente dos problemas matemáticos y los resultados mostraron que los maestros estaban más preocupados en resolver el problema que en enseñar a resolver pues la presencia de aspectos regulatorios fue superior que en generalizaciones. En este trabajo se persigue dar un paso más y centrarse en el análisis de los procesos metacognitivos y en el grado de participación de los alumnos en dichos procesos cuando se resuelve de forma conjunta problemas matemáticos con diferentes niveles de complejidad cognitiva en las aulas. Como hipótesis se entiende que, a mayor complejidad de la tarea, se debe promover en el aula procesos metacognitivos en mayor medida, así como una mayor participación por parte del alumno en la construcción de éstos (Mitchell y Carbone, 2011).

## **OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo es analizar si los procesos metacognitivos que se promueven en la interacción que se produce cuando maestro y alumnos resuelven de forma conjunta tareas matemáticas en el aula, así como el grado de participación en dichos procesos, depende de la complejidad cognitiva de la tarea desarrollada.

## **METODOLOGÍA**

### **Participantes**

Diez maestros (5 mujeres y 5 hombres) de centros escolares urbanos (6) y rurales (4) españoles de nivel socioeconómico medio, y sus estudiantes de tercer ciclo de Educación Primaria (ratio maestro-alumno, entre 1:11 y 1:25). Se seleccionaron aquellos maestros que aceptaron voluntariamente ser grabados de una muestra inicial aleatoria de 200 maestros de colegios españoles. La experiencia docente de los maestros oscilaba entre 13 y 33 años. Ningún maestro había recibido formación específica sobre resolución de problemas.


### **Material**

Se utilizaron dos problemas: un problema rutinario (con tres apartados, cada uno de ellos orientado a un nivel progresivo de dificultad, conocimiento – referido a hechos, conceptos y procedimientos necesarios para su resolución –, aplicación – referido a la aplicación de conocimientos para su resolución –, y razonamiento – referido a la resolución de problemas o preguntas en contextos desconocidos o complejos-, apartados b, a y c, respectivamente, IEA, 2011; Figura 1) y un problema no rutinario (adaptado de Tahan, 1986; Figura 2).

A continuación presentamos los anuncios de dos clubs deportivos que alquilan bicicletas:


Se alquilan bicicletas de montaña

8 € por la primera hora



Se alquilan bicicletas de carretera

10 € por la primera hora



a. Utiliza la información de los anuncios para completar las tablas:

| Alquiler de bicicletas de montaña |            |
|-----------------------------------|------------|
| Horas                             | Precio (€) |
| 1                                 | 8          |
| 2                                 | 11         |
| 3                                 |            |
| 4                                 |            |
| 5                                 |            |
| 6                                 |            |

| Alquiler de bicicletas carretera |            |
|----------------------------------|------------|
| Horas                            | Precio (€) |
| 1                                | 10         |
| 2                                | 12         |
| 3                                |            |
| 4                                |            |
| 5                                |            |
| 6                                |            |

b. ¿Para qué número de horas es igual el precio en los dos clubs?

c. ¿En qué club cuesta menos alquilar una bicicleta durante 12 horas?

- En el que alquilan bicicletas de montaña.
- En el que alquilan bicicletas de carretera.
- Cuesta lo mismo en los dos clubs.
- No se puede calcular.

“Un día en que iba con mi padre al mercado nos encontramos a un vecino, Juan, que, al saberlo, nos pidió que le vendiéramos los 30 melones que tenía al precio de 3 melones 1 €. Después nos encontramos a una conocida, María, que, aprovechando, nos preguntó que si podíamos venderle sus 30 melones a 2 melones por 1 €.

Aceptamos en ambos casos y, ante la diferencia de precio de los melones, a mi padre se le ocurrió vender los melones por lotes de 5 melones, a 2 €. Vendimos todo y mi padre me encargó que guardase el dinero.

Ya de vuelta, mi padre me dijo que organizásemos el dinero conseguido para pagar a Juan y María. Miré el dinero que tenía y, como habíamos vendido 12 de lotes de 5 melones, comprobé que tenía 24 €. Entonces mi padre dijo que a Juan había que darle 10€ y a María 15, en total 25 €. ¿Había perdido 1 € por el camino?”

Figura 1. Problema adaptado de las pruebas TIMSS del año 2007 (IEA, 2011, p. 175)

Figura 2. Problema adaptado de Tahan (1986)

### Procedimiento

Los maestros fueron grabados en audio mientras resolvían los problemas conjuntamente con sus alumnos en su aula y en el horario habitual que se dedicaba a este tipo de actividades. Un observador tomó notas sobre aspectos que podían no quedar recogidos en el audio.

### Análisis

Las grabaciones fueron transcritas y analizadas. Para realizar el análisis se tomó como unidad de medida el ciclo, entendido como la segmentación de las acciones desarrolladas al realizar la interacción en el desarrollo de una tarea en el aula y que suele comenzar con una pregunta, ya sea de modo explícito o implícito, y finalizar cuando la pregunta ha sido respondida o abandonada (Wells, 1999). Para ello se tuvieron en cuenta los contenidos públicos, entendidos como la información que maestro y alumnos comparten públicamente de modo que cada ciclo contiene un único contenido público (en las ocasiones en que, en un mismo ciclo, existió más de un contenido público, se consideró como contenido público el principal del que dependía el otro u otros contenidos públicos; Rosales et al., 2012; Tabla 1). Una vez delimitados los ciclos, cada uno de ellos se categorizó en dos sentidos, atendiendo a:

Los procesos promovidos (Sánchez-Barbero et al., 2017a, adaptado de Rosales et al., 2012; Tabla 1), referido a aspectos:

Tabla 1. Sistema de categorías de los procesos promovidos

| Categorías                 | Definición         | Ejemplos   |
|----------------------------|--------------------|--|
| <b>PROCESOS COGNITIVOS</b> | <b>Selección</b>   | Que aparecen, explícitamente, en el enunciado del problema o surgen en el proceso de resolución, sin justificación.  |
|                            | <b>Integración</b> | Que relacionan o comparan información o datos que aparecen explícitamente en el enunciado del problema o surgen en el proceso de resolución de forma adecuada y justificada. |

|                                |                       |  |   |
|--------------------------------|-----------------------|--|---|
| <b>PROCESOS METACOGNITIVOS</b> | <b>Generalización</b> | Del proceso de resolución más generales que los considerados en el problema  | P: Claro porque es una palabra que casi no utilizamos. En Sudamérica se utiliza mucho adicional porque es suma. Cuando yo estudiaba los problemas venia todos, adición, adicional. Que es una palabra ¿Antónima o sinónima de sumar?<br>A: Sinónima<br>P: Ah sinónima.  |
|                                | <b>Regulación</b>     | Del proceso de resolución relacionados con acciones de planificación (organización del proceso), supervisión (valoración y observación del proceso) y evaluación (determinación del avance y progreso en la resolución, así como valoración de la realización del proceso) | P: Quiero que os situéis todos... a ver, vamos a resolver un problema. Lo vamos a resolver juntos ¿de acuerdo? eso es lo que vamos a hacer. Entonces, lo único que hay que hacer es atender y contestar cuando vaya preguntando, vamos a resolver un problema, como hacemos otras veces cuando corregimos. Quiero que os situéis ahí tenéis 3 problemas. Quiero, nos vamos a situar solamente, ahora en el problema número 3, sólo en el problema número 3, ¿de acuerdo? Y me escucháis. ¿Vale? Bien... |
| <b>OTROS</b>                   | <b>Control</b>        | De mantenimiento de la atención y el orden de la clase, u organizativos, sin relación en ningún sentido con el proceso de resolución   | P: Bien... A partir de ahora, por favor, atended, de acuerdo Irene? Atended, Kevin atendemos. ¿Ya? Vale.  |
|                                | <b>Lectura</b>        | De la propia lectura del problema incluyendo aclaración de vocabulario, siempre ajeno al proceso de resolución   |   |

El grado de participación que tienen maestro y alumnos teniendo en cuenta quién inicia el ciclo (Sánchez-Barbero et al., 2017b, adaptado de Rosales et al., 2012; Tabla 2), donde la construcción de la idea principal del ciclo es asumida por:

Tabla 2. Sistema de categorías del grado de participación

|                   | <b>Definición</b>   | <b>Ejemplos</b>   |
|-------------------|---|---|
| <b>GRADO BAJO</b> | <b>Grado P (profesor):</b> El maestro de forma autónoma.  | P: Bueno. Como veis, el completar el precio, el cuadro con los precios, es muy fácil. La primera hora, de uno es 8, del otro es 10 y las horas adicionales irán de 3 en 3.  |
|                   | <b>Grado Pa (profesor-alumnos):</b> El maestro y alumno, con una mayor participación del maestro. | P: Bueno como veis hay dos anuncios, ¿no?<br>A: Sí.   |
| <b>GRADO ALTO</b> | <b>Grado Ap (alumnos-profesor):</b> El maestro y alumno, con una mayor participación del alumno.  | A: Fernando, ¿también ponemos aquí los alquileres de montaña y todo?<br>P: No, no hace falta. Con poner montaña arriba, carretera. Cada cuadro, bici de montaña, bici de carretera ya está. Y ya por poco, si quieres, alquiler, eh. Hombre, que la información se sepa cuál es, si no. |
|                   | <b>Grado A (alumnos):</b> El alumno de forma autónoma.  | A: ¡Que no, Fernando, que da 41!<br>P: ¡Ah, amigo!<br>A: ¡Da 41!  |

Se utilizaron estadísticos Chi-cuadrado ( $\alpha=.05$ ) para comparar los resultados, tanto globalmente como para cada problema.

### Medidas

Referido a los procesos metacognitivos promovidos en la resolución del problema, se comparó el porcentaje de ciclos. Referido al grado de participación en el proceso de resolución del problema, se comparó el porcentaje de ciclos de procesos metacognitivos dedicados al grado de participación (bajo y alto).

### Fiabilidad

La fiabilidad del sistema de análisis se realizó con dos jueces externos que analizaron un 20% de las transcripciones (índice Kappa de Cohen varió entre 0.84 y 0.99, por lo que el acuerdo se consideró apropiado).

### RESULTADO

Cuando maestros resolvían conjuntamente un problema rutinario con tres apartados y un problema no rutinario en el aula con sus estudiantes, la Tabla 3 nos muestra el porcentaje medio de ciclos de los maestros para cada uno de los problemas referido a los procesos metacognitivos y al grado de participación en dichos procesos.

Tabla 3. Porcentaje medio de ciclos dedicados por los maestros a los procesos metacognitivos para cada uno de los apartados del problema rutinario y del problema no rutinario

|                | PROBLEMA RUTINARIO       |                        |                          | PROBLEMA NO RUTINARIO |
|----------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                | Apartado de conocimiento | Apartado de aplicación | Apartado de razonamiento |                       |
| Generalización | 2.39%                    | 1.62%                  | 1.80%                    | 2.52%                 |
| Regulación     | 18.18%                   | 21.36%                 | 19.64%                   | 15.09%                |

Referido a los procesos metacognitivos que se promovieron, se dedicaron proporciones similares de ciclos tanto en generalización como en regulación en los tres apartados del problema rutinario pero el porcentaje de generalización aumentó en el problema no rutinario, sin diferencias significativas ( $[\chi^2(3, 41) = 3.195, p = .363]$ ) y regulación ( $[\chi^2(3, 359) = .365, p = .947]$ ), Figura 3).

Comparando los procesos de generalización y regulación en cada uno de los problemas, con diferencias significativas en los tres apartados del problema rutinario (conocimiento  $[\chi^2(1, 100) = 57.760, p = .000]$ , aplicación  $[\chi^2(1, 100) = 73.960, p = .000]$ , razonamiento  $[\chi^2(1, 100) = 70.560, p = .000]$ ) y en el problema no rutinario ( $[\chi^2(1, 100) = 51.840, p = .000]$ ), Figura 3).

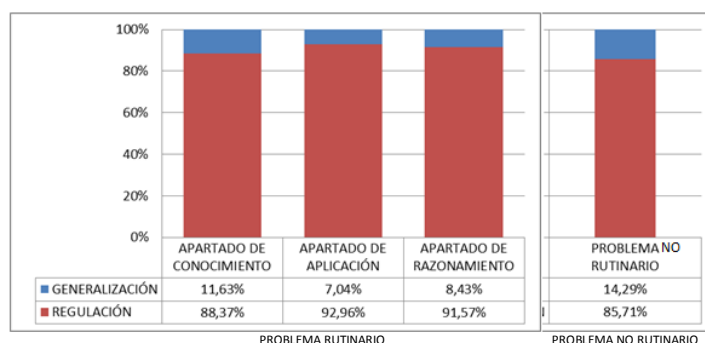


Figura 3. Porcentaje medio de ciclos dedicados por los maestros a los procesos metacognitivos para cada uno de los apartados del problema rutinario y del problema no rutinario

Referido al grado de participación, atendiendo a la generalización, la responsabilidad es absoluta del maestro (grado bajo) en los tres apartados del problema rutinario, mientras que en el problema no rutinario el grado alto de participación aumentó, con diferencias significativas ( $[\chi^2(30, 400) = 8.525, p = .036]$ ). Por otra parte, en el proceso de regulación, la responsabilidad es compartida tanto

en el problema rutinario como en el problema no rutinario aunque es menor en éste último sin diferencias significativas ( $\chi^2(3, 400) = 3.158, p = .368$ ], Figura 4).

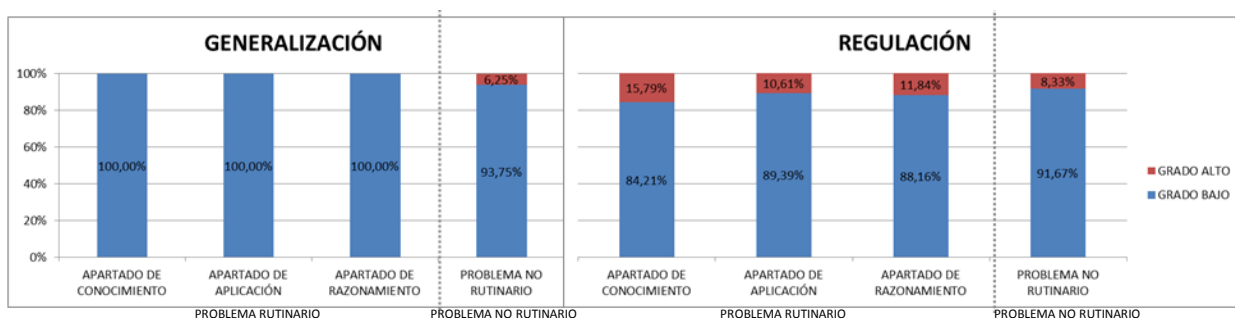


Figura 4. Porcentaje medio de ciclos dedicados por los maestros al grado de participación para cada uno de los apartados del problema rutinario y del problema no rutinario según los procesos metacognitivos

Comparando los grados de participación en cada uno de los problemas para cada uno de los procesos metacognitivos, se tiene que: en primer lugar, en el proceso de generalización, la participación del alumno fue nula, con diferencias significativas en los tres apartados del problema rutinario (conocimiento  $[\chi^2(1, 100) = 96.040, p = .000]$ , aplicación  $[\chi^2(1, 100) = 96.040, p = .000]$ , razonamiento  $[\chi^2(1, 100) = 96.040, p = .000]$ ) y en el problema no rutinario ( $[\chi^2(1, 100) = 77.440, p = .000]$ ); en segundo lugar, en el proceso de regulación, existió una participación conjunta aunque ésta fue escasa por parte del alumno, sin diferencias significativas en los tres apartados del problema rutinario (conocimiento  $[\chi^2(1, 100) = 46.240, p = .000]$ , aplicación  $[\chi^2(1, 100) = 60.840, p = .000]$ , razonamiento  $[\chi^2(1, 100) = 57.760, p = .000]$ ) y en el problema no rutinario ( $[\chi^2(1, 100) = 70.560, p = .000]$ ). Estos resultados apoyan parcialmente nuestra hipótesis, ya que es apreciable cómo, a medida que la complejidad cognitiva de la tarea aumenta, existe un mayor porcentaje de procesos metacognitivos promovidos, así como un mayor grado de participación de los alumnos en los mismo (Figura 4).

## DISCUSIÓN

Con este estudio se pretende avanzar en el conocimiento de si el tipo de tarea matemática modifica la promoción de procesos metacognitivos y el grado de participación del alumno en dichos procesos. Las hipótesis sugerían que el comportamiento tendría que verse modificado cuando la complejidad cognitiva de la tarea aumentara, promoviendo en mayor medida los procesos metacognitivos y el grado de participación de los alumnos en los mismos, resultados que se han verificado (no estadísticamente).

Respecto al proceso de generalización, este resultado puede ser debido a que la resolución de un problema lleva implícita una comprensión y, preferiblemente, una aplicación fuera del contexto del problema. En este proceso, los maestros tomaron la responsabilidad total, quizás debido a que los alumnos no están acostumbrados a realizar generalizaciones (aunque esta generalización es deseable en las aulas de matemáticas puesto que, según Mitchell y Carbone, 2011, los alumnos cuando operan a altos niveles metacognitivos profundizan en su propio aprendizaje). Respecto al proceso de regulación, los resultados señalaron que, alrededor del 90% de las interacciones de los procesos metacognitivos, fueron destinadas a regularizar la situación en el aula. Esta regulación fue realizada mayoritariamente por parte del docente quizás debido a que toda regulación es necesaria para que el desarrollo de las sesiones sea secuenciado y ordenado, independiente de la tarea que se esté realizando, algo que suelen realizar los maestros (Lepage et al., 2005). Estos resultados marcan una diferencia con los de Ramos et al. (2016), donde el foco de atención de los maestros fue resolver el problema en lugar de enseñar a aprender. Puesto que la metacognición proporciona una mayor base para el establecimiento y consecución de objetivos durante la resolución de problemas de matemáticas en las aulas (Biryukov, 2004), estos resultados ponen de manifiesto la importancia de realizar problemas cuya complejidad cognitiva sea superior, promoviendo en mayor medida

procesos metacognitivos y un grado de participación de los alumnos superior en la construcción de los mismos aunque se debería realizar más investigación sobre ello.

## CONCLUSIONES

En el análisis de la interacción de diez maestros cuando resuelven tareas de diferentes niveles de complejidad cognitiva con sus alumnos en el aula hubo una cierta variabilidad en el comportamiento de los maestros (debido a que, por ejemplo, eran de diferentes zonas geográficas, con variadas formaciones y con distinto número de alumnos por aula). Sin embargo, este trabajo puede avanzar en el conocimiento de cómo los procesos metacognitivos que se promueven en el aula pueden estar relacionados con esta complejidad de la tarea. Por ejemplo, referido al grado de participación de los alumnos, el grado alto de participación aumenta en la categoría de generalización en el problema no rutinario mientras que en regulación disminuye.

La enseñanza en el aula debe incluir interacciones con el objetivo de promover la metacognición y la participación de los alumnos y para aumentar el grado de transferencia de aprendizaje por parte de los estudiantes a nuevos entornos (Bransford, Ann, Brown y Rodney, 2000). Además, la regulación, que implica una planificación, supervisión y evaluación del proceso de resolución, es necesaria para que el desarrollo de la clase sea secuencial y ordenado (Lepage et al., 2005).

Como perspectivas de futuro, este estudio se podía completar con un aumento de la muestra para intentar paliar la variabilidad de los profesores; podrían incluirse cuestionarios o entrevistas que perfilaran aspectos de la interacción de los maestros o para tener en cuenta su formación, creencias o conocimientos; considerar docentes de diferentes niveles educativos resolviendo las tareas de este trabajo de forma conjunta con los estudiantes en el aula; analizar la interacción con otros tipos de tareas como problemas realistas o abiertos; o profundizar en el proceso metacognitivo de regulación considerando sus tres aspectos de planificación, supervisión y evaluación.

Como implicaciones educativas entendemos que si los procesos metacognitivos son necesarios en las aulas pues ayudan a tomar conciencia del propio aprendizaje, se podría realizar una formación del profesorado más completa en este sentido, así como utilizar tareas de mayor complejidad cognitiva en las aulas de primaria.

## Agradecimientos

Los autores son miembros de la RED8-Educación Matemática y Formación de Profesores (EDU-216-81994); de los proyectos de investigación (463AC01) y (PSI2015-66802-P) y del Grupo de Investigación Reconocido de Matemática Educativa (GIRME).

## Referencias

- Aksoy, Y., Bayazit, I. y Kirnap, S. M. (2015). Prospective Primary school teachers' proficiencies in solving real-words problems: approaches, strategies and models. *Eurasia Journal of Mathematics, Science y Technology Education*, 11(4), 827-839.
- Bakker, A., Smit, J. y Wegerif, R. (2015). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review. *ZDM Mathematics Education*, 47, 1047-1065.
- Berger, K. (2007). *Psicología del Desarrollo: Infancia y Adolescencia*. Madrid: Panamericana.
- Biryucov, P. (2004). Metacognitive Aspects of Solving Combinatorics Problems. *International Journal for Mathematics teaching and learning*, 84.
- Bransford, John D., Ann L. Brown y Rodney R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington D.C.: National Academy Press. pp. 3-23.
- Carrillo, J., Climent, N., Gorgorió, N., Prat, M. y Rojas, F. (2008). Análisis de secuencias de aprendizaje matemáticos desde la perspectiva de la gestión de la participación. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 67-76.



- Depaepe, F., De Corte, E. y Verschaffel, L. (2010). Teachers' approaches towards Word problema solving: Elaborating or restricting the problema contexto. *Teaching and Teacher Education*, 26, 151-160.
- Elbers, E. (2003). Classroom interaction as reflection: learning and teaching mathematics in a community of inquiry. *Educational Studies in Mathematics*, 54, 77-99.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. En: F. E. Weinert y R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation and Understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Garofalo, J. y Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16 (3), 163-176.
- IEA. (2011). *TIMSS 2007. Guía del usuario para la base de datos internacional*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Jacobs, J. E. y Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement and instruction. *Educational Psychologist*, 22, 255-278.
- Jiménez, L. (2012). La aplicación del conocimiento contextualizado en la resolución de problemas matemáticos: un estudio sobre las dificultades de los niños en la resolución de problemas no rutinarios. *Cultura y Educación*, 24(3), 351-362.
- Lepage, P., Darling-Hammond, L. Akar, H. Gutierrez, C. Jenkins-Gunn, E. y Rosebrock, K. (2005). Classroom Management. En L. Darling-Hammond y J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world, what teachers should learn and able to do* (pp.327-357). San Francisco: Jossey-Bass.
- Mitchell, I. y Carbone, A. (2011). A typology of task characteristics and their effects on student engagement. *International Journal of Educational Research* 50, 257-270.
- Mullins, I., Martin, M., Ruddock, G., O'Sullivan, C. y Preuschoff, C. (2012). *TIMSS 2011. Marcos de la Evaluación*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Pellegrino, J. W., Chudowsky, N. y Glaser, R. (2001). *Knowing what students know: The science of design and educational assessment*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ramos, M., Sánchez, B., Rosales, J., Vicente, S. y Chamoso, J. M. (2014). ¿Qué procesos promueve un profesor con un problema no rutinario? *Actas XV Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, pp. 590-593. Baeza: *Thales*.
- Ramos, M., Rosales, J., Vicente, S. y Sastre, S. (2016). Aspectos metacognitivos durante la resolución de problemas en aulas de primaria. *Actas. VIII Congreso Internacional de Psicología y Educación*, pp. 1848-1849. Alicante: CIPE.
- Rigo Lemini, M., Alfonso Páez, D. y Gómez, B. (2009). Procesos meta-cognitivos en las clases de matemáticas de la escuela elemental. Propuesta de un marco interpretativo. En M. J. González, M. T. González y J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 435-444). Santander: SEIEM.
- Rosales, J., Vicente, S., Chamoso, J. M., Múñez, D. y Orrantía, J. (2012). Teacher-student interaction in joint Word problem solving. The role of situational and mathematical knowledge in mainstream classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 28, 1185-1195.
- Sánchez, B., Carrillo, J., Vicente, S. y Juárez, J. A. (2015). Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria. *XIV Conferencia interamericana de Educación Matemática (XIV CIAEM)*. Chiapas, México, 3-7 mayo 2015.
- Sánchez, B., Ramos, M., Chamoso, J. M., Rosales, J. y Vicente, S. (2014). Autonomía en la interacción en resolución de problemas no rutinarios en aulas de Primaria. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (p. 603). Salamanca: SEIEM.

- Sánchez, B., Ramos, M., Chamoso, J. M., Vicente, S. y Rosales, J. (2016). Interacción profesor-alumnos cuando resuelven conjuntamente un problema de diferentes dominios cognitivos en aulas de Primaria: procesos que se promueven. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (p. 637). Málaga: SEIEM.
- Sánchez, B., Ramos, M., Chamoso, J. M., Vicente, S., Rosales, J. y Gracia, L. (2015). Participación en la interacción profesor-alumnos al resolver un problema con apartados de distintos dominios cognitivos en Primaria. En C. Fernández, M. Molina y N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (p. 587). Alicante: SEIEM.
- Sánchez-Barbero, B., Ramos, M., Chamoso, J. M., Vicente, S., Rosales, J. y Rodríguez M. M. (2017a). Una herramienta para analizar el grado de participación en la interacción de maestro y estudiantes cuando resuelven conjuntamente tareas matemáticas. Actas. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 217-221). Madrid: CIBEM
- Sánchez-Barbero, B., Ramos, M., Chamoso, J. M., Vicente, S., Rosales, J. y Rodríguez M. M. (2017b). Una herramienta para analizar los procesos que se promueven entre el profesor y los alumnos al resolver tareas matemáticas en el aula. Actas. *VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 231-235). Madrid: CIBEM
- Tahan, M. (1986) *El hombre que calculaba*. Mexico: Limusa, S.A.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge: CUP.