

Concepciones de los futuros profesores de matemática sobre las competencias profesionales implicadas en la enseñanza de la estadística¹

Miguel Friz Carrillo

Francisco Rodríguez Alveal

Universidad del Bío-Bío, Chile

Susan Sanhueza Henríquez

M. Cristina Cardona Moltó

Universidad de Alicante, España

Introducción

El trabajo se enmarca conceptualmente en la dimensión afectiva de las matemáticas (Gómez-Chacón, 2006), perspectiva desde la que se destaca el papel de las emociones, actitudes, creencias y comportamientos en la construcción del conocimiento y pensamiento matemático. Para Carmona (2004), las actitudes son predisposiciones para responder positiva o negativamente ante una situación y están compuestas por un dominio afectivo (emoción, motivación), un dominio de funcionamiento (comportamiento o tendencia de acción) y un dominio cognoscitivo (creencia o conocimiento). Precisamente, en esta última dimensión se enmarca nuestra investigación que tiene como propósito analizar las concepciones que poseen los estudiantes para profesor sobre la enseñanza y aprendizaje de la estadística. Partimos del supuesto de que los estudiantes para profesor ponen en juego diferentes concepciones (conocimientos y creencias) de las matemáticas que tienen que ver con sus propias experiencias y que inciden en las tareas profesionales que ellos trasladan al aula en el desarrollo de prácticas profesionales y/o en el propio ejercicio de la profesión. Estrada y Batanero (2008) señalan que el modelo de enseñanza experimentado en la escuela primaria y secundaria determina las percepciones de los estudiantes para profesor sobre diversos aspectos de la estadística y que estos factores pueden impedir el estudio de la estadística y desanimar las intuiciones de los estudiantes que son de gran utilidad para aplicar este conocimiento fuera del aula. En esta misma línea, Friz, Sanhueza y Sánchez (2009) indican que los procedimientos, mecanismos o estrategias utilizados en la formación inicial son transferidos posteriormente a los estudiantes, entrando en conflicto modelos de formación en la época escolar, luego universitaria y conjuntamente con maestros del sistema educativo con quienes se vinculan a través de las prácticas tempranas. Respecto de la enseñanza de la estadística, Batanero (2005) señala que la estadística tiene contenidos y procedimientos que le son propios y que si no se trabajan e interiorizan de forma adecuada, particularmente en la educación secundaria, no sólo se impide que el alumnado tenga una base sólida para seguir construyendo conocimientos más complejos, sino que se dificulta que los alumnos adquieran competencias que les permitan desenvolverse adecuadamente en la vida cotidiana.

¹Proyecto de investigación regular financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad del Bío-Bío, Chile (DIUBB).

Competencia profesional del profesor en formación

Durante su formación, los estudiantes para profesor reciben una instrucción en educación matemática que les habilita para resolver diferentes situaciones de enseñanza y aprendizaje en el aula. Tienen un interés particular las habilidades y destrezas que el futuro profesor debe poner en práctica con mayor o menor competencia. Medina, Domínguez, Cabrerizo y Sánchez (2007) conciben la competencia como una combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes que se ponen en acción para un desempeño adecuado en un contexto dado. Hablan de un saber actuar del futuro profesor que moviliza todos los recursos de los que dispone. La *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OCDE, 2004) define la competencia matemática como la capacidad de los estudiantes para reconocer, comprender y participar en las matemáticas y opinar con fundamento sobre el papel que desempeñan las matemáticas en la vida diaria. Si los conocimientos específicos son importantes, aún es más relevante la aplicación de estos conocimientos en la vida cotidiana, lo que requiere de destrezas más generales como la comunicación, adaptabilidad, flexibilidad, capacidad para solucionar problemas y la utilización de las tecnologías de la información.

Sobre la base de las competencias evaluadas en PISA (pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelizar, plantear y resolver problemas, representar y utilizar lenguaje simbólico, formal y técnico, y operaciones), Lupiáñez y Rico (2008) definen una serie de competencias profesionales que debería incorporar el futuro profesor: a) competencias referidas al *diseño curricular* en relación a las que el estudiante para maestro debe tomar decisiones sobre qué competencias interesa desarrollar y, por tanto, qué capacidades hay que esperar que los escolares alcancen sobre cada tema de un curso, b) competencia referida al *análisis del contenido* donde se ponen de manifiesto una multitud de significados de las nociones matemáticas involucradas y se describen los vínculos que se establecen entre ellas y c) competencia asociada a las decisiones personales que el futuro profesor toma a la hora de *planificar sus clases*. Como se puede observar, un programa de formación de maestros basado en competencias estaría contribuyendo a transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en la medida que se consigue articular la teoría con la práctica.

Llinares (2002) señala que se pueden considerar diferentes dimensiones del concepto de competencia matemática como componentes del conocimiento profesional. Entre ellas destacan:

- *Conocimiento didáctico general*, conocimiento relacionado con la enseñanza en general.
- *Conocimiento de las matemáticas y de las matemáticas escolares*.
- *Conocimiento pedagógico específico de las matemáticas*, conocimiento relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas escolares.
- *Conocimiento sobre las cogniciones de los aprendices*.
- *Conocimiento del currículo matemático*.

Los antecedentes que preceden ponen de relieve que la construcción de conocimiento necesario para enseñar estadística está condicionada por la representación mental que los sujetos han ido elaborando sobre la base de sus experiencias. Por ello, consideramos que el estudio sobre competencias matemáticas y, en particular, en el área de la estadística, debe ser central en los programas de formación del profesorado de educación secundaria. Considerando el objetivo general de la investigación, en este trabajo nos hemos preguntado ¿qué valoración realizan los estudiantes para profesor de las competencias relativas a la enseñanza de la estadística?, ¿puede ésta valoración ser modificada a partir de métodos activos que integren el trabajo colaborativo, la reflexión y el uso de tecnología educativa? Para dar respuesta a estas interrogantes se plantearon los siguientes objetivos:

1. Diseñar y validar una escala de competencias profesionales para la enseñanza de la estadística para su uso con estudiantes para profesor de matemáticas.
2. Valorar las percepciones que tienen los estudiantes para profesor de matemáticas al inicio y al término del programa relativas a la enseñanza de la estadística.

3. Examinar posibles diferencias en dichas percepciones atribuibles a la metodología empleada en el curso.

Método

Enfoque y diseño

La investigación se adscribió a un enfoque metodológico cuantitativo, diseño no-experimental descriptivo del tipo encuesta, en coherencia con el problema en estudio (Gay y Airasian 2000). La recogida de la información se obtuvo a través de un cuestionario administrado a estudiantes para profesor de la carrera de pedagogía en educación matemática.

Participantes y contexto

Participaron en el estudio 81 estudiantes de cuarto año de pedagogía en educación matemática de una universidad pública y regional de Chile de la asignatura *Didáctica de la Estadística* (2008-09). En cuanto al género, la distribución fue de 60 hombres (75%) y 21 mujeres (25%). Sus edades oscilaban entre 22 y 35 años, siendo la media de 25 ($DT = 2.4$).

Contexto del programa Didáctica de la Estadística

Se implementó un entorno de aprendizaje virtual a través de una plataforma institucional. Los estudiantes accedían con una clave al entorno y encontraban el programa, los objetivos y contenidos del curso y eventos evaluativos. También se encontraban disponibles artículos y capítulos de libros referidos a los contenidos del curso con el propósito de dotar de significado las respuestas que los estudiantes daban en sus participaciones en el foro. Se les planteaban problemas reales y a través de los foros los estudiantes intercambiaban ideas, elaboraban sus respuestas, proporcionaban argumentos, daban diferentes alternativas a un mismo problema e identificaban posibles dificultades que pudiera presentar el alumnado. También se ofrecía literatura complementaria e hipervínculos para acceder a actividades específicas sobre una temática.

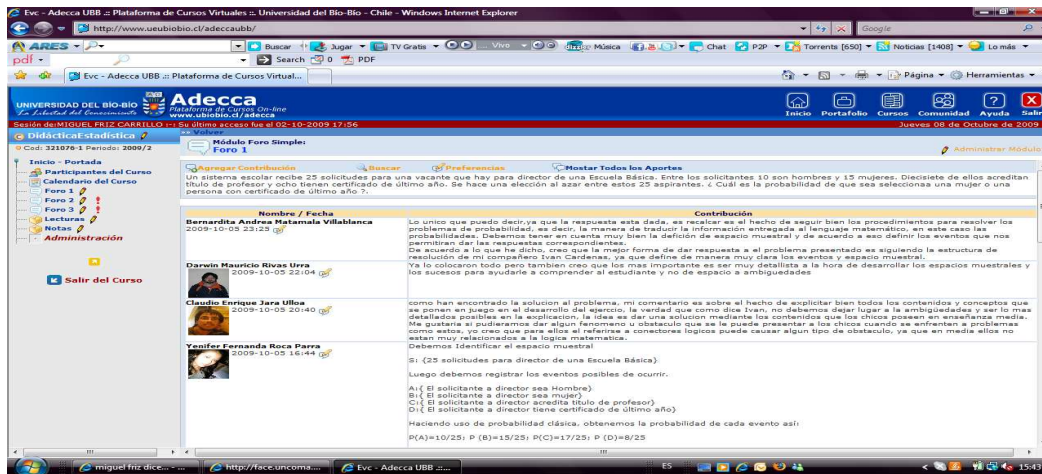


Fig.1 Aportaciones Foro I

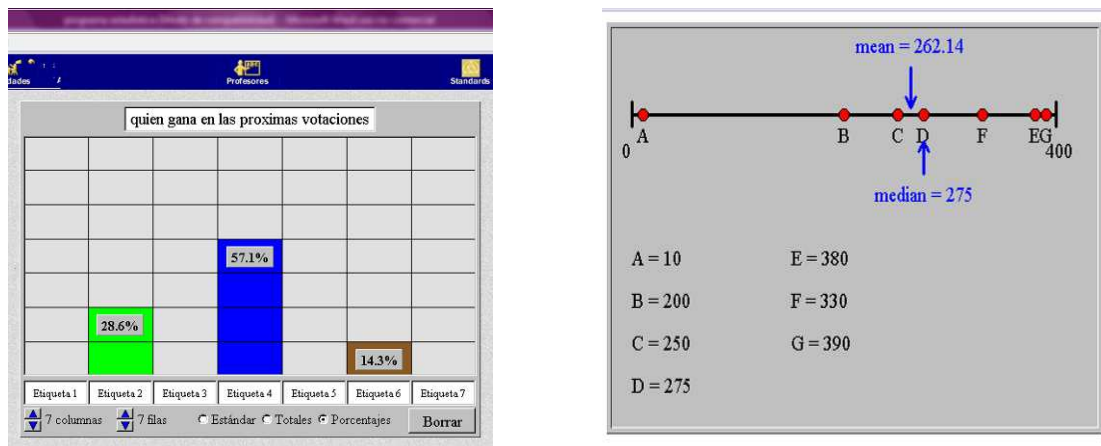


Fig.2 Actividades desarrolladas con apoyo de las TIC

Se propició el estudio de la estadística desde perspectivas dinámicas que posibilitaron que los estudiantes: participaran activamente en la búsqueda de soluciones, plantearan conjeturas, ensayaran procesos de búsqueda, realizaran comprobaciones experimentales, desarrollaran habilidades en el uso de la tecnología, analizaran el potencial del contenido estadístico, valoraran las posibilidades de los recursos tecnológicos, crearan nuevas formas de aprender, y justificaran la vinculación entre el contenido de la estadística y el contenido didáctico (Penalva, Roig y Del Rio, 2009).

Variables e instrumento

Las percepciones de los estudiantes hacia la estadística se midieron a través de un cuestionario diseñado *ad hoc* que constaba de dos partes. La parte I contenía variables demográficas: curso, edad y género. La parte II incluía la *Escala de Competencias Profesionales en Estadística* diseñada por los autores sobre la base de los actuales planteamientos del currículo oficial de educación secundaria en el subsector de educación matemática de Chile (contenidos que fueron abordados por los futuros profesores durante su escolarización en la educación secundaria), las competencias propuestas por el programa de pedagogía en educación matemática de la universidad participante, los estándares de la *National Council of Teachers of Mathematics* en el ámbito de datos y azar y literatura de didáctica de la estadística. La escala Likert estuvo compuesta por 30 reactivos a los cuales los estudiantes para profesor respondían expresando el grado de importancia que tenían para ellos los aspectos consultados (0 *nada importante* a 5 *muy importante*). Se realizaron diversos análisis para examinar las propiedades psicométricas del instrumento. En primer lugar, se estudi  la validez de contenido que arrojó un índice de validez de contenido de .91 calculado según el procedimiento descrito por Lawshe (1975),  ndice que se considera muy bueno. Los análisis llevados a cabo para estimar la fiabilidad del instrumento como consistencia interna arrojaron un *alpha* de Cronbach = .88 para el total de la muestra. También se estudi  la validez de constructo (análisis factorial) del instrumento resultante. Para el análisis factorial exploratorio se empleó como método de extracción el análisis de componentes principales (rotación *varimax*). El  ndice de adecuación muestral de KMO resultó adecuado (.93), así como la prueba de esfericidad de Bartlett, $\chi^2(190) = 781.436; p < .000$. Esos resultados nos hacen pensar que el instrumento reúne las propiedades psicométricas adecuadas para su uso con estudiantes para profesor (Kerlinger y Lee, 2002).

Análisis de los datos

Los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS 14.0 y las técnicas utilizadas, dados los objetivos planteados, fueron: descriptivos, frecuencia, porcentajes, técnicas de reducción de datos (análisis factorial) e inferencia estadística (comparación medias y porcentajes), trabajándose con un $\alpha = 0.5$.

Resultados

En términos generales, las competencias más valoradas por los estudiantes al inicio del curso fueron el conocimiento pedagógico relativo al aprendizaje de la estadística donde destacan el conocimiento del desarrollo físico, psicológico y social de los aprendices (71%), las habilidades para diseñar espacios educativos apropiados para la clase (70%) y el conocimiento de las implicaciones educativas de las TIC (66%). De interés resulta que un alto porcentaje de los estudiantes para profesor considerasen de alta importancia el dominio cognoscitivo del contenido de la estadística (67%), aunque no se evidenciara esta competencia en ellos. En relación con las competencias matemáticas más valoradas por los estudiantes se encuentran las relativas al uso de datos como por ejemplo *distinguir entre diversos tipos de estudio los tipos de inferencias que mejor la representan* (60%) y *conocer el papel del orden aleatorio en revisiones de datos y experimentos* (45%). La competencia menos valorada son los *cálculos de estadística básica* (29%). De la competencia referida a la selección y uso de métodos estadísticos apropiados para analizar datos, los alumnos consideran de gran importancia las *ecuaciones y coeficientes de regresión y coeficientes de correlación* (38%) y asignan una menor valoración a la *identificación de tendencias en datos bivariados* (26%). El dominio de inferencias y predicciones basadas en datos evidencia que los futuros profesores asignan escasa importancia a los *tipos de muestreo como base para la inferencia informal* (18%). Por último, en relación con la competencia referida a comprensión y aplicación de conceptos básicos de estadística destacan el *conocimiento de conceptos y cálculos de probabilidad* (30%), las *simulaciones para construir distribuciones de probabilidad empíricas* (40%) y el *cálculo e interpretación del valor esperado de variables aleatorias en casos simples* (48%).

Diferencias en las percepciones de los estudiantes al inicio y término del curso

Con el propósito de buscar diferencias estadísticamente significativas entre la primera recogida de datos y la segunda se realizaron pruebas estadísticas paramétricas para comparación de medias entre grupos, específicamente la prueba *t* para muestras relacionadas. La prueba *t* para muestras relacionadas se emplea con un solo grupo de personas de las que se tienen dos medidas de las mismas variables tomadas en dos momentos (pre test y post test). Se evalúa a cada persona en el tiempo 1 y en el tiempo 2 tras la participación en el programa (Cardona, 2002). Los resultados de estos análisis se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de las competencias profesionales entre el pre y postest

Ítem	Competencia	<i>t</i>	gl	Sig.	Dif. a favor
<i>Ítems relativos al conocimiento pedagógico</i>					
1	Planifica e implementa actividades	3.2	80	.001	1>2
2	Trabaja sobre la base de la resolución de problemas	2.6	80	.009	1>2
3	Conoce las características psicosociales de los aprendices	2.8	80	.006	1>2
4	Crea un clima participativo en el aula	0.1	80	.896	
5	Reflexiona sobre su práctica	3.4	80	.001	1>2
6	Demuestra dominio cognoscitivo del contenido	2.1	80	.032	1>2
7	Promueve el uso de algoritmos en los problemas	4.5	80	.000	1>2
8	Evalúa de forma permanente y diversificada	.59	80	.556	
9	Diseña ambientes y espacios físicos apropiados para el grupo	2.8	80	.005	1>2
10	Trabaja en equipo junto a otros profesionales y/o especialistas	2.1	80	.038	1>2
11	Conoce las implicaciones educativas de las TIC	2.6	80	.010	1>2
<i>Ítems referidos al conocimiento matemático (estadística)</i>					
12	Distingue los tipos de inferencias que mejor	.080	80	.937	

	representan un estudio				
13	Conoce el papel del orden aleatorio en revisión de datos	-1.3	80	.175	
14	Conoce el significado de datos de medida, categóricos y variables	-5.2	80	.000	1<2
15	Conoce representaciones gráficas para mostrar datos (gráficos)	2.0	80	.044	1>2
16	Realiza cálculos de estadística básica	-1.3	80	.185	
17	Domina datos de medida univariados	-6.4	80	.000	1<2
18	Domina datos de medida bivariados	-5.1	80	.000	1<2
19	Muestra datos bivariados con variable categórica	-6.4	80	.000	1<2
20	Reconoce transformaciones lineales de datos univariados	-7.9	80	.000	1<2
21	Identifica tendencias en datos bivariados	-7.9	80	.000	1<2
22	Evalúa informes publicados basados en datos	-5.5	80	.000	1<2
23	Realiza simulaciones para explorar la variabilidad	-2.6	80	.010	1<2
24	Comprende la estadística muestral (distribuciones, parámetros)	-4.4	80	.000	1<2
25	Comprende técnicas de estadística descriptiva	-3.1	80	.002	1<2
26	Comprende conceptos probabilidad	.62	80	.535	
27	Comprende y construye conceptos de espacio muestral	.78	80	.434	
28	Usa simulaciones para distribución de probabilidad empírica	-7.8	80	.000	1<2
29	Calcula e interpreta el valor esperado	.87	80	.384	
30	Calcula la probabilidad de un acontecimiento compuesto	-.56	80	.574	

Los resultados muestran que al inicio del curso los estudiantes valoraban principalmente el conocimiento proveniente de áreas como la pedagogía o la psicología como por ejemplo *Conoce las características psicosociales de los aprendices* [$t(80) = 2.8$; $p = .006$] ó *Planifica e implementa actividades* [$t(80) = 3.2$; $p = .001$], lo que podría explicarse por la formación recibida. Mientras que, en la mayoría de los ítems referidos al conocimiento de la disciplina se presentan diferencias estadísticamente significativas a favor del postest, lo que permite inferir que las concepciones de los estudiantes han sido modificadas a partir de la intervención desarrollada durante el curso que incorporó trabajo colaborativo, procesos reflexivos y uso de TIC. Así tenemos que en la mayoría de los ítems relativos a la disciplina estadística como por ejemplo *Reconoce transformaciones lineales de datos univariados* [$t(80) = -7.9$; $p = .000$] ó *Comprende técnicas de estadística descriptiva* [$t(80) = -3.1$; $p = .002$], los estudiantes lograron una mayor comprensión de los conceptos lo que les hace modificar sus concepciones.

Conclusiones

Los resultados nos permiten concluir que los estudiantes para profesor inician el curso con una serie de percepciones sobre las matemáticas y específicamente sobre la estadística que requieren ser investigadas, de ahí la necesidad de contar con herramientas técnicas que faciliten la identificación de estas concepciones. Desde esta perspectiva, los resultados del análisis de fiabilidad y validez de la *Escala de Competencias Profesionales en Estadística* presentada en el estudio son alentadores. Los coeficientes obtenidos sugieren que el instrumento posee consistencia interna y constituye una medida adecuada de la valoración realizada por los estudiantes.

La metodología de investigación empleada (pretest/postest) permitió trabajar con un mayor énfasis en aquellos aspectos que inicialmente valoraron peor los estudiantes, ya que pensamos que sus

respuestas no sólo podían integrar comprensiones limitadas relativas a la estadística, sino también un desconocimiento de las competencias profesionales necesarias para enseñar la disciplina. En el desarrollo del curso los estudiantes incorporaron herramientas conceptuales provenientes de la didáctica de la estadística que les facilitaron la adquisición de conocimientos y habilidades necesarias para el diseño y desarrollo de tareas matemáticas escolares.

Los resultados muestran que al inicio del curso los estudiantes valoran principalmente el conocimiento pedagógico procedente de la pedagogía o de la psicología, lo que podría explicarse por la formación recibida; sin embargo, sus competencias y conocimientos se van modificando en la medida en que interactúan en el entorno de aprendizaje (Llinares, Valls y Roig, 2008; Sanhueza, Penalva y Torregrosa, 2009) diseñado para el curso. El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), así como la participación en los foros en un entorno colaborativo de aprendizaje (Penalva et al., 2009) han promovido la negociación de significados entre los estudiantes y por tanto un aumento de la comprensión del contenido estadístico y didáctico que a su vez propician un cambio en la valoración de las competencias profesionales y matemáticas. Finalmente, es necesario motivar estudios similares que proporcionen información para la toma de decisiones y que ayuden a reestructurar programas, actualizar contenidos, definir perfiles, revisar la vinculación con el medio escolar y reflexionar acerca de las propias creencias que limitan las expectativas que los profesores ponen en sus alumnos.

Referencias

- Batanero, C. (2005). Significados de la probabilidad en la educación secundaria. *RELIME: Revista Latinoamericana de Investigación en Matemáticas*, 8(3), 247-264.
- Cardona, M.C. (2002). *Introducción a los métodos de investigación en educación*. Madrid: EOS.
- Carmona, J. (2004). Una revisión de las evidencias de fiabilidad y validez de los cuestionarios de actitudes y ansiedad hacia la estadística. *Statistics Education Research Journal*, 3 (1), 5-28.
- Estrada, A. y Batanero, C. (2008). Explaining teachers' attitudes towards statistics. In C. Batanero, G. Burril, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in school mathematics*. Challenges for Teaching and Teacher Education.
- Friz, M., Sanhueza, S. y Sánchez, A. (2009). Conocimiento que poseen los estudiantes de pedagogía en Dificultades de Aprendizaje de las Matemáticas (DAM). *Estudios Pedagógicos*, 35 (1), 47-62.
- Gómez-Chacón, I. M. (2006). Matemáticas: El informe PISA en la práctica. Una acción formativa del profesorado. *Uno. Revista de Didáctica de la Matemática*, 41, 40-51.
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill.
- Lawshe, C.H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- Lupiáñez, J. L. y Rico, L. (2008). Análisis didáctico y formación inicial de profesores: competencias y capacidades en el aprendizaje de los escolares. *PNA*, 3(1), 35-48.
- Llinares, S. (2002). La práctica de enseñar y aprender a enseñar matemáticas. La generación y uso de instrumentos de la práctica. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 19, 115-124.
- Llinares, S., Valls, J. y Roig, A. (2008). Aprendizaje y diseño de entornos de aprendizaje basado en videos en los programas de formación de profesores de matemáticas. *Educación Matemática*, 3(20), 31-54.
- Medina, A., Domínguez, M.C., Cabrerizo, J. y Sánchez, C. (2007). La formación de las competencias profesionales mediante el empleo de la plataforma. En *V Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria* (Recurso electrónico). Universidad de Alicante.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) e Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo. INECSE (2004). *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas*. Madrid: INECSE

Penalva, M.C., Roig, A. y Río, M. del (2009). Experimento de Enseñanza: Tareas de Aprendizaje de la Geometría en la formación de maestros de Educación Infantil. En *VII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. La calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje universitario desde la perspectiva del cambio*. Universidad de Alicante.

Sanhueza, S., Penalva, M.C. y Torregrosa, G. (2009). Evaluación de competencias matemáticas y profesionales relativas a la Educación Infantil. Comunicación *VII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. La calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje universitario desde la perspectiva del cambio*. Universidad de Alicante.