

EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DE LA ESTADÍSTICA EN FUTUROS PROFESORES EN UNA TAREA ABIERTA

Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G.

Universidad de Granada

Resumen. *En este trabajo se evalúa el conocimiento especializado de la estadística elemental, que una muestra de 108 futuros profesores de educación primaria, ponen en juego al analizar la idoneidad epistémica de un proyecto de análisis de datos. Utilizando la guía de análisis de la idoneidad didáctica propuesta por Godino (2009) se definen niveles de aplicación de los diferentes descriptores, estudiando el nivel alcanzado en los descriptores y componentes de la idoneidad didáctica. Los resultados muestran un conocimiento especializado escaso sobre la estadística.*

Palabras clave: Conocimiento especializado de la estadística, idoneidad epistémica, formación de profesores

Abstract. *We analyze the specialized knowledge of elementary statistics in a sample of 108 pre-service primary school teachers when analyzing the epistemic suitability of a statistical project. Using the guide to analyze the epistemic suitability proposed by Godino (2009) we define levels in the application of the different descriptors. We study the levels in the different descriptors and components of epistemic suitability. Results suggest a poor specialized knowledge of statistics.*

Key words: Specialized statistical knowledge, epistemic suitability, teacher education

INTRODUCCIÓN

El incremento actual de los contenidos de estadística en la Educación Primaria y el cambio sugerido de enfoque en la enseñanza (MEC, 2006) responden a la necesidad creciente de formar ciudadanos estadísticamente cultos. Para poder llevar a cabo estas propuestas será necesaria una formación adecuada de los profesores responsables de ponerlas en práctica.

La investigación sobre el conocimiento didáctico es iniciada por Shulman (1986) y ha sido muy amplia, como podemos ver, por ejemplo en Llinares y Krainer, 2006; Hill, Sleep, Lewis y Ball, 2007, Wood, 2008 o el ICMI Study 15 (Even y Ball, 2009), así como en la extensa investigación del Grupo de Investigación, “Conocimiento y desarrollo profesional del profesor de matemáticas” de la SEIEM. Sin embargo, 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 se evalúa el conocimiento especializado de la estadística en una muestra de 108 futuros profesores de educación primaria. Para ello se propone a los

participantes a analizar la idoneidad epistémica (Godino, Contreras y Font, 2006) de una experiencia de enseñanza de estadística, experimentada por ellos mismos. La finalidad es ampliar la escasa investigación existente y obtener información de utilidad para los formadores de profesores. A continuación presentamos los fundamentos del estudio, material y método, resultados y conclusiones.

FUNDAMENTOS DEL ESTUDIO

Diferentes modelos del conocimiento del profesor se han desarrollado para la didáctica de la matemática, a partir del trabajo de Shulman (1986). Nosotros partimos de Hill, Ball y Schilling (2008), quienes definen el *conocimiento matemático para la enseñanza* (MKT), como “el conocimiento matemático que los profesores usan en sus clases para producir instrucción y crecimiento en los estudiantes” (p. 347) y lo caracterizan por componentes relacionadas o con el *conocimiento de la materia a enseñar* o con el *conocimiento didáctico del contenido* (figura 1).

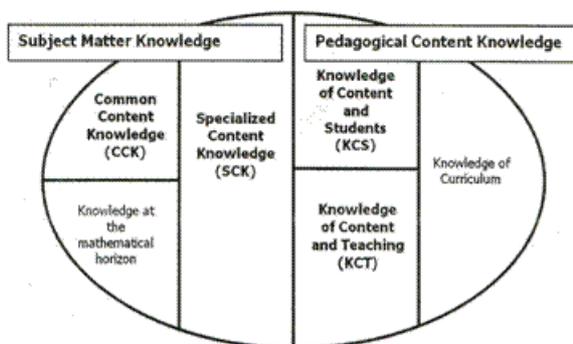


Figura 1. Conocimiento matemático para la enseñanza (MKT), Hill et al., 2007

Más específicamente, nos centramos en el *conocimiento especializado del contenido* (SCK), o conocimiento que necesita el profesor para planificar y desarrollar secuencias de enseñanza y le permite al profesor representar adecuadamente ideas matemáticas, comprender distintas soluciones para un problema dado y evaluar el conocimiento de sus estudiantes.

Entre las investigaciones que tratan de caracterizar el conocimiento del profesor para explicar estadística destacamos las de Batanero, Godino y Roa (2004); 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, así como el grado en el que los significados personales

Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores en una tarea abierta

logrados por los alumnos son los significados 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.

Respecto a los componentes del conocimiento matemático para la enseñanza (Hill, Ball y Schilling, 2008) la dimensión epistemológica corresponde al conocimiento especializado del contenido, la cognitiva y afectiva se incluyen en el conocimiento del contenido y los estudiantes, la interaccional y mediacional en el conocimiento del contenido y la enseñanza y la ecológica al conocimiento del contenido y el currículo.

En lo que sigue utilizaremos una parte la pauta introducida por Godino (2009) para el análisis de la idoneidad didáctica. El autor indica que la valoración que los profesores realizan de un determinado proceso de estudio mediante dicha pauta puede utilizarse en la evaluación y desarrollo de los conocimientos los profesores.

Material y método

Participaron en la investigación 108 futuros profesores de Educación Primaria de la Universidad de Granada, distribuidos en 3 grupos (30 - 40 alumnos por grupo) en el curso 2008-2009. 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 la primera sesión 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, se pidió a los participantes 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), guía en la cual, para cada componente de la idoneidad didáctica se sugieren una serie de descriptores para analizar. Los participantes tuvieron una semana para completar el estudio.

En este trabajo presentamos los resultados del análisis de la idoneidad epistémica por parte de los futuros profesores (ver componentes y descriptores en la Tabla 1). Dicho análisis requiere que el profesor en formación conozca los objetos matemáticos propuestos para la enseñanza de un cierto tema y sea capaz de reconocer su presencia y uso adecuado en el proceso de estudio propuesto. En nuestro estudio, se espera que los estudiantes perciban que el proyecto planteado permite contextualizar los contenidos estadísticos elementales incluidos en los Decretos de Enseñanzas Mínimas para la Educación Primaria (MEC, 2006) y reconozcan las relaciones existentes entre los distintos objetos puestos en juego en la resolución del proyecto. En consecuencia, el análisis de la idoneidad epistémica permite profundizar en el conocimiento especializado de la estadística (en la terminología de Ball, Lubienskiy Mewborn, 2001).

Componentes	Descriptorios
Situaciones-problemas	P1. Se presenta una muestra representativa y articulada de situaciones de contextualización, ejercitación y aplicación. P2. Se proponen situaciones de generación de problemas.
Lenguaje	L1. Uso de diferentes modos de expresión matemática (verbal, gráfica, simbólica...), traducciones y conversiones entre las mismas. L2. Nivel del lenguaje adecuado a los niños a que se dirige. L3. Se proponen actividades de expresión matemática e interpretación.
Reglas (Definiciones, propiedades, procedimientos)	R1. Las definiciones y procedimientos son claros y correctos, y están adaptados al nivel educativo al que se dirigen. R2. Se presentan los enunciados y procedimientos fundamentales del tema para el nivel educativo dado. R3. Se proponen situaciones donde los alumnos tengan que generar o negociar definiciones propiedades o procedimientos.
Argumentos	A1. Las explicaciones, comprobaciones y demostraciones son adecuadas al nivel educativo a que se dirigen. A2. Se promueven situaciones donde el alumno tenga que argumentar.
Relaciones	RL1. Los objetos matemáticos (problemas, definiciones, propiedades, etc.) se relacionan y conectan entre sí.

Tabla 6. Pauta de análisis de la idoneidad epistémica de procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez entregados los informes escritos de los futuros profesores, se realizó un estudio cualitativo de las respuestas en cada uno de los descriptorios de las distintas componentes de la idoneidad epistémica (tabla 1). Se realizó una valoración similar para todos ellos según los siguientes niveles:

0. No se hace referencia al descriptor. Se deja la respuesta en blanco, no habiendo comprendido el descriptor o no siendo capaz de aplicarlo.
1. El estudiante se limita a copiar literalmente el descriptor, sin indicar cómo lo aplica. Por ejemplo; “*Se proponen situaciones de generación de problemas*” (Alumno MF, descriptor P2).
2. El estudiante aplica y hace referencia al descriptor pero sin centrarse en el contenido matemático o en la situación de enseñanza, centrándose en aspectos anecdóticos o no estrictamente matemáticos. En el siguiente ejemplo se hace referencia a problemas presentes en la situación. Sin embargo, aunque en el problema descrito (predecir resultados en juegos de azar) surge la idea fenómenos aleatorios, probabilidad y otros contenidos del tema, no se hace mención explícita de conocimientos matemáticos que se pongan en juego en estos problema: “*La profesora presenta situaciones de la vida cotidiana que realizamos como jugar a la lotería, la quiniela, juegos de azar, pero todas estas situaciones llevan con ella el problema el que no acertamos o no nos vaya como queramos*” (Alumna EA, descriptor P1).

Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores en una tarea abierta

3. El estudiante hace referencia y aplica el descriptor a contenidos matemáticos y a la situación de enseñanza. En el siguiente ejemplo se hace referencia a diversos tipos de lenguaje matemático e incluso gráficos diferentes. El estudiante muestra su conocimiento común y especializado del contenido matemático y su capacidad de análisis. “*Otro de los aspectos es la gran variedad de modos de expresión matemáticos en los que podemos presentar una determinada información, así como su respectivo análisis estadístico (histograma, poligonal, diagrama de sectores y pictogramas; tablas estadísticas y cálculo de estadísticos que muestran la información resumida en unos valores; análisis de dichos estadísticos y posterior conclusión.)*” (Alumno SC, descriptor L1).

A continuación se resumen los resultados para cada una de las componentes

Situaciones-problemas

En esta componente se esperaba que los futuros profesores fuesen capaces de percibir que el proyecto permitía generar una muestra representativa de problemas estadísticos, como la realización de un gráfico o la selección de la representación más adecuada para el problema particular. Se puede observar (tabla 2) que pocos estudiantes que llegan a hacer una valoración, adecuada de la idoneidad epistémica del proyecto, en relación a los problemas propuestos y generación de nuevos problemas. Una parte importante no aplica los descriptores o se limita a copiar su descripción.

	P1	P2
Nivel 0	24 (22,2)	48 (44,4)
Nivel 1	28 (25,9)	20 (18,5)
Nivel 2	27 (25)	17 (15,7)
Nivel 3	29 (26,8)	23 (21,3)

Tabla 7. Nivel de aplicación de los descriptores de las situaciones-problemas

Lenguaje

Se pretendía con la aplicación de estos descriptores, que los futuros profesores fuesen capaces de determinar la gran cantidad de términos estadísticos que tuvieron que emplear en el desarrollo del proyecto, así como los distintos tipos de gráficos y tablas, además de la utilización de lenguaje simbólico a la hora de realizar los análisis estadísticos. Tuvieron que estudiar también si el lenguaje era adecuado y los procesos de interpretación de los distintos lenguajes usados. Los resultados (tabla 3) fueron muy variables, resultando mucho más fácil de aplicar el primer descriptor, relativo a la identificación de la gran variedad de lenguaje matemático presente.

	L1	L2	L3
Nivel 0	30(27,78)	40(37,04)	71(65,74)
Nivel 1	19(17,59)	28(25,93)	16(14,81)
Nivel 2	21(19,44)	21(19,44)	7(6,48)
Nivel 3	38(35,19)	19(17,59)	14(12,96)

Tabla 8. Nivel de aplicación de los descriptores del lenguaje matemático

Se vuelve a observar que el porcentaje de alumnos que no aplica los distintos descriptores, aumentando hasta el 65,74% en el descriptor L3.

Reglas (definiciones, propiedades y procedimientos)

Es importante que los futuros profesores sepan reconocer los conceptos, propiedades y procedimientos en una determinada situación de enseñanza y aprendizaje y su adecuación o no a un nivel determinado. Sin embargo se observa en la tabla 4, que salvo el primero de los descriptores, el resto han sido escasamente aplicados. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la investigación de Chick y Pierce (2008), donde profesores participantes fallaron en sacar a la luz los conceptos latentes en un proyecto estadístico, a pesar de la riqueza de los conceptos de la situación didáctica planteada.

	R1	R2	R3
Nivel 0	24(22,22)	68(62,96)	61(56,48)
Nivel 1	28(25,93)	14(12,96)	12(11,11)
Nivel 2	27(25,00)	15(13,89)	20(18,52)
Nivel 3	29(26,85)	11(10,19)	15(13,89)

Tabla 9. Nivel de aplicación de descriptores sobre las reglas

Argumentos

En este apartado el objetivo era analizar si la situación planteada promovía explicaciones, comprobaciones y demostraciones en las que el alumno tuviese que argumentar. La situación planteada es muy rica en argumentación ya que los futuros profesores deben proponer una conclusión que dé respuesta a la pregunta inicial que se planteó al inicio del proyecto estadístico, argumentando en base a los análisis estadísticos de los datos. Podemos observar (tabla 5) que ambos descriptores fueron bastante difíciles para los participantes, los cuales parecen no reconocer las situaciones de argumentación creadas en el proyecto.

	A1	A2
Nivel 0	67(62,04)	45(41,67)
Nivel 1	25(23,15)	24(22,22)
Nivel 2	9(8,33)	18(16,67)
Nivel 3	7(6,48)	21(19,44)

Tabla 10. Nivel de aplicación de los descriptores sobre argumentación

Relaciones

En relación con esta componente el objetivo de que fuesen capaces de establecer y detectar las distintas relaciones existentes entre los distintos objetos matemáticos puestos en juego en el desarrollo del proyecto. De acuerdo con Godino, Batanero y Font (2007), los diversos objetos matemáticos aparecen ligados entre sí en las prácticas de resolución de problemas. Por otro lado, la estadística se conecta con otros bloques temáticos y los objetos matemáticos de los mismos, como se resalta en las orientaciones curriculares (MEC, 2006). En la tabla 6 se muestran los resultados de este descriptor, que resultó difícil para los futuros profesores ya que fueron una minoría los que llegaron al nivel 3 y alrededor de

Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores en una tarea abierta

un 40% no aplicaron dicho descriptor.

	Frecuencia	Porcentaje
Nivel 0	41	37,96
Nivel 1	31	28,70
Nivel 2	20	18,52
Nivel 3	16	14,81

Tabla 11. Nivel de aplicación del descriptor sobre relaciones

Síntesis de la idoneidad epistémica

En la figura 1 se presentan los valores medios obtenidos por el conjunto de los futuros profesores al aplicar los descriptores de la idoneidad epistémica, que nos permiten evaluar según Godino (2009) el conocimiento especializado del contenido estadístico en el proyecto. Los resultados muestran que este conocimiento es muy escaso, pues en promedio no llegan a alcanzar el nivel 2 de aplicación en ninguno de los componentes.

Por otro lado, se observó que muchos de los futuros profesores se dedicaron a comentar o aplicar uno o dos descriptores dentro de cada componente de la idoneidad epistémica, dejando el resto en blanco, por lo que también estudiamos la puntuación máxima obtenida por cada uno de los participantes a la hora de aplicar los descriptores de la idoneidad epistémica. Los resultados mostraron que en promedio, la puntuación máxima del conjunto de los futuros profesores en la aplicación de descriptores de la idoneidad epistémica toma el valor 2,6, lo que sugiere que los estudiantes muestran un cierto conocimiento especializado del contenido, aunque este no es homogéneo en todos los descriptores de la idoneidad epistémica.

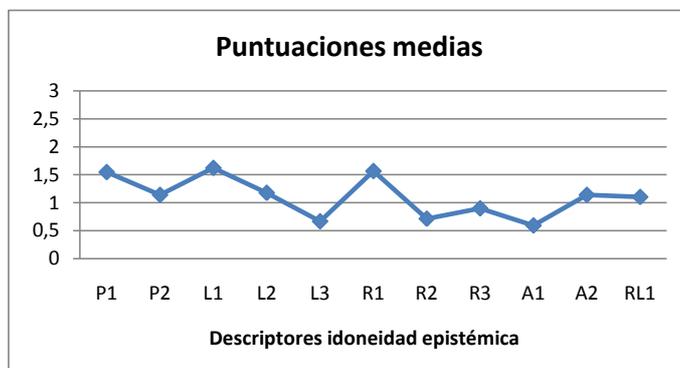


Figura 13. Puntuación media en los descriptores de la idoneidad epistémica

CONCLUSIONES

Algunas investigaciones previas muestran que el conocimiento común del contenido estadística es pobre en los futuros profesores de educación primaria (Bruno y Espinel, 2005; Arteaga y Batanero, 2010). Ello sin duda influye en nuestro caso en el escaso

conocimiento especializado de contenidos referentes a estadística elemental mostrado por los participantes.

En resumen, para mejorar el conocimiento especializado del contenido de futuros profesores y su capacidad de análisis de tareas de enseñanza, necesaria para abordar con éxito la enseñanza del tema en la educación primaria, sería necesario mejorar la preparación estadística de los futuros profesores de educación primaria, a la que en este momento se dedica un tiempo insuficiente.

Agradecimientos: Proyecto EDU2010-14947 y beca FPU-AP2009-2807 (MCINN-FEDER), beca FPU-AP2007-03222 (MEC-FEDER) y grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Arteaga, P. y Batanero, C. (2010). Evaluación de errores de futuros profesores en la construcción de gráficos estadísticos. En M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo y T. Sierra (Eds.). *XII Simposio de las Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (p. 211-221). Lleida: 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.
- Batanero, C., Godino, J. D. y Roa, R. (2004). Training teachers to teach probability. *Journal of Statistics Education*, 12. On line: www.amstat.org/publications/jse/
- 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.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemáticas VII*, 57-85.
- 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.
- Chick, H. L. y Pierce, R. U. (2008). Teaching statistics at the primary school level: beliefs, affordances, and pedagogical content knowledge. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. Monterrey, Mexico: ICMI e IASE. Online: www.ugr.es/~icmi/iase_study/.
- Even, R. y Ball, D. (2009). *The professional education and development of teachers of mathematics. The 15th ICMI Study*. New York: Springer.

Evaluación del conocimiento especializado de la estadística en futuros profesores en una tarea abierta

- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión*, 20, 13-31.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 39(1-2), 127-135.
- 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 Study Teaching 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.
- Shulman (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Sorto, M. A. (2004). *Prospective middle school teachers' knowledge about data analysis and its application to teaching*. Tesis doctoral. Universidad del Estado de Michigan.
- 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: Sense Publishers.

