



Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria

Beatriz **Sánchez** Barbero
Universidad de Salamanca, USAL
España
beatrizsanchezb@usal.es

José **Carrillo** Yáñez
Universidad de Huelva
España
carrillo@ddcc.uhu.es

Santiago **Vicente** Martín
Universidad de Salamanca, USAL
España
sanvicente@usal.es

Jazmín Adriana **Juárez** Ramírez
Escuela Superior de Cómputo (ESCOM-IPN)
jjuaarezr@jpn.mx

Resumen

La interacción que se produce entre el maestro y sus alumnos cuando realizan tareas en el aula es un aspecto de interés en Educación Matemática. En este artículo se pretende estudiar qué sucede cuando las tareas son problemas no rutinarios. Para ello, se analizaron las interacciones de dos maestros cuando resolvían un problema rutinario y otro no rutinario conjuntamente con los estudiantes a partir de un sistema de categorías que consideraba los procesos que se promovían en la interacción y el nivel de participación de los alumnos. Los resultados reflejaron cómo se promueve el razonamiento en mayor medida y el nivel de participación de los alumnos es mayor cuando resuelven problemas no rutinarios frente a cuando el problema es rutinario, donde sobresalen las alusiones a aspectos numéricos de la tarea en ambos casos.

Palabras clave: resolución de problemas, problema no rutinario, interacción en el aula, procesos, estructuras de la participación.

Comunicación

XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México, 2015.

Este trabajo, realizado por los autores, fue coordinado por el Dr. D. José M^a. Chamoso Sánchez (jchamoso@usal.es) y el Dr. D. Javier Rosales Pardo (rosales@usal.es) de la Universidad de Salamanca (España).

Introducción

Uno de los focos de interés en Educación Matemática, tanto en la investigación como en la innovación, es la resolución de problemas. Pero hay muchos tipos de problemas que se pueden proponer y el profesor puede trabajarlos de formas diversas con los estudiantes.

Se tiene cierto conocimiento de qué sucede cuando un maestro resuelve problemas rutinarios conjuntamente con los estudiantes en el aula (por ejemplo Chapman, 2006; Depaepe, De Corte y Verschaffel, 2010 y Rosales, Vicente, Chamoso, Múñez y Orrantia, 2012) pero poco se sabe de qué ocurre cuando los problemas son no rutinarios. Por ello, se pretende analizar la interacción que se produce cuando dos maestros resuelven problemas no rutinarios de forma conjunta con sus alumnos en el aula habitual centrándose en dos aspectos concretos: qué ocurre con los procesos que se promueven y cuál es el nivel de participación de los alumnos.

Para ello, en primer lugar, se establecerá un marco teórico basado en dos pilares: las tareas que se realizan en el aula de Primaria y la interacción que se produce cuando un maestro resuelve problemas conjuntamente con los estudiantes en el aula. Posteriormente se detallará la metodología utilizada orientada en torno a Qué se hace – relativo a los procesos que se promueven- y a Quién lo hace –relativo al nivel de participación-. Una vez explicada la metodología utilizada, se expondrán 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. Este trabajo se enmarca dentro de una línea de investigación de un grupo de profesores de la Universidad de Salamanca que, entre otras cosas, analizan la práctica docente en las aulas de matemáticas de Primaria.

Marco teórico

El marco teórico de la investigación va dirigido tanto al tipo de tareas matemáticas que se pueden proponer a los estudiantes como a la interacción que se produce cuando los maestros resuelven problemas con los estudiantes en las aulas.

Tareas matemáticas:

La resolución de problemas ha sido, y continúa siéndolo, un tema de gran interés en la Educación Matemática. Se considera que Polya, con su libro “How to solve it” de 1945, marcó un comienzo de la consideración de la importancia de la resolución de problemas. Se considera un aspecto fundamental desde el punto de vista de la enseñanza y el aprendizaje puesto que la capacidad resolutoria es relevante para el desarrollo formativo de los estudiantes (Castro, 2008).

Las tareas que se pueden desarrollar en el aula pueden ser de diferente naturaleza. En un primer acercamiento podemos organizarlas en ejercicios (entendidos como la tarea cuyo resultado es calculado mediante una mera reproducción de contenidos aprendidos previamente, Díaz y Poblete, 2001) y problemas (entendidos como aquellas tareas que, para un alumno, "requiere de una solución bajo ciertas condiciones específicas, si éste comprende la tarea, pero no encuentra una estrategia inmediata para su solución y, finalmente, si es motivado para buscar una solución" Díaz et al., 2001, p.34), es decir, “un problema es una situación que difiere de un ejercicio en que el resolutor de problemas no tiene un proceso algorítmico que le conducirá, con certeza, a la solución” Kantowski (1981, p. 113).

Muchos investigadores han intentado caracterizar el concepto de problema, entendiéndolo

como una relación entre la tarea a realizar y el individuo (Schoenfeld, 1985), que obliga a buscar un camino de resolución no conocido de forma inmediata (Polya, 1986). Por lo que el término problema debe “asociarse a la aplicación significativa (no mecánica) del conocimiento matemático a situaciones no familiares, la consciencia de tal situación, la existencia de dificultad a la hora de enfrentarse a ella y la posibilidad de ser resuelta aplicando dicho conocimiento”, Carrillo (1998, p.87).

Uno de los tipos de problemas que más se consideran en las aulas son los denominados problemas verbales, es decir, aquellos problemas en los que es necesario la respuesta de una o varias preguntas mediante operaciones matemáticas con datos expuestos en el propio problema (Verschaffel, Greer y De Corte, 2000. Cit. Dewolf, Van Dooren y Verschaffel, 2011), Estos problemas se pueden categorizar de muy diversas formas, una de las cuales es la siguiente (Díaz et al., 2001):

1. Problemas rutinarios: aquellos que “pueden ser resueltos de forma automática, detectando palabras clave en el texto y aplicando estrategias de cálculo rutinizadas” (Jiménez, 2012, p. 352).
2. Problemas no rutinarios: aquellos que “los alumnos no conocen inmediatamente el procedimiento de resolución, ya que la aplicación de la operación aritmética más obvia no conduce sin más a la solución apropiada” (Mayer, 2003. Cit. Jiménez, 2012, p.352), es decir, “no basta con aplicar una regla o un método de manera rutinaria, sino que a fuerza de búsqueda y de intuición hay que llegar a elaborar una solución recurriendo al conjunto de conocimientos y experiencias anteriores” (Díaz et al., 2001, p. 36).

La resolución de problemas es una tarea complicada ya que exige crear diferentes modelos de representación. Según Verschaffel et al. (2000), el resolutor, en un primer momento, ha de generar un modelo situacional donde debe seleccionar qué información del texto del problema es importante (selección). Posteriormente, debe crear un modelo matemático generando el algoritmo de resolución apropiado y una estructura matemática apropiada –en términos cuantitativos y de relación de datos- (razonamiento). Una vez generados ambos modelos, se interpreta la relación entre el modelo matemático y el de situación para validar e interpretar los datos.

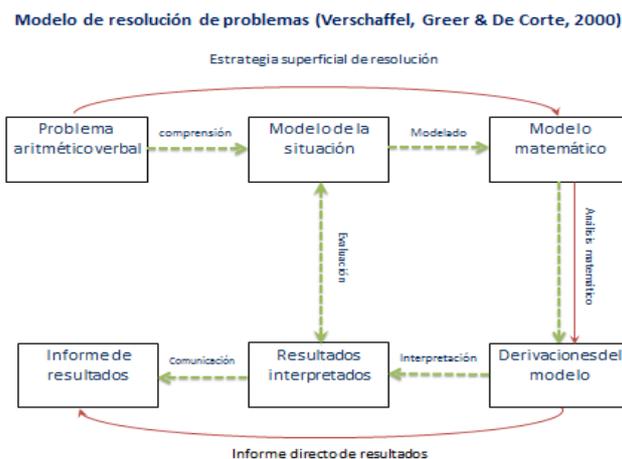


Figura 1. Modelo de resolución de problemas (Verschaffel, Greer y De Corte, 2000)

En ocasiones, los estudiantes crean el modelo de la situación de forma superficial de manera que llegan al modelo matemático sin un razonamiento propiamente dicho. Es decir, mecanizan la selección de datos y deciden el algoritmo que van a utilizar a partir de algún elemento significativo del enunciado a través del cual ofrecen la solución que, en esos casos, no responde de forma razonada a la cuestión original (Chapman, 2006). Esto ocurre, principalmente, al resolver problemas rutinarios habituales en las aulas de nuestro país. La elección del tipo de tareas matemáticas que se proponen en las aulas de forma diaria, ha de ser minuciosa en función del objetivo que se pretenda, ya que tienen un gran impacto en el rendimiento de los alumnos en esta materia (Mullins, Martin, Ruddock, O'Sullivan y Preuschoff, 2012).

En otros países, la práctica de tareas desarrolladas en el aula poseen un enfoque constructivista del aprendizaje, siguiendo una secuenciación en la que se diferencian los pasos de teoría, ejemplo, práctica rutinaria y problema (Ruíz, 2013). En el primer paso, teoría, se facilitan las definiciones de conceptos y conocimientos; el paso segundo consiste en la ejemplificación de la teoría; el tercer aspecto implica la realización de ejemplos similares, o con ligeras modificaciones, a los tratados en el paso previo; y, el último de los pasos, resolución de problemas, no llega a producirse en todas las aulas. Puede ser usual que se finalice con la realización de algún ejercicio contextualizado que no suele diferir demasiado de los ejemplos realizados pero en escasas ocasiones se trabajan verdaderos problemas que demanden un cierto nivel cognitivo. Se trata de un aprendizaje unidireccional, con escasas interrelaciones profesor-estudiante y estudiante-estudiante, y donde el flujo de información va del docente al alumno, que sólo suele intervenir cuando tiene dudas.

Interacción en las clases de matemáticas:

No sólo el tipo de tareas es importante. La figura del profesor es un elemento básico ya que su comportamiento juega un papel decisivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Socas, 2011). Edo (2005, p. 126) consideró que,

los alumnos son los agentes y responsables últimos de la construcción de significados sobre los contenidos escolares. Pero este proceso de construcción, de naturaleza individual, es inseparable de la actividad que desarrollan conjuntamente profesores y alumnos en el aula alrededor de unos contenidos y tareas escolares. En consecuencia, esta construcción es también de naturaleza social. Desde esta perspectiva, en una situación didáctica, la interacción entre profesor, alumnos y la tarea o contenido escolar constituye el contexto en el que se proporcionan ayudas a los procesos de construcción de conocimientos matemáticos.

Y el docente debe realizar esa labor en muy diferentes situaciones. sentidos. Uno de ellos es al tener que decidir las tareas que plantea a los alumnos (Polya, 1986). Otro es cuando resuelve problemas conjuntamente con los estudiantes en el aula, que es el que vamos a considerar a continuación.

Nathan y Knuth (2003) estudiaron cómo promover la reflexión y el papel que deben asumir los docentes cuando interaccionan con los estudiantes. Chamoso, Vicente, Rosales y Orrantía (2007) propusieron un sistema de análisis cuando los maestros resolvían problemas conjuntamente con los estudiantes a partir de dos dimensiones: qué se hace durante la interacción, es decir, qué procesos cognitivos tenían lugar, y quién lo hace, es decir, qué participación tenían. Por otro lado Font, Planas y Godino (2010) presentaron un sistema de análisis para mejorar los programas de formación del profesorado centrado en dos dimensiones:

Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria 5
qué ocurre en el desarrollo de la sesión y porqué. Rosales et al. (2012) analizaron cómo maestros resolvían problemas rutinarios de cierta dificultad de manera conjunta con los estudiantes atendiendo a los aspectos matemáticos y situacionales que surgían en la interacción. Los resultados afirmaron que los maestros, independientemente del tipo de información que presentaba el problema, los resolvían de forma mecánica sin favorecer el razonamiento matemático o situacional de los alumnos (en la línea de los resultados de Rosales, Orrantia, Vicente y Chamoso, 2008 a y b).

Depaepe et al. (2010) estudiaron qué ocurría en el aula cuando maestro y alumnos resolvían conjuntamente problemas rutinarios, los habituales de los libros de texto. Los resultados fueron que existía un claro dominio del modelo paradigmático, donde el docente se centraba principalmente en aspectos matemáticos y la información numérica del problema, frente al modelo narrativo, donde el docente se centraba en aspectos contextuales, situacionales o información no numérica (Chapman 2006). En sus conclusiones incluían que estos resultados, que concuerdan con los de Chapman (2006), podían ser debidos a que los problemas rutinarios se suelen resolver en el aula de forma mecánica utilizando escaso razonamiento.

En definitiva, tras la revisión de la literatura de investigación, puede decirse que se tiene cierta información sobre lo que ocurre cuando un maestro resuelve conjuntamente problemas rutinarios con los estudiantes en las aulas habituales, pero apenas se ha estudiado qué sucede cuando se utilizan problemas no rutinarios. En concreto, en este trabajo se plantea analizar la interacción que se produce entre maestros y sus alumnos cuando resuelven conjuntamente problemas no rutinarios en el aula habitual, tanto en función de los procesos (selección de datos y razonamiento), como del grado de participación de los alumnos. Como hipótesis se considera que:

- Cuando los maestros resuelven conjuntamente problemas no rutinarios con sus alumnos en el aula, se promueve el razonamiento en mayor medida que cuando resuelven problemas rutinarios.
- Cuando los maestros resuelven conjuntamente problemas no rutinarios con sus alumnos en el aula, el nivel de participación de los alumnos es mayor que cuando resuelven problemas rutinarios.

Metodología

Se trata de un estudio descriptivo de la interacción que se produce cuando dos maestros expertos resolvían dos problemas con sus estudiantes, en el aula habitual y en el tiempo destinado a realizar actividades de ese tipo.

Participantes

Se seleccionaron, por disponibilidad, dos maestros de 6º de Primaria entre una muestra de maestros ordinarios que ejercían su labor en centros públicos o privados en España, de los cursos 4º, 5º y 6º de Primaria, entre los que aceptaron ser grabados con audio en el aula. Los docentes, con una experiencia profesional de 32 y 33 años, ejercían su labor en aulas de 20-22 alumnos en un centro con un entorno socio-económico de clase media.

Problemas

Los problemas utilizados fueron dos: uno rutinario de cierto grado de dificultad (Orrantia, Tarín y Vicente, 2011; Rosales et al., 2012; Figura 2) y otro no rutinario (Tahan, 1986; Figura 3):

Un pastor tenía un rebaño con 57 ovejas. El pastor quería aumentar el tamaño del rebaño porque este año había buenos pastos. Para ello, se fue a una feria de ganado, decidió comprar algunas ovejas y las juntó con las que tenía. Una tarde el pastor vio una manada de lobos por la zona; los lobos estaban hambrientos y entonces, del total de ovejas del rebaño, se comieron 11 y ahora el rebaño tiene 96. ¿Cuántas ovejas compró el pastor en la feria?

Figura 2. Problema rutinario de cierto grado de dificultad

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 € el lote. 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 lotes de 5 melones, comprobé que tenía 24 €. Entonces mi padre dijo que a Juan había que darle 10 euros y a María 15, en total 25 euros. ¿Había perdido 1 euro por el camino?

Figura 3. Problema no rutinario

Recogida de la información

Se grabó, en audio, a cada uno de los maestros resolviendo ambos problemas conjuntamente con sus alumnos en su aula y horario habitual.

Procedimiento de análisis

Las interacciones fueron transcritas. Para analizarlas se tomó el ciclo como unidad de medida, entendido como la segmentación de las acciones desarrolladas al realizar una tarea concreta 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 poder segmentar en ciclos, se tuvieron en cuenta los contenidos públicos entendidos como la información que maestro y alumnos comparten públicamente (Chamoso et al., 2007), de modo que cada ciclo contiene un único contenido público (en las ocasiones en que, en un mismo ciclo, existen diferentes contenidos públicos se considera como contenido público el principal del que dependan el otro u otros contenidos públicos).

Una vez delimitados los ciclos, cada uno de ellos se organizó en dos sentidos teniendo en cuenta el contenido público: qué se hace, referido al contenido y procesos que surgen y quién lo hace, referido al nivel de participación de los alumnos.

- a) Qué se hace: A partir de una adaptación del sistema de análisis de Rosales et al. (2008 a) y Nathan et al. (2003) para problemas rutinarios se organizaron las siguientes categorías (Tabla 1).

Tabla 1
Sistema de categorías para *Qué se hace*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DEFINICIÓN
Selección: referido a datos y otros aspectos que aparezcan explícitamente en el planteamiento del problema o proceso de resolución que se está desarrollando	<i>Información numérica</i>	Relaciona, explícitamente, información numérica que aparece en el enunciado del problema o datos que surgen en el proceso de resolución
	<i>Información no numérica</i>	Relaciona, explícitamente, información no numérica que aparece en el enunciado del problema o datos que surgen en el proceso de resolución
Razonamiento: referido a aspectos que son algo más que la mera selección de información proporcionada por el planteamiento del problema, como son la relación de datos y/o conceptos, atención explícita a información situacional relevante o reformulación de la pregunta clave del problema	<i>Información numérica</i>	Relacionado con las intenciones y los objetivos numéricos del problema, con su comprensión profunda, así como con la pregunta clave reformulada. Relaciona datos
	<i>Información no numérica</i>	Relacionado con las intenciones y los objetivos no numéricos del problema, con su comprensión profunda, así como con la pregunta clave reformulada. Relaciona datos
Reflexión: referido a aspectos relacionados con el proceso de resolución no directamente dirigido a lo numérico ni lo matemático, y que es más general que para el propio problema que se está considerando		Relacionado con aspectos del propio problema ampliable a otros contextos
Planificación		Relacionado con acciones de organización directamente relacionadas con el desarrollo y resolución del problema
Control		Relacionado con aspectos de atención y orden, aspectos organizativos sin relación en ningún sentido con una resolución del problemas y aspectos de regulación
Ciclo de lectura		Relacionado con la lectura del problema, así como definiciones previas a la interpretación matemática

Los ciclos de planificación, control y lectura no se consideraron para el análisis por no estar directamente relacionados con los objetivos que se pretendían (3,2% de ciclos de media en cada interacción de cada maestro y cada problema).

b) Quién lo hace: A partir de una adaptación del sistema de análisis de Sánchez, Ricardo, Castellano, De Sixte, Bustos y García Rodicio, (2008) para problemas rutinarios, se organizaron las siguientes categorías en función de si el contenido público era elaborado por:

- Nivel 1 (P): el maestro exclusivamente.
- Nivel 2 (Pa): el maestro y el alumno, con una mayor contribución del maestro (en esos

casos el docente, usualmente, inicia el ciclo con una pregunta cerrada o invasiva que incluye parte de la respuesta).

- Nivel 3 (Ap): el maestro y el alumno, con una mayor contribución del alumno (en esos casos el docente, usualmente, inicia el ciclo con una pregunta abierta o no invasiva).

- Nivel 4 (A): el alumno exclusivamente.

Un ejemplo de análisis se encuentra en la tabla 2:

Tabla 2

Ejemplo de análisis de la interacción

	INTERACCION	QUÉ		QUIÉN
		Contenidos públicos	Proceso	Nivel de participación
CICLO 44	<p>P: ¿Que esas son? ¿Sería qué? 39...? ¿Que serían, ovejas...?</p> <p>A: Que.. no</p> <p>P: Está bien eh!</p>	“Sería 39 ovejas”	SELECCIÓN: Información no numérica	P
CICLO 45	<p>P: El resultado está bien, pero tienes que saber por qué lo haces. Tú has cogido las 96 que le quedan y le has quitado las 57 que tenía.</p> <p>A: 39, tenían que haber, habiéndose comido 11.</p> <p>P: Entonces ahora...</p> <p>A: 39, que me daba antes, más 11 que se comió el lobo. Me da 50.</p> <p>A: Yo lo he hecho de otra forma!</p> <p>P: 50! Muy Bien.</p>	“El resultado está bien, pero a esas 39 hay que sumarle 11 que se comió el lobo, y da 50 ovejas”	RAZONAMIENTO: información numérica	Pa
CICLO 46	<p>P: A ver de qué otra forma, Nicolás.</p> <p>A: 57 menos 11, que me da 46 y 96 menos 46 que da 50.</p> <p>P: Bien.</p>	“Otra forma es 57 menos 11 da 46; y 96 menos 46 da 50”	RAZONAMIENTO: información numérica	Ap
CICLO 47	<p>P: Como siempre os digo, los procesos para obtener los resultados no son únicos. O no siempre son únicos. Lo importante es que sean razonados. Que ese recorrido desde los datos hasta la respuesta, sea el que sea, pero que nos lleve a la buena respuesta.</p>	“Se puede llegar a una solución de diferentes formas”	REFLEXIÓN	P

Los datos se organizaron, de forma global, en valores absolutos y porcentajes atendiendo a las categorías consideradas de Qué se hace y Quién lo hace, explicadas anteriormente, teniendo en cuenta si el problema era rutinario o no rutinario.

Medidas

Referido a Qué se hace, se compararon los porcentajes de ciclos en cada problema atendiendo, por un lado, a cada una de las categorías consideradas (selección, razonamiento y reflexión) y, por otro, teniendo en cuenta las subcategorías en cada caso (información numérica y no numérica; tabla 1).

Referido a Quién lo hace, se compararon los porcentajes de ciclos en cada problema atendiendo, por un lado, a cada una de los niveles de participación y, por otro, teniendo en cuenta

Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria 9
 cada una de las categorías (selección, razonamiento y reflexión).

Fiabilidad

Para evaluar la fiabilidad del sistema de análisis, se seleccionó aleatoriamente un fragmento de cada una de las transcripciones de las interacciones (un 20% del total) para que dos jueces externos aplicaran independientemente el procedimiento de análisis. El acuerdo varió entre 0.84 y 0.99 dependiendo de la categoría considerada, resolviendo los desacuerdos mediante consenso que permitió depurar y clarificar el sistema de análisis. A partir de ello, con el nuevo sistema de análisis, se realizó una nueva categorización de las interacciones realizadas.

Resultados

Los resultados de la interacción de dos maestros de Primaria cuando resolvían dos problemas con los estudiantes en el aula, teniendo en cuenta Qué se hace y Quién lo hace en cada una de sus categorías y subcategorías, fueron:

Qué se hace

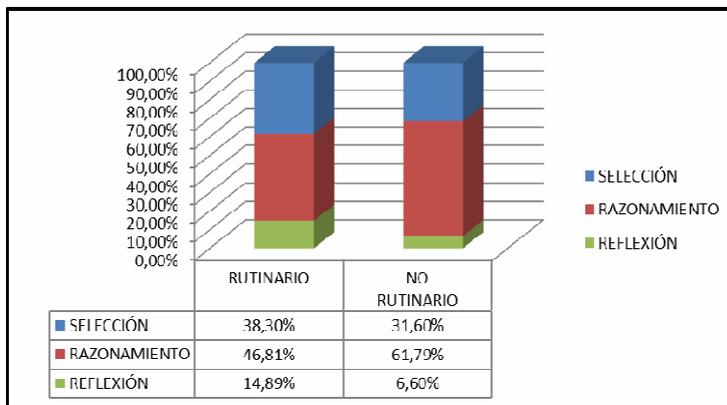


Figura 4. Porcentajes totales de ciclos por categorías y tipo de problema

El porcentaje de ciclos dirigidos a la categoría de razonamiento en el problema no rutinario fue de un 61,79 %, más elevado que en la misma categoría referido al rutinario. Así mismo, el número de ciclos dedicados a la reflexión en el problema no rutinario fue menor que en el rutinario, mientras que en los dedicados a selección de datos fue similar en ambos casos. La existencia de ese porcentaje de ciclos dedicados a la selección en ambos problemas puede ser debido a que, en la resolución de problemas matemáticos, es esencial generar un modelo situacional donde los alumnos sean capaces de seleccionar información (Rosales et al., 2012; Verschaffel et al., 2000).

En cuanto a la reflexión se refiere, los resultados pueden ser debidos a que en las reflexiones grupales no sólo se aprende a razonar sino también a hablar del razonamiento y mostrar una conciencia metacognitiva (Elbers, 2003). Es decir, para tomar conciencia del desarrollo de la tarea no debe ser suficiente dar una respuesta adecuada sino que hay que argumentarla y esto es más fácil de realizar cuando se realizan problemas habituales de aula, con los que se está acostumbrado a trabajar, lo cual podría justificar que se haya dedicado menos ciclos en la categoría reflexión en el problema no rutinario.

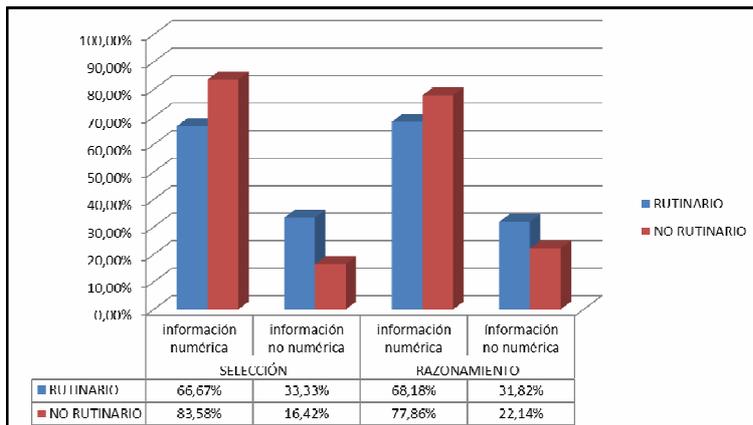


Figura 5. Porcentajes totales de ciclos según las categorías de selección y razonamiento dependiendo de la subcategoría a la que pertenecen, numérica-no numérica

Teniendo en cuenta únicamente los resultados obtenidos en selección y razonamiento, y atendiendo a las subcategorías consideradas de información numérica y no numérica (no se consideró la categoría reflexión ya que casi la totalidad de sus ciclos esuvieron dirigidos a información numérica), se observa que más de las tres cuartas partes de los ciclos estaban dirigidos al primer caso, tanto en el problema rutinario como en el no rutinario (Figura 5). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Depaepe et al. (2010) y Rosales et al. (2012) cuando consideraron que los docentes prestaban mayor atención a los aspectos matemáticos de la tarea, independientemente del tipo de información existente en el problema, desarrollando una orientación más paradigmática, centrada en la estructura matemática del problema, que narrativa, centrada en sus aspectos situacionales.

Quién lo hace

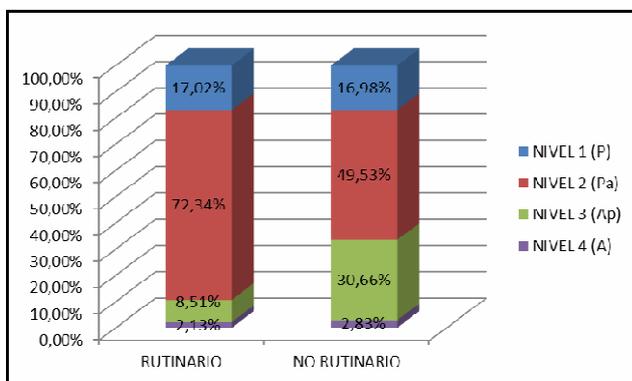


Figura 6. Porcentajes totales de ciclos según el nivel de participación por tipo de problema

Se observa que el mayor porcentaje de ciclos del nivel de participación para el problema no rutinario son los niveles 2 y 3 mientras que para el problema rutinario son 1 y 2. Comparando el nivel de participación en la resolución de ambos tipos de problemas, se observa que los niveles 1 y 4 son similares mientras que en el nivel 2 el porcentaje de ciclos es muy superior en la resolución del problema rutinario con respecto al no rutinario mientras que es muy inferior en el nivel 3 en la misma comparativa. Estos resultados pueden deberse a que los maestros cedieron más participación a los alumnos en el desarrollo de la interacción cuando resolvían el problema no rutinario haciendo que se cuestionaran sus ideas, resultados que concuerdan con los de

Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria 11 Carrillo, Climent, Gorgorió, Prat y Rojas (2008). Sin embargo, en cualquier caso, esa cesión fue solo parcial porque, aunque el nivel 3 fue muy superior cuando los estudiantes resolvían problemas no rutinarios con respecto a los rutinarios, los porcentajes de nivel 4 fueron escasos en ambos casos.

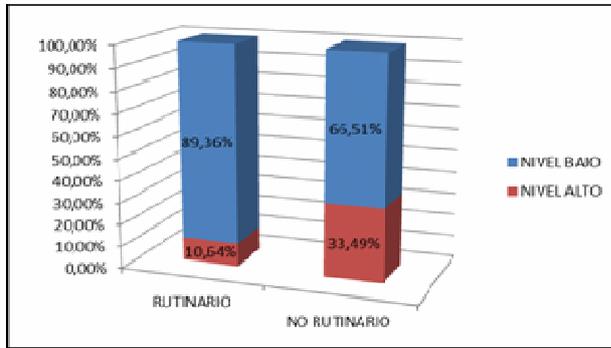


Figura 7. Porcentajes totales de ciclos según el nivel de participación por tipo de problema

Estos resultados se corroboran si agrupamos, por un lado, los niveles de participación 1 y 2 (nivel bajo de participación) y, por otro, los niveles 3 y 4 (nivel alto de participación). En concreto, se observa que la interacción de los maestros con los alumnos cuando resolvían problemas no rutinarios permitió un mayor nivel de participación del alumno con respecto a cuando resolvían problemas rutinarios (Figura 7).

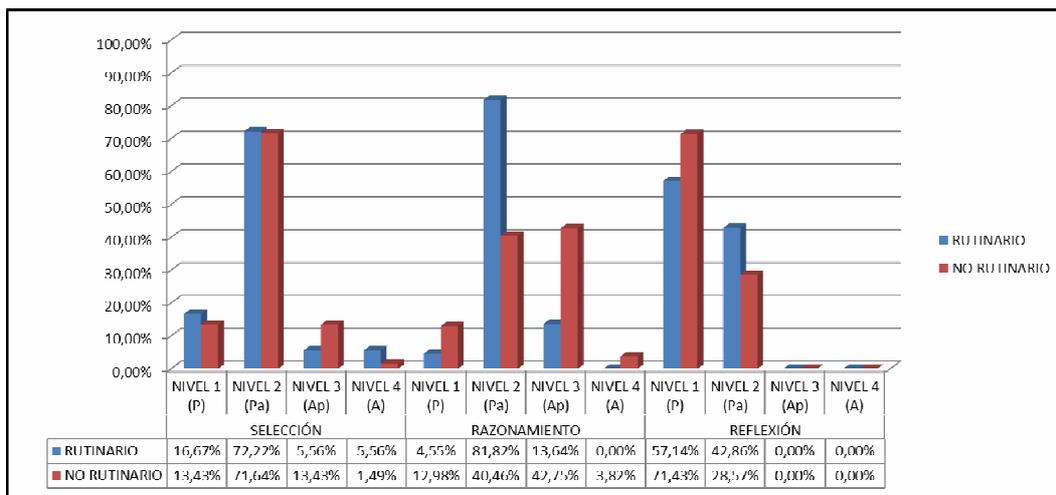


Figura 8. Nivel de participación por tipo de problemas y categorías

Relacionando las categorías de Quién lo hace con las de Qué se hace, el mayor porcentaje de ciclos de nivel de participación en la interacción cuando resolvían problemas no rutinarios y problemas rutinarios se produce en la categoría selección de datos, en el nivel 2, en razonamiento en los niveles 2 y 3 y en reflexión en los niveles 1 y 2 (Figura 8).

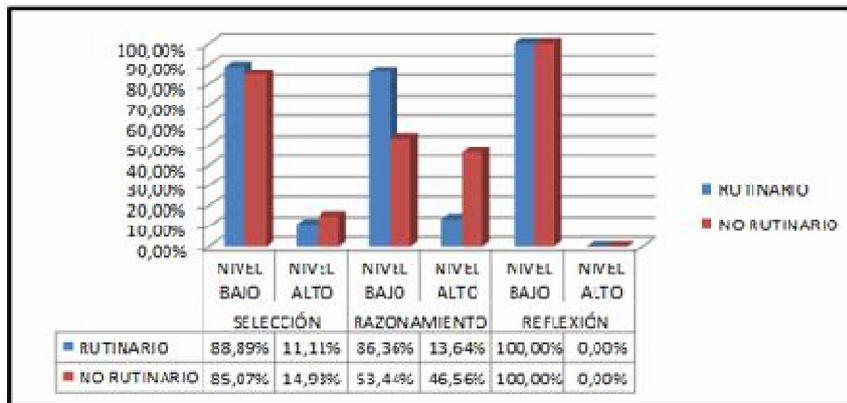


Figura 9. Nivel de participación por tipo de problemas y categorías

Comparando los resultados cuando resolvían problemas rutinarios y problemas no rutinarios, en la categoría razonamiento los niveles 2 y 3 están igualados en el problema no rutinario a diferencia que en el rutinario, donde más del 75% de los ciclos pertenecían al nivel 2. Es precisamente en esta categoría razonamiento donde se observan mayores diferencias cuando resuelven problemas rutinarios con respecto a los no rutinarios, con mayor porcentaje en el nivel 2 en el primer caso y al contrario en el nivel 3. Estos resultados parecen indicar que es en razonamiento donde los maestros ceden más el protagonismo de la interacción al alumno cuando resuelven problemas no rutinarios con respecto a los rutinarios (ver Figura 9). Esto puede ser debido a que, como se explicó anteriormente, el maestro hace que los alumnos cuestionen sus ideas incrementándose así el razonamiento con una mayor participación de éste (Carrillo et al., 2008).

Conclusiones

Los resultados del análisis de la interacción de dos maestros con sus estudiantes cuando resuelven conjuntamente dos problemas, uno rutinario y otro no rutinario, en el aula habitual permiten concluir, atendiendo a Qué se hace y Quién lo hace:

- Qué se hace: el porcentaje de ciclos dedicados a la selección y a la reflexión fue similar cuando resolvían ambos tipos de problemas, a diferencia de los dedicados al razonamiento, donde el porcentaje fue superior cuando resolvían el problema no rutinario. Esto puede ser debido a que, cuando el problema exige cierta dedicación y concentración para la resolución, el maestro hace que el razonamiento esté latente a lo largo de la resolución del mismo (Elbers, 2003). Si se relacionan esos resultados con las subcategorías de información numérica y no numérica, se aprecia que existe un cierto dominio de la información numérica, apoyando los resultado obtenidos por Depaepe et al. (2010) y Rosales et al. (2012), donde comprobaron que los docentes ponían más atención en los aspectos matemáticos que en la información que proporcione el problema.
- Quién lo hace: Cuando los maestros resolvieron problemas no rutinarios con los estudiantes hubo una mayor participación de éstos en la construcción del contenido público en comparación con cuando resolvían problemas rutinarios, lo que puede ser debido a que los maestros consiguieron que los alumnos se cuestionaran sus ideas, como ocurrió en resultados obtenidos por Carrillo et al. (2008). Y es precisamente en la categoría razonamiento donde esas diferencias están más marcadas.

Los resultados de este estudio pueden tener implicaciones educativas pues podrían

Análisis de la interacción alumnos-profesor al resolver problemas no rutinarios en aulas de Primaria 13
sugerir que, si se corroboran en otros estudios posteriores, si se pretende que en el aula aumente el razonamiento, sería aconsejable aumentar la propuesta de problemas no rutinarios que se deberían realizar.

Como limitaciones del estudio, los instrumentos para analizar la interacción de problemas no rutinarios necesitarían más experimentación. Así mismo sería necesario analizar más interacciones de maestros cuando resuelven problemas con los estudiantes en el aula para comprobar si los resultados se mantienen en la línea del trabajo que se presenta.

Como perspectivas de futuro, sería interesante realizar un estudio similar donde la muestra de maestros fuera mayor. A la vez, quizás, sería aconsejable añadir la interacción de la resolución de otro problema en el aula que incluya una parte rutinaria y una parte no rutinaria para comparar los resultados. Además, sería interesante centrarse en algunos aspectos concretos de los resultados obtenidos como, por ejemplo, profundizar en la categoría reflexión de manera que se permita clarificar su influencia en la resolución de problemas rutinarios y no rutinarios, o profundizar en las peculiaridades de algunos ciclos como aquellos que son iniciados por los estudiantes para valorar mejor la influencia de la participación.

Referencias y bibliografía

- Carrillo, J. (1998). Resolución de problemas en la enseñanza secundaria: ejemplificación del para qué. *Epsilon*, 40, 15-26.
- Carrillo, J., Climent, N., Gorgorió, N., Prat, M. y Rojas, F. (2008). Análisis de secuencias de aprendizaje matemático desde la perspectiva de la gestión de la participación. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 67-76.
- Castro, E. (2008). Resolución de problemas ideas, tendencias e influencias en España. En R. Luego, B. Gómez, M. Camacho y L. J. Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. XII Simposio de la SEIEM* (pp. 113-140). Badajoz, España.
- Chamoso, J. M.; Vicente, S.; Rosales, J. y Orrantia, J. (2007). Análisis de la interacción profesor-alumno en el aula de matemáticas: actividades, autonomía e incidentes. *XII Conferencia interamericana de educación matemática (XII CIAEM)*. Querétaro, México, 15-18 julio 07. Ponencia invitada.
- Chapman, O. (2006). Classroom practices for context of mathematics Word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 62, 211-230.
- Depaepe, F., De Corte, E., y Verschaffel, L. (2010). Teachers' approaches towards Word problem solving: elaborating or restricting the problem context. *Teaching and Teacher Education*, 26, 152-160.
- Dewolf, T., Van Dooren, W., y Verschaffel, L. (2011). Upper elementary school children's understanding and solution of a quantitative problem inside and outside the mathematics class. *Learning and Instruction*, 770-780.
- Díaz, M. V. y Poblete, Á. (2001). Contextualizando tipos de problemas matemáticos en el aula. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 45, 33-41.
- Edo, M. (2005). Educación matemática versus Instrucción matemática en Infantil. En A. Pequito, & A. Pinheiro (Ed.), *Proceeding of the First International Congress on Learning in Childhood Education* (págs. 125-137). Porto, Portugal: Gailivro.
- Elbers, E. (2003). Classroom interaction as reflection: learning and teaching mathematics in a community of inquiry. *Educational Studies in Mathematics*, 54, 77-99.
- Font, V., Planas, N., y Godino, J. (2010). Modelo para el análisis didáctico en Educación Matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33 (1), 89-105.

- 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), 352-362.
- Kantowski, M.G. (1981). Problem solving. En Fennema, E. (Ed.) *Mathematics Education research: Implications for the 80's*. NCTM: Reston.
- Mayer, R. (2003). Mathematical Problem Solving. En J. Royer (Ed.), *Mathematical Cognition* (pp. 69-92). Greenwich, CO: Information Age Publishing.
- 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.
- Nathan, M.J., y Knuth, E.J. (2003). A study of who classroom mathematical discourse and teacher change. *Cognition and Instruction*, 21 (2), 175-207.
- Orrantía, J., Tarín, J., y Vicente, S. (2011). El uso de la información situacional en la resolución de problemas aritméticos. *Infancia y Aprendizaje*, 34 (1), 81-94.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- Polya, G. (1986). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas. Traducción de Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.
- Rosales, J., Orrantía, J., Vicente, S. y Chamoso, J. M. (2008 a). La resolución de problemas aritméticos en el aula. ¿Qué hacen los profesores cuando trabajan conjuntamente con sus alumnos?. *Cultura Y Educación*, 20 (4), 423-439.
- Rosales, J., Orrantía, J., Vicente, S. y Chamoso, J. M. (2008 b). Studying Mathematics problem-solving classrooms. A comparisons between the discourse of in-service teachers and student teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 23, (3), 275-294.
- Rosales, J., Vicente, S., Chamoso, J. M^a, 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.
- Ruíz, A. (2013). *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 2013, Año 8. Número Especial, 7-111, Costa Rica.
- Sánchez, E., Ricardo, J., Castellano, N., De Sixte, R., Bustos, A., y García Rodicio, H. (2008). Qué cómo y quién: tres dimensiones para analizar la práctica educativa. *Cultura y Educación*, 20 (1), 95-118.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Florida USA: Academic Press, Inc.
- Socas, M. (2011). Aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas en Educación Primaria. Buenas prácticas. *Educatio Siglo XXI*, 29 (2), 199-224.
- Tahan, M. (1986). *El hombre que calculaba*. Mexico: Limusa, S.A.
- Verschaffel, L., Greer, B., y De Corte, E. (2000). *Making sense of Word problems*. The Netherlands: Swets & Zeitlinger Publishers.
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge: CUP.