

CONOCIMIENTO SOBRE LOS ESTUDIANTES COMO RESOLUTORES DE PROBLEMAS MANIFESTADO POR FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN PRIMARIA^{xxxvii}

Knowledge about students as problem solvers manifested by future primary teachers

Piñeiro, J. L., Castro-Rodríguez, E. y Castro, E.

Universidad de Granada

Resumen

En este trabajo presentamos un análisis del conocimiento sobre el aprendizaje de la resolución de problemas, específicamente sobre el conocimiento de los estudiantes como resolutores, manifestado por 149 futuros profesores de educación primaria al terminar su formación. A través de un cuestionario los sujetos manifestaron un mayor conocimiento sobre características de resolutores exitosos. Por ejemplo, reconocen que los buenos resolutores presentan una mejor organización de su conocimiento y un adecuado manejo de las emociones. Sin embargo, muestran respuestas dudosas al pedirles identificar características de resolutores novatos como la identificación de información importante o el uso de estrategias inadecuadas.

Palabras clave: *resolución de problemas, Educación Primaria, conocimiento del profesor.*

Abstract

We present an analysis on prospective primary teachers' knowledge about problem-solving learning, specifically about students as problem solvers upon completion of their university training. Through a questionnaire, 149 subjects manifested a greater knowledge about characteristics of successful solvers. For example, they recognize that good solvers present a better organization of their knowledge and adequate emotion' management. However, they show dubious answers by asking them to identify features of novice solvers such as identifying important information or using inappropriate strategies.

Keywords: *problem solving, Primary Education, teacher knowledge.*

INTRODUCCIÓN

Ser profesor de matemáticas requiere de un conocimiento más amplio que conocer el contenido matemático que se enseña. Por lo tanto, “el conocimiento necesario para enseñar efectivamente la resolución de problemas debe ser más que una capacidad general para resolver problemas” (Chapman, 2015, p. 19). Lester (2013) refuerza esta idea señalando que la capacidad de los profesores para resolver problemas complejos y cognitivamente exigentes no es suficiente para garantizar una enseñanza adecuada de resolución de problemas (en adelante, RP). Este autor señala que es necesario aclarar qué aspectos, además de la competencia del profesor como resolutor de problemas, deben formar parte del conocimiento del profesor de matemáticas. Sin embargo, numerosos trabajos han señalado las dificultades para delimitar el conocimiento profesional de los profesores en los marcos mayormente utilizados, existiendo solapamientos (Montes, Contreras y Carrillo, 2013) o la necesidad de incluir otros elementos teóricos para complementar los análisis (Rojas, Flores y Carrillo, 2013). Específicamente, las investigaciones que se ocupan del conocimiento profesional sobre RP de profesores evidencian una organización diferente a la

usualmente utilizada (Chapman, 2015), provocando entre otras limitaciones, omisiones en aspectos relativos a la naturaleza de la RP (Foster, Wake y Swan, 2014).

Enseñar la RP requiere que el profesor tenga una competencia pedagógica en la que los docentes presten atención a los estudiantes como resolutores, sin embargo esta acción es un desafío tanto para los profesores en activo (Saadati, Chandia y Ruiz, 2018) como para los futuros docentes (Felmer, Perdomo-Díaz, Cisternas, Cea, Randolph y Medel, 2015; Van Dooren, Verschaffel y Onghena, 2002). Por ejemplo, Crespo (2003) señala como uno de los factores más complejos de aprender por los profesores, la consideración del resolutor en la selección de problemas. Específicamente, los futuros profesores plantean problemas demasiado fáciles para las capacidades de los estudiantes. Así mismo, Livy y Downton (2017) realizan una clase con estudiantes de escuela primaria en la que los estudiantes para profesor participan como observadores. Los análisis a las reflexiones y observaciones de los futuros maestros muestran el asombro que generan las respuestas de los estudiantes cuando resuelven problemas y la importancia de atender al pensamiento matemático de los niños como clave para desarrollar su competencia matemática. Por su parte, Hallman-Thrasher (2017) señala que los futuros profesores son capaces de anticipar respuestas, pero tienen dificultades para mantener el nivel cognitivo de estas, no así cuando son inesperadas. No obstante, sus resultados sugieren que los futuros profesores conciben que anticipar las respuestas es lo deseado y cuando reciben respuestas inesperadas tratan de guiarlas a lo que se espera en vez de indagar en el error.

Estas consideraciones nos llevan a plantearnos la pregunta de investigación que guía este trabajo: ¿qué conocimiento manifiestan los futuros profesores de primaria sobre los estudiantes como resolutores de problemas una vez completada su formación universitaria? Debido a que los sujetos de este estudio presentan diferencias en su formación universitaria en educación matemática, hemos analizado y descrito su conocimiento considerando dos grupos, dado el impacto que podría tener en sus respuestas.

CONOCIMIENTO PROFESIONAL SOBRE RP

Entendemos el conocimiento profesional sobre RP, basándonos en el trabajo de Chapman (2015), que propone un marco específico, denominado “Conocimiento para la enseñanza de la RP matemáticos”, y en nuestra caracterización (Piñeiro, Castro-Rodríguez y Castro, 2019). Chapman (2015) considera como eje articulador la competencia del profesor para resolver problemas, distinguiendo un conocimiento del contenido sobre problemas, su resolución e invención; un conocimiento pedagógico sobre los estudiantes como resolutores y sobre las prácticas de enseñanza; además de una dimensión constituida por factores afectivos y creencias que afectan a la enseñanza y el aprendizaje de este tópico. Sin embargo, en investigaciones previas hemos detectado algunas carencias en él, y especificidades del profesor de primaria que este marco no contempla y que hacen compleja su utilización en la discusión de este conocimiento (Piñeiro, Castro y Castro-Rodríguez, 2016). Así, hemos reinterpretado este modelo partiendo de nuestro entendimiento sobre la competencia para resolver problemas (Piñeiro, Chapman, Castro-Rodríguez y Castro, 2019). En él, además de la propia competencia para resolver problemas del profesor, distinguimos dos dimensiones, una referida al conocimiento teórico del proceso, y otra a aspectos del conocimiento pedagógico relativos al aprendizaje y la enseñanza. En este trabajo nos limitamos al conocimiento pedagógico de la RP y particularmente al conocimiento de los estudiantes.

CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO SOBRE LA RP

Un primer elemento necesario para identificar el conocimiento profesional relativo a la enseñanza de la RP es adoptar una perspectiva del conocimiento sobre los procesos, en vez de un enfoque de contenidos matemáticos, tal como se realiza tradicionalmente en los modelos de conocimiento del profesor. Para ello, además del marco de Chapman (2015) y un análisis curricular (Piñeiro et al., 2016), recurrimos al triángulo didáctico adaptado al proceso de RP. Entendemos que el triángulo didáctico hace posible comprender el proceso de enseñanza de la RP de una manera holística,

manteniendo una fidelidad a la naturaleza del proceso (Nipper y Sztajn, 2008). Esta perspectiva hace emerger interacciones, la primeras son dobles (profesor/estudiante, estudiante/RP y profesor/RP) y han atraído la atención de la mayoría de la investigación en este campo. No obstante, la interacción triple ha sido señalada como central, si el propósito es mejorar el desempeño de los estudiantes al resolver problemas (Lester y Cai, 2016). La Figura 1 muestra la triada didáctica, sus relaciones, y nuestra interpretación de los elementos de conocimiento del profesor sobre la RP que se desprenden.

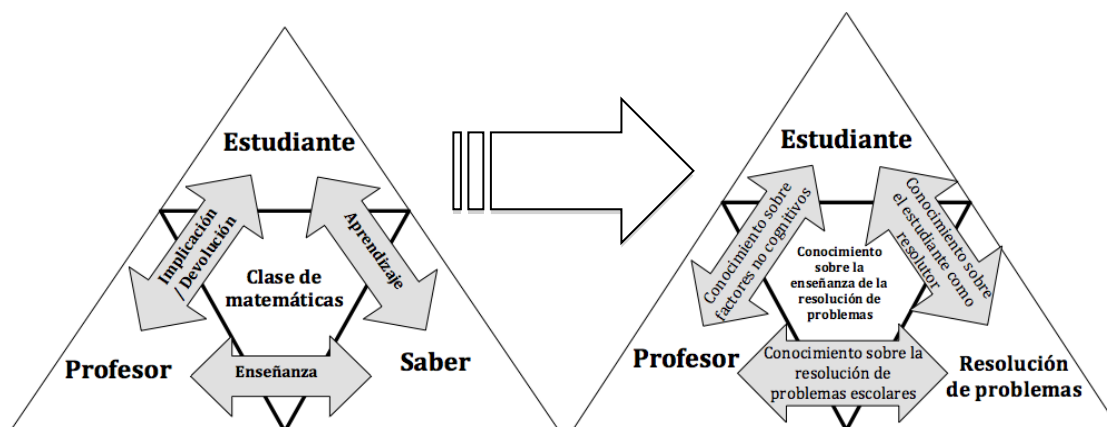


Figura 1. Triángulo didáctico y conocimiento pedagógico para resolver problemas

Estas relaciones permiten identificar y organizar elementos del conocimiento didáctico del profesor sobre la RP tan importantes como: a) el estudiante como resolutor, b) la RP como tarea escolar, c) factores no cognitivos que afectan la RP, y d) gestión de la enseñanza de la RP. Los tres primeros componentes tienen relación con el aprendizaje de la RP, mientras que el cuarto es relativo a su enseñanza. En este trabajo profundizamos en el primero de ellos, el conocimiento sobre el estudiante como resolutor, que contempla ideas sobre las características de los resolutores exitosos y las posibles dificultades (Piñeiro et al., 2019).

Conocimiento de los estudiantes como resolutores

Pensemos en un problema aritmético verbal cualquiera, un resolutor exitoso sería capaz de resolver el problema a través de representaciones, estrategias de conteo o algoritmos, identificaría la relación de cambio, composición, comparación o igualdad existente entre las cantidades y sería capaz de explicar cómo y qué situaciones provocaron que resolviera el problema de la forma en que lo hizo. Por su parte, un estudiante que presenta dificultades podría usar una estrategia de conteo del total de los elementos y se tomaría más tiempo en resolverlo que el resto de sus compañeros. Este conocimiento permite que el profesor focalice sus esfuerzos en brindar otras estrategias de resolución con un mayor grado de eficiencia, en vez de por ejemplo, ayudas para comprender el problema o representarlo. Tener un conocimiento de ambos aspectos, el éxito y las dificultades, proporcionan al profesor elementos sobre los cuales tomar decisiones para acompañar a sus estudiantes.

En nuestro contexto, supone un conocimiento del profesor que permite poner atención en lo que pueden hacer, qué puede interferir y hasta dónde se podrá desarrollar la competencia para resolver problemas de los estudiantes. Es decir, conocimiento sobre fortalezas y debilidades, que permitan acompañarlos en un desarrollo apropiado de habilidades involucradas en la RP (Chapman, 2015). Esta autora señala que los aspectos solicitados al profesor son: comprender la naturaleza conceptual de las dificultades y ser capaz de interpretarlas desde la perspectiva de los estudiantes, cualidades cognitivas y disposición de los estudiantes exitosos resolviendo problemas, y lo que los estudiantes son capaces de hacer mientras resuelven problemas. De este modo, las características de resolutores exitosos, y las posibles dificultades, permiten una delimitación y organización sobre lo que el

profesor espera que sus estudiantes aprendan, en términos de expectativas y limitaciones. A este respecto, Schoenfeld (1992) señala que los buenos resolutores se distinguen de los resolutores noveles en al menos las siguientes características:

- El conocimiento de los buenos resolutores está bien conectado con un esquema mental sofisticado, mientras que el de los resolutores noveles, no.
- Los buenos resolutores tienden a enfocar su atención en las características estructurales de los problemas, mientras que los resolutores noveles focalizan en características superficiales.
- Los buenos resolutores son más conscientes que los resolutores noveles de sus fortalezas y debilidades como resolutores de problemas.
- Los buenos resolutores son mejores que los resolutores noveles en el monitoreo y regulación de sus acciones y esfuerzos cuando resuelven problemas.
- Los buenos resolutores tienden a estar más preocupados que los resolutores noveles en obtener soluciones elegantes a los problemas.

Características de resolutores exitosos: una perspectiva que permite abordar las expectativas de aprendizaje son las características de resolutores exitosos (e.g. Kaur, 1997). Chapman (2015) señala que los profesores debiesen considerar dichas características para identificarlas en sus estudiantes con el fin de redirigir o reforzar según sea el caso. Aquí emergen las posibles formas de proceder asociadas a cada fase de resolver un problema y las estrategias de resolución que se espera los estudiantes puedan desarrollar (e.g. Posamentier y Krulik, 2009).

Dificultades y errores: las limitaciones están referidas a las posibles dificultades que pueden presentar y en los errores que estas pueden provocar en los estudiantes. Estos errores serán las evidencias visibles de la dificultad presentada por los estudiantes. Chapman (2015) señala que los errores permitirían una vía de entrada a la comprensión conceptual del problema presentado. Las dificultades ampliamente estudiadas son mayoritariamente referidas a problemas aritméticos de enunciado verbal, que en el contexto de la educación primaria toman gran relevancia (NCTM, 2000). No obstante, existen otras dificultades relativas al proceso de resolver un problema, como por ejemplo comprender las variables y condiciones del problema. Estas dificultades suponen que el profesor tenga conocimiento sobre cómo mediar cuando un estudiante no comprende el problema a través de, por ejemplo, representaciones.

MÉTODO

Para responder a nuestra pregunta de investigación, hemos utilizado un cuestionario por el poder que este tipo de instrumento para, entre otros, describir el conocimiento de las personas (Fink, 2003). Hemos optado por un instrumento cerrado y de carácter dicotómico, debido a que esperamos ciertas respuestas que nos muestren presencia o ausencia de un determinado conocimiento (Fink, 2003).

Contexto y participantes

En este estudio participan 149 estudiantes del grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada, España. Estos han sido agrupados de acuerdo a la formación recibida, por la incidencia que pueda tener en sus respuestas. Un primer grupo con 56 estudiantes (GA) y otro con 93 estudiantes (GB). Ambos grupos habían cursado a lo largo de sus estudios tres asignaturas del área de matemáticas. La primera centrada en el estudio del contenido de las matemáticas escolares. La segunda relativa a la enseñanza y aprendizaje de los distintos núcleos temáticos de las matemáticas escolares, concretada en aspectos cognitivos y didácticos. La tercera orientada al estudio del currículo y al diseño e implementación de unidades didácticas para la Educación Primaria.

En estas asignaturas, la RP se trata de manera transversal. Específicamente, al discutir significados y modos de uso de conceptos matemáticos. Las actividades en las que han participado son principalmente de dos tipos: clases magistrales en las que se presentan, guían y sintetizan algunos de los temas de los cursos. El formador presenta el tema, facilitando la comprensión de aquellos contenidos teóricos que tienen mayor complejidad, orientando las reflexiones y análisis de los alumnos, a partir de las lecturas de los textos recomendados en la bibliografía, moderando los posibles debates. Los futuros profesores tienen la oportunidad de resolver tareas matemáticas que pueden ejemplificar o introducir los contenidos tratados. El segundo tipo, denominado actividades prácticas, puede tener dos orientaciones, laboratorio y TIC. En las prácticas de laboratorio, los futuros profesores trabajan con materiales manipulativos y en las prácticas TIC se centran en la gestión de software educativo y recursos de Internet. Esta última se trata principalmente en la asignatura del primer curso. Ambos casos, promueven la adquisición de conceptos y el desarrollo de habilidades como el análisis semántico de problemas, la justificación de propiedades o técnicas matemáticas, entre otros. Así mismo, en el segundo y tercer curso han debido impartir clases de matemáticas en centros escolares.

El GB, además había cursado una asignatura optativa, de la cual uno de sus contenidos es la RP de manera explícita. Específicamente, se tratan aspectos tales como: a) caracterización y ejemplificación del papel de RP en el aprendizaje de las matemáticas y su vínculo con la competencia matemática, b) desarrollo y aplicación de estrategias y heurísticas para RP, c) aplicación de criterios para inventar problemas de Matemáticas, o d) análisis de las estrategias de enseñanza adecuadas para enseñar RP en el aula de matemáticas.

En definitiva, los futuros profesores de este estudio no han tenido una enseñanza explícita sobre características de estudiantes como resolutores.

Instrumento

Para el desarrollo del instrumento (Figura 2), tomamos como punto de partida el marco de Chapman (2015) sobre las categorías de conocimiento del profesor para enseñar RP.

Lee cada frase y marca con una equis la casilla SÍ o NO según corresponda.

Sección A1.
Lee las siguientes características de un posible estudiante y decide cuáles corresponden a un buen resolutor de problemas:

1.	Su conocimiento matemático está conectado y bien organizado.	SÍ	NO
2.	Son persistentes en mantener la planificación de la estrategia seleccionada.	SÍ	NO
3.	Tienden a centrar su atención en las características estructurales del problema y no en las superficiales u obvias.	SÍ	NO
4.	Se frustran con mayor facilidad al no conseguir los resultados rápidamente.	SÍ	NO
5.	Son conscientes de sus fortalezas y debilidades.	SÍ	NO
6.	Se muestran capaces de supervisar y regular su propio trabajo.	SÍ	NO
7.	Se preocupan de que su proceso de resolución esté bien hecho, utilizando estrategias sofisticadas, siendo claro y razonable en su proceso.	SÍ	NO
8.	Están menos preocupados por los detalles y más por acabar rápido.	SÍ	NO

Sección A.2.
De las siguientes características, ¿cuáles son comunes en los resolutores principiantes o novatos?

9.	Distinguen la información relevante de la irrelevante.	SÍ	NO
10.	Mantienen la planificación de su estrategia a pesar de que no sea apropiada.	SÍ	NO
11.	Son impulsivos en la elección de una estrategia de resolución.	SÍ	NO
12.	Mantienen su estrategia de solución aunque no observen resultados parciales adecuados.	SÍ	NO
13.	Tienen poca claridad del camino a seguir para alcanzar la solución.	SÍ	NO
14.	Utilizan estrategias poco apropiadas al tipo de problema propuesto.	SÍ	NO
15.	Encuentran un resultado sin revisar su coherencia.	SÍ	NO

Figura 2. Preguntas del cuestionario relativas al conocimiento de los estudiantes como resolutores

Procedimiento

El cuestionario fue aplicado al finalizar el curso académico 2017/2018 y fue respondido individualmente en una duración de aproximadamente 20 minutos. Los futuros profesores no fueron avisados con antelación y se obtuvo su consentimiento en la misma aplicación. Uno de los investigadores estuvo presente durante todo el proceso.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este estudio tiene como objetivo caracterizar el conocimiento teórico sobre el proceso de RP manifestado por los futuros maestros de primaria. Esto ha motivado el uso de una de las formas de interpretación del escalamiento multidimensional, que permite identificar las agrupaciones que emergen de sus respuestas, describir la característica común de estas y etiquetar el atributo presente en ellas (Bisquerra, 1989). Por lo tanto, hemos realizado dos análisis a los datos obtenidos.

En primer lugar, se realizaron agrupamientos de las respuestas, mediante un análisis multivariante a través de un escalamiento multidimensional ALSCAL (SPSS), siguiendo las recomendaciones de Bisquerra (1989). Este análisis fue realizado al cuestionario completo, es decir a sus 80 ítems; sin embargo, aquí presentamos solo los resultados de los relativos al conocimiento de los estudiantes como resolutores.

En este análisis, el “estrés constituye un importante elemento no solo para valorar el grado de ajuste conseguido mediante la representación, sino también para la decisión sobre la dimensionalidad de la misma” (Gil, 1993, p. 75). En ambos grupos, el cuestionario sobre aprendizaje arrojó 3 dimensiones. Para el GA el stress fue del 0,11. Esto es más alto que el 0,10 recomendado, probablemente debido al nivel de formación de este grupo. Sin embargo, hemos decidido mantener las tres dimensiones, pues como señala Bisquerra (1989), la presentación y la comprensión de los datos deben prevalecer. Debido a que tres dimensiones emergen en los demás cuestionarios de los grupos de cuarto año con un ajuste apropiado, mantenemos esta tridimensionalidad para hacer comparaciones. En el GB fue 0,8, considerado adecuado (Bisquerra, 1989).

La primera dimensión ha sido interpretada como acuerdo en el conocimiento y se corresponde con las respuestas a 54 preguntas en el GA y respuestas a 63 preguntas en el GB. Estas respuestas presentan un alto porcentaje de acuerdo en su respuesta, positiva o negativa.

La segunda dimensión está determinada por respuestas a 13 preguntas en el GA y respuestas a 10 preguntas en el GB. Ambos grupos presentan discrepancias en la cantidad de respuestas afirmativas y negativas, fluctuando sus porcentajes para cada opción. Hemos etiquetado a este grupo de respuestas como duda.

La tercera dimensión se corresponde con respuestas a 13 preguntas en el GA y respuestas a 7 preguntas en el GB. En ellas, sus porcentajes de acuerdo fluctúan o no para cada opción, pero al ser analizadas en conjunto a otras respuestas del cuestionario, estas presentan contradicciones, por lo que ha recibido esta etiqueta. Aquí resaltamos que algunos de los porcentajes de respuesta (como a la pregunta 9 y 10) se explican por la alta presencia que presentan en las dimensiones de acuerdo y duda, es decir, hay ítems que obtuvieron una alta presencia en más de una dimensión, pero aquí solo mostramos la dimensión en la que obtuvo mayor presencia.

La Tabla 1 muestra la distribución de las respuestas a las preguntas según su dimensionalidad y el conocimiento asociado.

Un segundo análisis es de carácter comparativo-descriptivo de las respuestas de ambos grupos. En los siguientes apartados se muestran organizadas de acuerdo a nuestro análisis teórico previo y las dimensiones obtenidas en el escalamiento multidimensional realizado a cada cuestionario

Tabla 1. Dimensionalidad y conocimientos en el cuestionario sobre estudiantes como resolutores

	Dimensión 1 Acuerdo		Dimensión 2 Duda		Dimensión 3 Contradicción	
	GA	GB	GA	GB	GA	GB
Características de resolutores exitosos	1, 4, 5, 6, 7, 8	1, 4, 5, 6, 7, 8	2, 3	2		3
Dificultades y errores	9, 11	9, 11, 13	10, 12, 13, 14, 15	10, 12, 14, 15		

Características de resolutores exitosos

Ambos grupos, cuando se trata de identificar características de resolutores exitosos, muestran respuestas que se ubican en la dimensión de acuerdos, a excepción de sus respuestas a las preguntas 2 y 3. En general los futuros profesores reconocen características de resolutores exitosos. Sin embargo, la persistencia que mantienen en el plan y la identificación de características estructurales y no superficiales son aspectos que se muestran difíciles. Por ejemplo, de los 58 estudiantes del GB que responden positivamente a que los resolutores exitosos se focalizan en características estructurales de los problemas (Pregunta 3), cerca de un 40% responde que los estudiantes novatos también son capaces de hacerlo. La Tabla 2 muestra los ítems y porcentajes de cada grupo.

Tabla 2. Porcentajes de respuestas a características de resolutores exitosos

Ítem	GA (N=56)		GB (N=93)	
	SÍ	NO	SÍ	NO
1 Conocimiento conectado y organizado	95,6	5,4	97,8	2,2
2 Son persistentes en el plan	71,4	28,6	60,2	39,8
3 Identifican características estructurales	75	25	62,4	37,6
4 Se frustran con facilidad	21,4	78,6	22,6	77,4
5 Conocen sus fortalezas y debilidades	85,7	14,3	93,5	6,5
6 Son metacognitivos	96,4	3,6	92,5	7,5
7 Preocupados del fondo y forma	96,4	3,6	92,5	7,5
8 Preocupados por acabar rápido	8,9	91,1	10,8	89,2

Dificultades y errores

En este conocimiento disminuyen las respuestas en la dimensión de acuerdos y se posicionan mayoritariamente en la de duda. Este hecho nos hace pensar que en general, las características de un resolutor novato son complejas de identificar por parte de los futuros profesores.

La Tabla 3 muestra el contenido de los ítems y porcentajes de cada grupo.

Tabla 3. Porcentajes de respuestas a dificultades y errores

Ítem	GA (N=56)		GB (N=93)	
	SÍ	NO	SÍ	NO
9 Distinguen información relevante	30,4	69,6	36,6	63,4
10 Son persistentes en el plan	69,6	30,4	64,5	35,5
11 Son impulsivos	89,3	10,7	82,8	17,2
12 Mantienen estrategia sin ver resultados parciales	75	25	72	28
13 No tienen claridad de la estrategia a seguir	76,8	23,2	80,6	19,4
14 Utilizan estrategias poco adecuadas	66,1	33,9	73,1	26,9
15 No revisan la coherencia del resultado	76,8	23,2	78,5	21,5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Chapman (2015) señala que el conocimiento de las características de resolutores exitosos y posibles dificultades es un activo que deberían conocer los profesores. En este sentido nuestro trabajo aporta información sobre este aspecto. Los resultados muestran que ambos grupos manifiestan conocimiento teórico sobre los estudiantes como resolutores. Sin embargo, las preguntas relativas a indagar en dificultades y errores, a través de la etiqueta resolutores novatos, arrojan que los conocimientos de los futuros profesores presentan dudas e incluso algunas contradicciones, especialmente en el grupo sin formación adicional. Este resultado podría ser explicado por la formación recibida y que se puede observar en manuales (e.g. Flores y Rico, 2015) utilizados por los formadores. En ellos, cuando se trata explícitamente la RP, se tratan características del resolutor ideal. Así mismo, los errores y dificultades a los que los futuros profesores son expuestos tienen relación con conceptos matemáticos, omitiendo estas características de resolutores novatos.

Nuestros resultados muestran que el conocimiento de los futuros profesores sobre el aprendizaje de la RP no parece estar organizado y conectado. Esto es debido a que a pesar de poseer conocimiento sobre cómo puede verse un estudiante exitoso, los profesores en formación no son capaces de extrapolar ese conocimiento a un estudiante que no posea las características señaladas. Por otro lado, un resultado desalentador tiene relación con que este conocimiento pareciera ser generalizado para ambos grupos, pues sus respuestas se ubican en dimensiones bastante similares a pesar de la diferente formación recibida. Nuestros resultados parecen sugerir que la formación adicional no es suficiente cuando se trata de características de resolutores novatos. Esto reafirma la dificultad que tiene para los profesores el desarrollo de su conocimiento sobre RP (Hallman-Thrasher, 2017), y pone de manifiesto la necesidad de profundizar en este tipo de conocimiento en la formación inicial.

Livy y Downton (2017) señalan que una mediación activa por parte de los futuros profesores produce buenos resultados en el desarrollo de su competencia para resolver problemas. Estos autores plantean la importancia de que los profesores sean capaces de identificar los puntos críticos en las soluciones de los estudiantes y basen su mediación en ellos. En este sentido, nuestro trabajo complementa estos hallazgos pues la identificación de características y dificultades de los estudiantes como resolutores ayudaría a tomar buenas decisiones a los futuros profesores. Así mismo y como han mostrado otros estudios (Crespo, 2003; Hallman-Thrasher, 2017), los futuros profesores tienden a subestimar la habilidad de sus estudiantes para resolver problemas, planificando actividades poco desafiantes. A este panorama, debe agregarse el bajo nivel de competencia para resolver problemas que presentan los futuros profesores de primaria españoles (Nortes y Nortes, 2016). Creemos que este hecho podría provocar que el conocimiento sobre resolutores exitosos no sea de utilidad, pues el conocimiento que se tenga de las matemáticas implicadas en los problemas los haría conscientes de las ideas claves presentes ya que los futuros profesores tienden a evaluar las actuaciones de los posibles estudiantes de acuerdo a su propio actuar cuando resuelven problemas (Van Dooren et al., 2002).

Las condiciones que permiten que una genuina RP emerja, son complejas y requieren por parte del profesor un conocimiento matemático y didáctico profundo (Chapman, 2015). Este trabajo lo focalizamos en el conocimiento didáctico, específicamente en el componente relativo a los estudiantes como resolutores de problemas. Los futuros profesores de este estudio manifiestan un conocimiento teórico sobre los estudiantes como resolutores. Sin embargo, debido a las dificultades para reconocer las dificultades o características de resolutores noveles en sus respuestas, es posible que ese conocimiento no se traslade a la práctica docente. Por tanto, creemos necesario que los programas de formación se preocupen de este aspecto, fomentando habilidades que hagan posible la transferencia de sus conocimientos a la práctica de aula. Algunos enfoques que permiten a los estudiantes interactuar con estudiantes reales (e.g. Crespo, 2003; Livy y Downton, 2017), permite a los futuros docentes ser conscientes de las capacidades de sus posibles futuros estudiantes.

Un resultado que resalta de este estudio es que, al contrario de lo que podría creerse, los futuros profesores manifiestan un conocimiento teórico sobre la RP que contrasta con su competencia para resolver problemas expuesta en otras investigaciones (e.g. Nortes y Nortes, 2016). Lo que difiere con la premisa el conocimiento sobre los conceptos matemáticos mejora el conocimiento didáctico del contenido (e.g. Carrillo, 2014). Sin embargo, nuestros resultados sugieren que esta relación que se ha manifestado cuándo se analiza el conocimiento desde la perspectiva de los conceptos puede darse de una manera diferente cuando nos situamos desde la perspectiva de un proceso como la RP.

Finalmente, este tipo de estudios permiten identificar áreas problemáticas en las que profundizar en futuras investigaciones de carácter cualitativo. Esto es debido a que el carácter mayormente cuantitativo de nuestros resultados no permite conocer las razones subyacentes de las respuestas de los futuros profesores que serían accesibles con un enfoque cualitativo.

Referencias

- Bisquerra, R. (1989). *Introducción conceptual al análisis multivariable: un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISTEL y SPAD*. Barcelona: PPU.
- Carrillo, J. (2014). El conocimiento de los estudiantes para maestro (TEDS-M España) desde la perspectiva de su especialización. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 115-123). Salamanca: SEIEM.
- Chapman, O. (2015). Mathematics teachers' knowledge for teaching problem solving. *LUMAT: International Journal on Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 19-36.
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 243-270.
- Felmer, P., Perdomo-Díaz, J., Cisternas, T., Cea, F., Randolph, V. y Medel, L. (2015). La resolución de problemas en la matemática escolar y en la formación inicial docente. *Estudios de Política Educativa*, 1(1), 64-105.
- Fink, A. (2003). *How to Ask Survey Questions* (2a ed.). Thousand Oaks, EE.UU.: Sage Publications.
- Flores, P. y Rico, L. (2015). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación primaria*. Madrid: Pirámide.
- Foster, C., Wake, G. y Swan, M. (2014). Mathematical knowledge for teaching problem solving: Lessons from lesson study. En S. Oesterle, P. Liljedahl, C. Nicol y D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education, Vol. 3* (pp. 97-104). Vancouver, Canadá: PME.
- Gil, J. (1993). La posición del profesorado ante el cambio educativo. Un escalamiento multidimensional no métrico de los discursos sobre la reforma. *Revista de Investigación Educativa*, 21, 67-82.
- Hallman-Thrasher, A. (2017). Prospective elementary teachers' responses to unanticipated incorrect solutions to problem-solving tasks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20(6), 519-555.
- Kaur, B. (1997). Difficulties with problem solving in mathematics. *The Mathematics Educator*, 2(1), 93-112.
- Lester, F. K. (2013). Thoughts about research on mathematical problem-solving instruction. *The Mathematics Enthusiast*, 10(1-2), 245-278.
- Lester, F. K. y Cai, J. (2016). Can Mathematical Problem solving be taught? Preliminary answers from 30 years of research. En P. Felmer, E. Pehkonen y J. Kilpatrick (Eds.), *Posing and Solving Mathematical Problems. Advances and New Perspectives* (pp. 117-135). Nueva York, EE.UU.: Springer.
- Livy, S. y Downton, A. (2017). Exploring experiences for assisting primary pre-service teachers to extend their knowledge of student strategies and reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 51, 150-160.

- Montes, M. Á., Contreras, L. C. y Carrillo, J. (2013). Conocimiento del profesor de matemáticas: enfoques del MKT y del MTSK. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 403-410). Bilbao: SEIEM.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, EEUU: Autor.
- Nipper, K. y Sztajn, P. (2008). Expanding the instructional triangle: Conceptualizing mathematics teacher development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(4), 333-341.
- Nortes, R. y Nortes, A. (2016). Resolución de problemas, errores y dificultades en el grado de maestro de primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 34(1), 103-117.
- Piñeiro, J. L., Castro, E. y Castro-Rodríguez, E. (2016). Conocimiento profesional para la enseñanza de la resolución de problemas en primaria: una perspectiva curricular. En J. A. Marcías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, ... y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 427-436). Málaga: SEIEM.
- Piñeiro, J. L., Castro-Rodríguez, E. y Castro, E. (2019). Componentes de conocimiento del profesor para la enseñanza de la resolución de problemas en Educación Primaria. *PNA*, 13(2), 104-129.
- Piñeiro, J. L., Chapman, O., Castro-Rodríguez, E. y Castro, E. (2019). Exploring prospective primary school teachers' mathematical problem-solving knowledge. En J. Novotná y H. Moraová (Eds.), *Proceedings of the International Symposium Elementary Mathematics Teaching. SEMT '19* (pp. 305-315). Praga, República Checa: Charles University.
- Posamentier, A. S. y Krulik, S. (2009). *Problem solving in mathematics. Grades 3–6: Powerful strategies to deepen understanding*. Thousand Oaks, EE.UU.: Corwin.
- Rojas, N., Flores, P. y Carrillo, J. (2013). Caracterización del conocimiento matemático para la enseñanza de los números racionales. *AIEM*, 4, 47-64.
- Saadati, F., Chandia, E. y Ruiz, N. (2018). Pedagogical problem-solving knowledge of Chilean mathematics teachers and instructional reflection. En D. M. Gómez (Ed.), *Proceedings of the first PME Regional Conference: South America* (pp. 129-136). Rancagua, Chile: PME.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. En D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). Nueva York, EE.UU.: Macmillan.
- Van Dooren, W., Verschaffel, L. y Onghena, P. (2002). The impact of preservice teachers' content knowledge on their evaluation of students' strategies for solving arithmetic and algebra word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 319-351.

^{xxxvii} Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto PGC2018-095765-B-I00 (MICIN) del Gobierno Español, y gracias CONICYT Chile y una Beca de Doctorado en el Extranjero, folio 72170314.