

EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA ESTADÍSTICA Y LOS ESTUDIANTES EN FUTUROS PROFESORES

ASSESSING KNOWLEDGE OF STATISTICS AND STUDENTS IN PROSPECTIVE SCHOOL TEACHERS

Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J.M., Cañadas, G.R.

Universidad de Granada

Resumen

En este trabajo se evalúa el conocimiento de la estadística y los estudiantes, que una muestra de 108 futuros profesores de educación Primaria, ponen en juego al analizar la idoneidad cognitiva y afectiva de una unidad didáctica sobre estadística basada en un proyecto de análisis de datos, utilizando la guía de análisis de la idoneidad didáctica propuesta en el marco teórico del Enfoque Ontosemiótico. El análisis cualitativo de las respuestas de los participantes permitió definir unos niveles de aplicación de los distintos descriptores propuestos obteniendo mejores resultados para la idoneidad cognitiva que para la afectiva. Se concluye con la necesidad de mejorar el conocimiento de estadística y los estudiantes en los futuros profesores.

Abstract

We analyze the knowledge of statistics and students in a sample of 108 pre-service primary school teachers when analyzing the cognitive and affective suitability of a teaching unit based on a statistical project, using the guide to analyze the didactical suitability proposed by the Onto-semiotic approach. The qualitative analysis of responses served to define levels in the application of the different descriptors with better performance as regards the cognitive suitability. We conclude the need to improve the knowledge of statistics and students in prospective school teachers.

Palabras clave: *Conocimiento del contenido de estadística y los estudiantes, idoneidad cognitiva, idoneidad afectiva, formación de profesores.*

Key words: *Teachers' knowledge of statistical content and students, cognitive suitability, emotional suitability, teacher education.*

Introducción

El incremento de los contenidos de estadística en la escuela Primaria y el cambio de enfoque en su enseñanza que se muestran en el decreto de enseñanzas mínimas para la educación Primaria (MEC, 2006), pone de manifiesto la necesidad de la preparación de los futuros profesores tanto en relación al conocimiento estadístico como con en el conocimiento didáctico relacionado con su enseñanza.

Aunque la investigación sobre el conocimiento del profesor es muy amplia (ver, por ejemplo en los trabajos de Llinares y Krainer, 2006; Hill, Sleep, Lewis y Ball, 2007 o Even y Ball, 2009, o los realizados en el Grupo de Investigación, “Conocimiento y desarrollo profesional del profesor de matemáticas” de la SEIEM), el caso particular de la estadística apenas ha sido tenido en cuenta, como se reconoce en el Joint ICMI/IASE Study (Batanero, Burrill y Reading, 2011).

En esta investigación evaluamos parte del conocimiento didáctico de la estadística, en particular se evalúa el conocimiento del contenido de estadística y los estudiantes en una muestra de 108 futuros profesores de educación Primaria. Para ello se propone a los participantes analizar las idoneidades cognitiva y afectiva (Godino, Contreras y Font, 2006) de una experiencia de enseñanza de estadística, experimentada por ellos mismos. La finalidad es ampliar nuestra investigación previa al respecto (Arteaga, Batanero y Cañadas, 2011) y obtener información de utilidad para los formadores de profesores. A continuación presentamos los fundamentos del estudio, material y método, resultados y conclusiones.

Fundamentos teóricos

Nuestro trabajo se basa en el modelo de *conocimiento matemático para la enseñanza* (MKT), que según Hill, Ball y Schilling (2008, 347) es “el conocimiento matemático que los profesores usan en sus clases para producir instrucción y crecimiento en los estudiantes”, conocimiento el cual dividen en componentes relacionadas con el *conocimiento de la materia a enseñar* (SMK) y el *conocimiento didáctico del contenido* (PCK) (Figura 1).

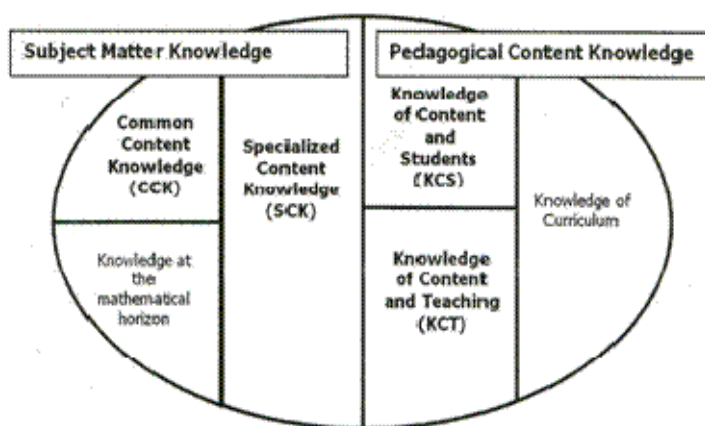


Figura 1. Conocimiento matemático para la enseñanza (MKT) tomada de Hill y colaboradores (2007)

En este trabajo nos centramos en la componente del (MKT) denominada *conocimiento del contenido y los estudiantes* (KCS): “conocimiento del contenido que se entrelaza con el conocimiento de cómo los estudiantes piensan, conocen o aprenden sobre ese contenido específico” (Hill, Ball y Schilling, 2008, 375). Según los autores

dicho conocimiento se pone de manifiesto en tareas en las que los profesores tienen que tener en cuenta tanto las características de un contenido particular a trabajar como la de los estudiantes a los que va dirigido.

Las investigaciones que tratan de caracterizar el conocimiento del profesor para explicar estadística son escasas, destacamos algunas como las de Sorto (2004), Burgess (2006) y Pinto (2010). Godino, Batanero, Roa y Wilhelmi (2008) proponen un modelo del conocimiento del profesor de matemáticas, válido para la estadística, que tiene en cuenta seis dimensiones: epistemológica, cognitiva, afectiva, interaccional, mediacional y ecológica, tomadas de los correspondientes componentes de la idoneidad didáctica (Godino, Contreras y Font, 2006), que los autores introducen para evaluar situaciones de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas:

- *Idoneidad epistémica*: Representatividad de los significados institucionales implementados (o pretendidos), respecto de un significado de referencia.
- *Idoneidad cognitiva*: Grado en que los significados pretendidos/ implementados son asequibles a los alumnos, y en que los significados personales logrados por los alumnos son los pretendidos por el profesor.
- *Idoneidad interaccional*: Grado en que la organización de la enseñanza permite identificar conflictos semióticos y resolverlos durante el proceso de instrucción.
- *Idoneidad mediacional*: Disponibilidad y adecuación de los recursos necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- *Idoneidad emocional*: Interés y motivación del alumnado en el proceso de estudio.
- *Idoneidad ecológica*: Grado de adecuación del proceso de estudio llevado a cabo con respecto a los currículos oficiales, proyecto educativo del centro y sociedad.

Usando esta teoría proponemos a los estudiantes valorar un proceso de estudio mediante la guía propuesta por Godino (2009), y a partir de sus respuestas, siguiendo la sugerencia del autor, se obtienen indicadores que permiten evaluar los conocimientos de los profesores; más concretamente, el análisis de la idoneidad afectiva y cognitiva nos permiten evaluar su conocimiento del contenido y los estudiantes.

Método

La muestra en nuestro estudio fue intencional, formada por 108 futuros profesores de Educación Primaria de la Universidad de Granada, distribuidos en 3 grupos (30 - 40 alumnos por grupo). Los datos se tomaron a partir de los informes escritos realizados por los futuros profesores en una práctica realizada en dos sesiones de clase en una asignatura de didáctica de las matemáticas del plan antiguo llamada *Currículo de Matemáticas en Educación Primaria* durante el curso académico 2008-2009. Estos estudiantes ya habían cursado la materia *Matemáticas y su didáctica* en el curso previo, asignatura de carácter eminentemente matemático. En la primera sesión de la práctica los participantes resolvieron un proyecto de análisis de datos que incluye el planteamiento de una pregunta, recogida y análisis de datos y obtención de una respuesta a la pregunta planteada.

En la segunda sesión, los participantes tuvieron que valorar la experiencia de enseñanza que ellos mismos vivieron durante el desarrollo del proyecto. Para ello se dio a los estudiantes una *pauta de análisis de la idoneidad didáctica* (Godino, 2009), en la cual, para cada componente de la idoneidad didáctica se sugieren una serie de descriptores para analizar y concluir sobre la idoneidad global del proceso. A la semana tuvieron que entregar un informe escrito con el análisis realizado y las conclusiones sobre la idoneidad didáctica de la experiencia.

Tabla 1. Pauta de análisis de la idoneidad cognitiva de procesos de enseñanza y aprendizaje

Componentes	Descriptorios
Conocimientos previos	CP1. Los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema (se han estudiado anteriormente o el profesor planifica su estudio). CP2. Los contenidos pretendidos se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable) en sus diversas componentes.
Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales	AC1. Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo.
Aprendizaje	AP1. Los resultados de la evaluación indican que los alumnos logran la apropiación de los conocimientos / competencias pretendidos.

En este trabajo presentamos el análisis del estudio de las idoneidades cognitiva y afectiva por parte de los futuros profesores (ver componentes y descriptorios en las Tablas 1 y 2), que los participantes analizan con respecto a su experiencia personal como alumnos al resolver el proyecto. Según Godino (2009) el análisis de estas dos componentes de la idoneidad didáctica por parte de profesores, permite profundizar sobre su *conocimiento del contenido y de los estudiantes* (Ball, Lubienskiy y Mewborn, 2001), ya que se han de tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes a los que va dirigida la enseñanza, las adaptaciones curriculares así como las emociones, intereses y actitud de los mismos en relación al contenido particular, en este caso con respecto a la estadística elemental.

Tabla 2. Pauta de análisis de la idoneidad afectiva de procesos de enseñanza y aprendizaje

Componentes	Descriptorios
Intereses y necesidades	I1. Las tareas tienen interés para los alumnos. I2. Se proponen actividades que permitan valorar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.
Actitudes	ACT1. Se promueve la participación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad. ACT2. Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice.
Emociones	E1. Se promueve la autoestima, evitando el rechazo, fobia o miedo a las matemáticas. E2. Se resaltan las cualidades de estética y precisión de las matemáticas.

Resultados y discusión

Una vez los futuros profesores entregaron los informes escritos, se realizó un estudio cualitativo de las respuestas en cada descriptor y componentes de las idoneidades cognitiva y afectiva (Tablas 1 y 2). Se valoró igualmente todos ellos diferenciando cuatro niveles de aplicación:

- *Nivel 0*: No se hace referencia al descriptor. Se deja la respuesta en blanco, no

habiendo comprendido el descriptor o no siendo capaz de aplicarlo.

- *Nivel 1:* El estudiante se limita a copiar literalmente la descripción del descriptor como aparece en la pauta. No relacionan el descriptor con la situación particular.
- *Nivel 2:* El estudiante aplica y hace referencia al descriptor, sin relacionarlo con la situación particular de enseñanza que vivieron.
- *Nivel 3:* El estudiante hace referencia y aplica el descriptor relacionando los contenidos matemáticos y la situación de enseñanza vivida por ellos mismos en la realización del proyecto.

A continuación mostramos ejemplos de los niveles 2 y 3 de aplicación de distintos descriptores, del nivel 1 no ponemos ningún ejemplo ya que son participantes que copian literalmente el descriptor de la pauta que se les proporcionó:

- *Nivel 2:* En el siguiente ejemplo, la alumna habla en general, sin especificar cuáles son los conocimientos que pueden resultar difíciles a los estudiantes, en el proyecto que resolvieron: *“Los contenidos pretendidos se pueden alcanzar pero no en su totalidad ya que algunos de ellos son muy complejos”* (Alumna EA, descriptor CP2). En otro ejemplo, el alumno aplica de manera incompleta el descriptor, pues en el desarrollo del proyecto hay muchos momentos en los que se promueven debates y la participación del alumnado, centrándose únicamente en el lanzamiento de la moneda para obtener datos: *“Los alumnos participan en el lanzamiento real de la moneda al aire”* (Alumno JM, descriptor ACT1).
- *Nivel 3:* En el siguiente ejemplo el alumno relaciona la realización del proyecto con los contenidos matemáticos previos necesarios para la realización del mismo: *“Creo que para realizar la práctica, el alumno debe tener unos conocimientos previos. Un ejemplo claro es la elaboración de gráficos estadísticos y el concepto de posición central y la dispersión. El cálculo de la media, mediana, moda y rango. Los conocimientos matemáticos necesarios para la realización de la práctica son de matemáticas de tercer ciclo de educación Primaria”* (Alumno EA, CP1 y CP2). En otro ejemplo, la futura profesora resalta la importancia de manejar contenidos estadísticos, como los gráficos, para la vida real: *“Podemos valorar la utilidad que tienen las matemáticas, en cuanto a este tema, para la vida cotidiana y profesional, porque es útil saber manejar datos, gráficos”* (Alumna DB, descriptor I2).

Una vez descritos los distintos niveles de aplicación de los descriptores, mostramos los resultados obtenidos.

Idoneidad cognitiva

Al analizar la idoneidad cognitiva del proyecto los futuros profesores han de tener en cuenta las características del alumnado al que va dirigido el proyecto estadístico. La mayoría de los participantes aplicaron los descriptores teniendo en cuenta sus conocimientos previos y si el proyecto era adecuado para ellos como futuros profesores de educación Primaria, aunque en algunos casos, los participantes pensaron en si el proyecto se adecuaba a las características cognitivas de alumnos de educación Primaria, consideramos válidas ambas situaciones de análisis ya que el objetivo de la práctica era la adquisición de competencias para evaluar la idoneidad del proceso por parte de los participantes.

En la Tabla 3 se muestra la frecuencia de aplicación de los niveles en cada uno de los descriptores de la idoneidad cognitiva. El descriptor CP1 que consistía en considerar

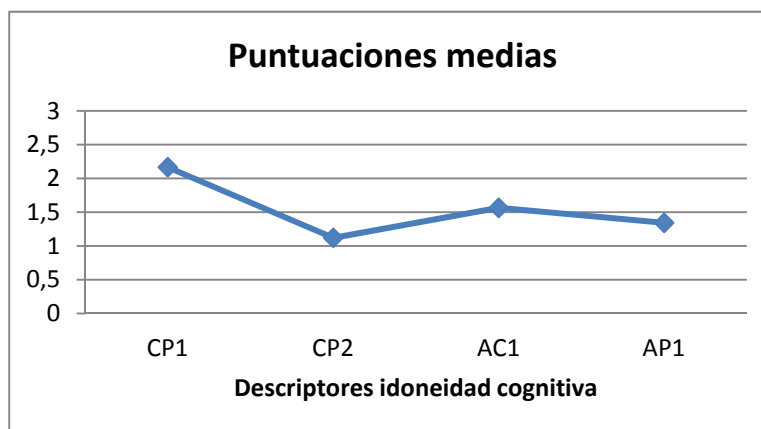
los conocimientos previos necesarios fue el más fácil de aplicar, ya que un 81,48% de los futuros profesores lo aplican al menos dentro del nivel 2. Un gran porcentaje de participantes no aplican los descriptores CP2 (50%) y AP1 (40,74%); probablemente a que resultó difícil relacionar dichos descriptores con la situación particular de enseñanza. En el descriptor AC1 que trataba valorar las adaptaciones curriculares, el mayor porcentaje de participantes se da a nivel 3 (32,41%); los futuros profesores valoraron adecuadamente las actividades de ampliación y refuerzo de la unidad didáctica.

Tabla 3. Frecuencia (porcentaje) de nivel de aplicación de descriptores de la idoneidad cognitiva

Aplicación del descriptor	CP1	CP2	AC1	AP1
Nivel 0	6(5,56)	54(50,00)	30 (27,78)	44 (40,74)
Nivel 1	14(12,96)	11(10,19)	22 (20,37)	10 (9,26)
Nivel 2	44(40,74)	19(17,59)	21 (19,44)	27 (25,00)
Nivel 3	44(40,74)	24(22,22)	35 (32,41)	27 (25,00)

Al estudiar la puntuación media obtenida para cada uno de los descriptores (Figura 2), destaca el nivel de aplicación del descriptor CP1 (2,17), que fue el más fácil de aplicar, debido a que los futuros profesores tuvieron más facilidad de reconocer los conocimientos previos necesarios al elaborar el proyecto debido a los problemas y dificultades que ellos mismos tuvieron en su resolución. La puntuación del resto de descriptores se sitúa entre 1 y 1,5, debido al alto porcentaje de alumnos que no aplican dichos descriptores (CP2, AC1 y AP1).

Figura 2. Puntuaciones medias en los descriptores de la idoneidad cognitiva



Idoneidad afectiva

Según Godino (2009) la idoneidad afectiva “está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como factores que dependen básicamente del alumnado y de su historia escolar previa” (p.24). Al analizar la idoneidad afectiva, los futuros profesores han de tener en cuenta el grado de implicación, interés y motivación que ellos mismos tuvieron con relación al desarrollo del proyecto estadístico.

En la Tabla 4 mostramos la distribución de los futuros profesores según los

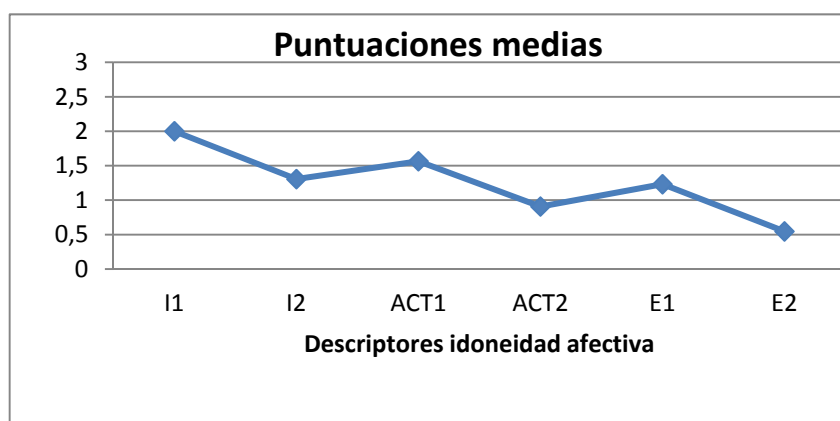
distintos niveles de aplicación de los descriptores. El descriptor I1 relacionado con el interés de los alumnos, fue el más fácil de aplicar (45,37% de los participantes lo aplicaron a nivel 3) debido a que respondieron acerca del interés que ellos mismos tuvieron al realizar el proyecto. El porcentaje de participantes que no aplica los descriptores crece mucho en los restantes descriptores, llegando al 58,33% en el descriptor ACT2 relacionado con las actitudes y un 69,44% en el descriptor E2 relacionado con las emociones y las cualidades estéticas de las matemáticas. El descriptor ACT1 tuvo un considerable porcentaje de aplicación a nivel 3 (35,19%), pues los futuros profesores valoraron positivamente el hecho que el proyecto contribuía a la responsabilidad y participación.

Tabla 4. Frecuencia (porcentaje) de nivel de aplicación de descriptores de la idoneidad afectiva

Aplicación del descriptor	I1	I2	ACT1	ACT2	E1	E2
Nivel 0	11(10,19)	40(37,04)	27(25,00)	63(58,33)	46(42,59)	75(69,44)
Nivel 1	27(25,00)	22(20,37)	31(28,70)	14(12,96)	17(15,74)	13(12,04)
Nivel 2	21(19,44)	19(17,59)	12(11,11)	9(8,33)	19(17,59)	14(12,96)
Nivel 3	49(45,37)	27(25,00)	38(35,19)	22(20,37)	26(24,07)	6(5,56)

En la Figura 3 se muestran los valores medios obtenidos por los futuros profesores de nuestra muestra al aplicar los distintos descriptores de la idoneidad afectiva. Observamos una variedad en los distintos niveles de aplicación, siendo el descriptor que resultó más fácil de aplicar el I1 (si el proyecto suscitaba el interés de los alumnos) y el más difícil fue el E2 (cualidades estéticas y de precisión de las matemáticas en el caso particular del proyecto). La aplicación de los descriptores de la idoneidad afectiva resultó difícil a los futuros profesores, siendo el nivel promedio de aplicación menor de 2 en todos los descriptores salvo en uno de ellos.

Figura 3. Puntuación media en los descriptores de la idoneidad afectiva



Conclusiones

En estudios previos (Arteaga, Batanero y Cañadas, 2011) se mostraban las dificultades que futuros profesores de educación Primaria tenían al analizar la faceta epistémica de un determinado proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística. En este estudio se complementa dicha información mostrando que aunque hay determinados descriptores que resultaron fáciles de aplicar, globalmente, los futuros profesores de nuestro estudio también tienen dificultades en evaluar las idoneidades

cognitiva y afectiva, y por consecuencia muestran escaso *conocimiento de la estadística y los estudiantes* (Hill, Ball y Schilling, 2008).

Estos resultados indican la necesidad de mejorar la formación de profesores en lo que respecta a conocimiento didáctico del contenido de estadística, en particular, con respecto al conocimiento de cómo los estudiantes aprenden y las dificultades que tienen con un determinado contenido matemático. Dentro del *conocimiento de la estadística y los estudiantes* que un futuro profesor de educación Primaria debe tener, es importante que valore sea capaz de valorar la idoneidad cognitiva de un determinado proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En nuestro estudio algunos profesores son capaces de ver los conocimientos previos necesarios para el proyecto pero tienen dificultades para valorar los aprendizajes y las posibles actividades de ampliación y refuerzo.

Nuestro trabajo muestra una escasa idoneidad afectiva por parte de los participantes, cosa preocupante ya que el aspecto afectivo es muy importante en la formación de profesores, ya que creencias incorrectas o actitudes negativas podrían condicionar la enseñanza y repercutir en las futuras creencias y actitudes de sus alumnos, por lo que será necesaria una labor de motivación si queremos que la enseñanza de la estadística y probabilidad sea una realidad y no simplemente un deseo expresado en las orientaciones curriculares (Estrada, Batanero y Fortuny, 2004).

Agradecimientos

Proyecto EDU2010-14947 y beca FPU-AP2009-2807 (MCINN-FEDER), y grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Arteaga, P., Batanero, C. y Cañadas, G. (2011). Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores en una tarea abierta. En M. Marín, G. Fernández, L. Blanco y M. Palarea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XV*. (pp. 267-275). Ciudad Real: SEIEM.
- Batanero, C., Burrill, G. y Reading, C. (2011). *Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study*. Springer, en prensa.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., y Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. En V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Burgess, T. (2006). A framework for examining teacher knowledge as used in action while teaching statistics. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Brazil: International Statistical Institute.
- Estrada, A., Batanero, C. y Fortuny, J. M. (2004). Un estudio comparado de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 263-274.
- Even, R. y Ball, D. (2009). *The professional education and development of teachers of mathematics. The 15th ICMI Study*. New York: Springer.

- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión*, 20, 13-31.
- Godino, J. D., Batanero, C., Roa, R. y Wilhelmi, M. R. (2008). Assessing and developing pedagogical content and statistical knowledge of primary school teachers through project work. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Proceedings of the Joint ICMI /IASE StudyTeaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education*. Monterrey, Mexico: ICMI e IASE. Online: www.ugr.es/~icmi/iase_study/.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26 (1), 39-88.
- Hill, H. C., Ball, D. L. y Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39, 372-400.
- Hill, H. C., Sleep, L., Lewis, J. M. y Ball, D. (2007). Assessing teachers' mathematical knowledge. En F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 111-155). Greenwich, CT: Information Age Publishing, Inc. y NCTM.
- LLinares S. y Krainer K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En A. Gutierrez y P. Boero (Eds) *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*. (pp. 429 – 459). Rotherdam / Taipei: Sense Publishers.
- MEC (2006). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria*.
- Pinto, J. (2010). *Conocimiento didáctico del contenido sobre la representación de datos estadísticos: Estudios de casos con profesores de estadística en carreras de psicología y educación*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Sorto, M. A. (2004). *Prospective middle school teachers' knowledge about data analysis and its application to teaching*. Tesis doctoral. Universidad del Estado de Michigan.