

RETOS PARA LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PROFESORES¹

Carmen Batanero

Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada

batanero@ugr.es

Resumen.

Abstract. Although statistics is today part of the mathematics curricula for primary and secondary school classes in many countries, the specific training to teach statistics is far from being an universal component of pre-service or professional development courses for these teachers. In this presentation we analyze the state of research around this problematic.

1. Situación de la Estadística en la Enseñanza Obligatoria

La estadística es hoy parte del currículo de matemáticas en la educación primaria y secundaria en muchos países, debido a su utilidad en la vida diaria, su papel instrumental en otras disciplinas, la necesidad del conocimiento estocástico básico en muchas profesiones y su importancia en el desarrollo de un razonamiento crítico (Batanero, 2001; Franklin y cols., 2005).

Aunque la enseñanza de la estadística ha estado presente en la escuela en los últimos 20 años, encontramos una tendencia reciente a introducirla desde los primeros años y a renovar su enseñanza, haciéndola más experimental, en forma que se pueda proporcionar a los alumnos una experiencia estocástica desde su infancia (e.g., NCTM, 2000; MEC, 2006a, 2006b).

Observamos también un incremento de los contenidos de estadística que se recomiendan en la escuela primaria. Por ejemplo en el Decreto de Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria (MEC, 2006a) en España se incluyen los siguientes contenidos dentro del Bloque *Tratamiento de la información, azar y probabilidad* del área de Matemáticas:

¹ II Encontro de Probabilidade e Estatística na Scola. Universidade do Minho, 2009, Braga, Portugal.

Primer Ciclo

- Gráficos estadísticos: Descripción verbal, obtención de información cualitativa e interpretación de elementos significativos de gráficos sencillos relativos a fenómenos cercanos. Utilización de técnicas elementales para la recogida y ordenación de datos en contextos familiares y cercanos.
- Azar y probabilidad: Carácter aleatorio de algunas experiencias. Distinción entre lo imposible, lo seguro y aquello que es posible pero no seguro, y utilización en el lenguaje habitual, de expresiones relacionadas con la probabilidad.

Segundo Ciclo

- Gráficos y tablas: Tablas de datos. Iniciación al uso de estrategias eficaces de recuento de datos. Recogida y registro de datos sobre objetos, fenómenos y situaciones familiares utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición. Lectura e interpretación de tablas de doble entrada de uso habitual en la vida cotidiana. Interpretación y descripción verbal de elementos significativos de gráficos sencillos relativos a fenómenos familiares.
- Azar y probabilidad: Valoración de los resultados de experiencias en las que interviene el azar, para apreciar que hay sucesos más o menos probables y la imposibilidad de predecir un resultado concreto. Introducción al lenguaje del azar.

Tercer Ciclo

- Gráficos y parámetros estadísticos: Recogida y registro de datos utilizando técnicas elementales de encuesta, observación y medición. Distintas formas de representar la información. Tipos de gráficos estadísticos. Valoración de la importancia de analizar críticamente las informaciones que se presentan a través de gráficos estadísticos. La media aritmética, la moda y el rango, aplicación a situaciones familiares.
- Azar y probabilidad: Presencia del azar en la vida cotidiana. Estimación del grado de probabilidad de un suceso.

Respecto a la Enseñanza Secundaria Obligatoria el Decreto de Enseñanzas Mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (MEC, 2006b) incluye, entre otros, los siguientes contenidos dentro del Bloque 6, *Estadística y probabilidad*:

RETOS PARA LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PROFESORES

Primer Curso

- Formulación de conjeturas sobre el comportamiento de fenómenos aleatorios sencillos y diseño de experiencias para su comprobación.
- Diferentes formas de recogida de información. Organización en tablas de datos recogidos en una experiencia. Frecuencias absolutas y relativas. Diagramas de barras, de líneas y de sectores. Análisis de los aspectos más destacables de los gráficos.

Segundo Curso

- Frecuencias absolutas y relativas, ordinarias y acumuladas. Diagramas estadísticos. Análisis de los aspectos más destacables de los gráficos.
- Medidas de centralización: media, mediana y moda. Significado, estimación y cálculo. Utilización de las propiedades de la media para resolver problemas. Utilización de la media, la mediana y la moda para realizar comparaciones y valoraciones. Utilización de la hoja de cálculo para organizar los datos, realizar los cálculos y generar los gráficos más adecuados.

Tercer Curso

- Necesidad, conveniencia y representatividad de una muestra. Métodos de selección aleatoria y aplicaciones en situaciones reales.
- Atributos y variables discretas y continuas. Agrupación de datos en intervalos. Histogramas y polígonos de frecuencias. Construcción de la gráfica adecuada a la naturaleza de los datos y al objetivo deseado.
- Media, moda, cuartiles y mediana. Significado, cálculo y aplicaciones. Análisis de la dispersión: rango y desviación típica. Interpretación conjunta de la media y la desviación típica. Utilización de las medidas de centralización y dispersión para realizar comparaciones y valoraciones. Actitud crítica ante la información de índole estadística.
- Utilización de la calculadora y la hoja de cálculo para organizar los datos, realizar cálculos y generar las gráficas más adecuadas. Experiencias aleatorias.
- Sucesos y espacio muestral. Cálculo de probabilidades mediante la regla de Laplace. Formulación y comprobación de conjeturas sobre el comportamiento de fenómenos aleatorios sencillos. Cálculo de la probabilidad mediante la simulación o experimentación. Utilización de la probabilidad para tomar decisiones fundamentadas en diferentes contextos.

CARMEN BATANERO

Cuarto Curso: Opción A

- Identificación de las fases y tareas de un estudio estadístico a partir de situaciones concretas cercanas al alumnado. Análisis elemental de la representatividad de las muestras estadísticas. Gráficas estadísticas: gráficas múltiples, diagramas de caja. Uso de la hoja de cálculo. Utilización de las medidas de centralización y dispersión para realizar comparaciones y valoraciones.
- Experiencias compuestas. Utilización de tablas de contingencia y diagramas de árbol para el recuento de casos y la asignación de probabilidades.

Cuarto Curso: Opción B

- Identificación de las fases y tareas de un estudio estadístico. Análisis elemental de la representatividad de las muestras estadísticas. Gráficas estadísticas: gráficas múltiples, diagramas de caja. Análisis crítico de tablas y gráficas estadísticas en los medios de comunicación. Detección de falacias.
- Representatividad de una distribución por su media y desviación típica o por otras medidas ante la presencia de descentralizaciones, asimetrías y valores atípicos. Valoración de la mejor representatividad en función de la existencia o no de valores atípicos. Utilización de las medidas de centralización y dispersión para realizar comparaciones y valoraciones.
- Experiencias compuestas. Utilización de tablas de contingencia y diagramas de árbol para el recuento de casos y la asignación de probabilidades. Probabilidad condicionada.

Notamos en las anteriores directrices sobre enseñanza de la estadística que, además adelantar la enseñanza de los temas estadísticos, hay también un cambio en el enfoque, recomendándose el desarrollo del razonamiento estadístico y la presentación de la estadística como un instrumento para resolver problemas y no sólo como un conjunto de técnicas.

La tendencia hacia una enseñanza de la estadística orientada a los datos se muestra igualmente en las directrices curriculares de otros países, que indican que los estudiantes han de diseñar investigaciones, formular preguntas de investigación, recoger datos usando observaciones, encuestas o experimentos, describir y comparar conjuntos de datos, usar y comprender los gráficos y resúmenes estadísticos, proponer y justificar conclusiones y predicciones basadas en los datos (e.g., NCTM, 2000; SEP, 2006).

Estos documentos se concentran en el desarrollo del razonamiento estadístico, que va más allá del conocimiento matemático y de la comprensión

de los conceptos y procedimientos. La modelización, la valoración de la bondad del ajuste de los modelos a la realidad, la formulación de cuestiones, la interpretación y síntesis de los resultados, la elaboración de informes son también componentes esenciales de las capacidades que queremos desarrollar en nuestros alumnos (Scheaffer, 2006).

Asimismo se quiere proporcionar una cultura estadística, “que se refiere a dos componentes interrelacionados: a) capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos apoyados en datos o los fenómenos estocásticos que las personas pueden encontrar en diversos contextos, incluyendo los medios de comunicación, pero no limitándose a ellos, y b) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante” (Gal, 2002, p. 2-3).

Aunque algunas de estas recomendaciones curriculares ya tienen más de una década (e.g., NCTM, 2000), hasta la fecha apenas se siguen. La enseñanza de la estadística se reduce con frecuencia a unas pocas sesiones de clase y a veces el trabajo en la clase se reduce a realizar cálculos o demostrar propiedades con poca oportunidad de diseñar experimentos, analizar datos o conectar la estadística con el proceso general de indagación.

Como consecuencia, los estudiantes finalizan la escuela secundaria con escasa comprensión de los principios básicos que subyacen en el análisis de datos, lo que explica muchos de los problemas que encuentran en el uso posterior de la estadística en su vida cotidiana o profesional, o en los cursos de estadística en la universidad (Meletiou, 2003).

2. Retos en la Formación de los Profesores para Enseñar Estadística

Los profesores tienen un papel esencial al interpretar el currículo y adaptarlo a las circunstancias específicas (Ponte, 2001). En consecuencia, el cambio de la enseñanza de la estadística en las escuelas e institutos dependerá del grado en que se pueda convencer a los profesores de que la estadística es uno de los temas más interesantes y útiles para sus estudiantes y que todos ellos tienen capacidad para adquirir algunos conceptos elementales.

El esfuerzo de investigación sobre la educación del profesor de matemáticas y su desarrollo profesional en la década pasada (Brown y Borko, 1992; Llinares y Krainer, 2006; Ponte y Chapman, 2006; Hill, Sleep, Lewis y Ball, 2007) no se ha reflejado en la educación estadística, aunque en España encontramos algunas investigaciones centradas en la probabilidad (Azcárate, 1995; Cardeñoso, 1998 y trabajos posteriores de los autores). El olvido del caso específico de la estadística es evidente en conferencias (como el ICMI Study 15), revistas (como

Journal of Mathematics Teacher Education), estados de la cuestión y libros, que apenas tratan el caso particular de la estadística (Shaughnessy, 2006).

Este olvido ha sido reconocido por la International Comisión on Mathematical Instruction (ICMI) y la International Association for Statistical Education (IASE) que han promovido un Estudio Conjunto específicamente orientado a promover la investigación a nivel internacional sobre la educación y desarrollo profesional de profesor para enseñar estadística (http://www.ugr.es/~icmi/iase_study/). En lo que sigue hacemos una recensión de la investigación presentada en esta conferencia.

2.1. Actitudes y Creencias de los Profesores

Un primer punto de atención son las actitudes, concepciones y creencias de los profesores hacia la estadística, pues de acuerdo a Chapman (1999), constituyen un factor clave en cualquier movimiento para cambiar la enseñanza de las matemáticas y al mismo tiempo inciden en los conocimientos y las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas.

Diversos estudios han analizado las actitudes hacia la estadística. En general se consideran un constructo mental, no directamente observable sino que ha de ser inferido a partir de la valoración en una escala de actitudes o de la observación del comportamiento de los sujetos. Gal, Ginsburg y Garfield (1997) las definen como “*una suma de emociones y sentimientos que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio*” (p. 40).

Hay varias escalas de medición de actitudes disponibles, cuyas características psicométricas son descritas con detalle por Carmona (2004), quien realiza un extensivo informe sobre los estudios de actitudes hacia la estadística que son numerosos y se han centrado preferentemente en estudiantes universitarios. Sin embargo son pocos los estudios centrados en las actitudes de los profesores.

Onwuegbuzie (1998) utiliza un modelo multivariado para estudiar la ansiedad y actitudes de los profesores, encontrando correlaciones significativas entre el número de asignaturas de Estadística cursadas con anterioridad y las puntuaciones en el cuestionario de actitudes. Watson, Kromrey, Ferron, Lang y Hogarty, (2003) aplicaron conjuntamente un cuestionario de actitudes y otro sobre ansiedad mostrando una correlación negativa entre los instrumentos. Finalmente, Nasser y sus colaboradores han realizado varios estudios en los que también analizan la relación entre las actitudes o la ansiedad y el rendimiento de futuros profesores (Wisembaker, Nasser y Scott, 1999, Nasser, 2004).

El trabajo de Huedo y cols. (2003) presenta resultados de una investigación con profesores en formación y analiza los conocimientos y actitudes hacia la

Estadística y hacia las Matemáticas contrastando los resultados con estudios previos. Estrada en varios trabajos (Estrada, Batanero y Fortuny, 2004a 2004b; Estrada, 2007; Estrada y Batanero, 2008) ha analizado con mayor detalle en España las actitudes hacia la estadística de profesores de educación primaria en formación y en ejercicio. Igualmente ha relacionado estas actitudes con variables como años de docencia, especialidad (en caso de futuros profesores) y conocimientos estadísticos. Uno de sus resultados más importantes es mostrar que las actitudes mejoran en general con los conocimientos y la práctica profesional.

Estos estudios indican que los profesores reconocen la importancia práctica de la estadística, están dispuestos a aprender más y dedicar más tiempo a su enseñanza, pero se sienten poco preparados para ayudar a los estudiantes en sus dificultades con el tema. Es decir, sería necesario desarrollar los componentes cognitivo y dificultad de las actitudes hacia la estadística frente a los componentes afectivo de valor de la materia.

Los profesores tienen también creencias referentes a los contenidos y fines de la enseñanza, que pueden incidir fuertemente en la forma que enseñan estadística. Sus actividades en el aula vienen determinadas en parte por su visión de los objetivos educativos que pretenden en el aprendizaje del contenido matemático de los estudiantes. Por ejemplo, en un estudio cualitativo con profesores alemanes, Eichler (2008) muestra como el currículo efectivamente implementado en la clase para alumnos del mismo nivel educativo varía considerablemente dependiendo de estas creencias, sobre todo de la visión estática o dinámica de la estadística y la preferencia por la formalización frente a las aplicaciones.

2.2. Conocimientos Estadísticos

Varios investigadores indican que también se requiere una mejor preparación estadística de estos profesores. A pesar de que muchos futuros profesores de secundaria son licenciados en matemáticas, generalmente no recibieron una formación específica en estadística aplicada o uso del software estadístico. La situación es aún más crítica para los profesores de educación primaria, ya que pocos tuvieron una formación inicial suficiente (Franklin y Mewborn, 2006).

Algunas de las actividades que realiza el profesor, tales como “indagar lo que los estudiantes conocen, elegir y manejar representaciones de las ideas matemáticas, seleccionar y modificar los libros de texto, decidir entre modos posibles de acción (Ball, Lubienski y Mewborn, 2001) dependen de su razonamiento y pensamiento matemático. Como consecuencia, las creencias, el

conocimiento del contenido didáctico y las decisiones instruccionales dependen del conocimiento que el profesor tiene sobre el contenido estadístico. Esto es un motivo de preocupación, puesto que la investigación en educación estadística está mostrando que muchos futuros profesores mantienen inconscientemente una variedad de dificultades y errores sobre la estadística que podrían transmitir a sus estudiantes.

Los estudios de evaluación del conocimiento matemático de los profesores dividen este conocimiento en varios componentes: conocimiento común del contenido, conocimiento especializado del contenido, conocimiento del contenido y la enseñanza y conocimiento del contenido y los estudiantes (Ball, Thames y Phelps, 2005)

Centrándonos en el conocimiento común del contenido estadístico, los estudios de evaluación suelen usar cuestionarios o entrevistas y tareas similares a las empleadas en investigaciones con estudiantes. Su interés es determinar si el nivel de conocimiento de los futuros profesores es suficiente para resolver las tareas que tendrán que proponer a sus futuros alumnos.

Estrada y Batanero (2008) encontraron en su estudio una proporción preocupante de futuros profesores que no dominan los conceptos elementales que han de enseñar a sus futuros alumnos. Un 45% de la muestra no tuvo en cuenta el efecto de los valores atípicos sobre la media, 28% mostraron una interpretación deficiente de la probabilidad frecuencial, 45% confundieron correlación y causalidad, 24% no invierten adecuadamente el algoritmo de la media, 30% fueron insensibles al sesgo en el muestreo, 15% pensaron que no es posible dar una estimación cuando hay fluctuación aleatoria y otro 30% tenía confusiones varias respecto al muestreo.

Respecto a los gráficos, Espinel, Bruno y Plasencia (2008) muestran que los futuros profesores en su muestra ni siquiera alcanzan el mismo nivel que los estudiantes universitarios en una investigación previa realizada en Norteamérica. Aunque los estudiantes parecen comprender los elementos básicos de la estadística descriptiva, no tienen recursos para interpretar los gráficos, hacen errores respecto a la simetría, valores atípicos y frecuencias acumuladas. Tienen dificultades con la media y mediana y piensan sobre todo en términos de variables cualitativas, confundiendo en consecuencia los histogramas y gráficos de barras. Fallan al interpretar la distribución de datos, centrándose tan sólo en aspectos específicos como la media o un valor aislado.

La importancia del concepto de variación en estadística ha sido resaltada por Wild y Pfannkuch (1999) como el núcleo de su modelo sobre razonamiento estadístico. A pesar de ello, la investigación de Silva y Coutinho (2008) muestra que el razonamiento predominante de los profesores brasileños sobre la variación es verbal, lo que les impide enseñar a sus estudiantes el significado de

medidas tales como la desviación típica, limitándose a la enseñanza de algoritmos. Les resulta difícil integrar el razonamiento sobre la media, desviación respecto a la media, intervalo de k desviaciones típicas desde la media y estimación de la frecuencia en el intervalo.

Respecto a la idea de distribución, otra idea central del razonamiento estadístico, Canada (2008) analizó el razonamiento de estudiantes de secundaria y futuros profesores cuando comparan conjuntos de datos con la misma media y diferente dispersión. Aunque el grupo de futuros profesores tuvo mejor rendimiento que el de los estudiantes, todavía un 35% de ellos pensaba que dos conjuntos de datos con la misma media eran iguales aunque la dispersión fuese muy diferente.

Respecto al conocimiento de la estadística para la enseñanza, algunas investigaciones examinan a profesores en ejercicio, observándolos a lo largo de un periodo de enseñanza y complementando esta observación con entrevistas u otros medios. Este conocimiento también parece insuficiente.

Por ejemplo, los profesores participantes en el estudio de Jacobbe (2008) no poseían suficiente conocimiento de la mediana para enseñar estadística en los niveles requeridos en los nuevos currículos americanos. En el trabajo de Stohl (2005), los profesores observados fallaron al implementar el enfoque experimental en la enseñanza de la probabilidad, porque sólo proponían a los estudiantes tareas con muestras pequeñas. Por este motivo los estudiantes no pudieron apreciar la convergencia o el efecto del tamaño de la muestra sobre la misma, es decir no llegaron al punto central del enfoque frecuencial de la probabilidad. En otras sesiones, al trabajar con proyectos estadísticos en la clase los profesores perdieron oportunidades para implicar a los estudiantes en la investigación y para profundizar en sus razonamientos. Especialmente se perdieron estas oportunidades en las fases de análisis e interpretación en el modelo de razonamiento estadístico de Wild y Pfannkuch (1999).

2.3. Conocimiento Profesional para Enseñar Estadística

Estos profesores también necesitan formación en el conocimiento profesional relacionado con la educación estadística, a la que no pueden transferirse algunos principios generales válidos para otras ramas de las matemáticas (Batanero, Godino y Roa, 2004, Mickelson y Heaton, 2004).

Estos conocimientos se adquirirán preferentemente durante el ejercicio de la docencia. Llinares (2000) indica que la práctica profesional del profesor es el conjunto de actividades que genera cuando realiza las tareas que definen la enseñanza de las matemáticas y la justificación dada por el profesor. No se reduce a lo que sucede en el aula, sino que se conceptualiza desde una

perspectiva más amplia, en la que se incluyen tareas como tutorías, reuniones de seminario-departamento o asistencia a actividades de formación. Hay sin embargo poca oportunidad para un desarrollo profesional de los profesores en estadística, puesto que de hecho la enseñanza se omite o reduce o bien se reduce a puro cálculo (Watson, 2001; Mendonça, Coutinho y Almouloud, 2006).

Las escasas investigaciones relacionadas con el conocimiento profesional de los profesores para enseñar estadística sugieren que este conocimiento es escaso, lo cual no es una sorpresa pues, como hemos visto, este conocimiento dependerá de su conocimiento estadístico que en gran medida es también deficiente. La investigación de González y Pinto (2008) muestra que los estudiantes para profesor tienen pocos conocimientos didácticos en relación a los gráficos estadísticos. Por ejemplo, no son capaces de diferenciar los diferentes niveles cognitivos asociados a la lectura de gráficos definidos en investigaciones como la de Friel, Curcio Bright (2001) ni comprender los diferentes componentes y procesos ligados a esta interpretación. Cuando se les pide para clasificar los gráficos de los libros de texto, se centran sólo en los aspectos procedimentales, mostrando falta de conocimiento sobre el aprendizaje de los gráficos o las dificultades de los estudiantes en el tema.

Por otro lado, los libros de texto y materiales curriculares preparados son insuficientes, en algunos casos, como soporte para el profesor al presentar una visión muy parcial de los conceptos (por ejemplo, solo la aproximación clásica a la probabilidad o la inferencia); en otros casos las aplicaciones se limitan a juegos de azar o no se basan en datos tomados de aplicaciones reales; en otros las definiciones de los conceptos son incorrectas o incompletas (Cardeñoso, Azcárate y Serradó, 2005).

Es también patente la dificultad de algunos profesores al trabajar con proyectos y problemas abiertos en matemática (Jaworski, 1994, Ponte (2001)). En el caso de la estadística, un tema fundamental es que los proyectos se usen para enseñar razonamiento estadístico y no cálculos rutinarios. Por ello es importante ver si los profesores son capaces de a) reconocer qué conceptos pueden ser estudiados a partir de un proyecto o un conjunto de datos dado y b) implementar una enseñanza efectiva en una clase utilizando proyectos estadísticos.

En la investigación de Chick y Pierce (2008), sin embargo, fue evidente que no hicieron un uso adecuado de los datos y proyectos al planificar sus lecciones, pues fallaron en sacar a la luz los conceptos latentes, a pesar de la riqueza de conceptos de la situación didáctica planteada. Por el contrario se limitaron a pedir cálculos o realizar nuevos gráficos con pocas actividades de interpretación.

Tratando de avanzar en el análisis del conocimiento profesional para enseñar estadística (PKTS), Watson, Donne y Callingham (2008) analizan a 42 profesores que participan en un curso de desarrollo profesional en estadística y tratan de evaluar y definir niveles en este conocimiento. Parten de un cuestionario que incluye tareas pensadas para estudiantes con respuestas de los mismos. Preguntan a los profesores sobre el conocimiento estadístico necesario para hallar la solución correcta, los razonamientos incorrectos y causas para los mismos y posibles métodos para ayudar a los estudiantes a superarlos. Utilizando el método de análisis de Rasch definen y describen tres niveles de conocimiento profesional del profesor y crean una escala para evaluarlo en relación a los contenidos estadísticos elementales. Un problema de esta investigación es que los ítems son muy limitados en cuanto al contenido estadístico, además de que se requiere mayor tamaño de muestra para dar estabilidad a la escala.

Modelos sobre el conocimiento profesional

Si queremos impulsar el desarrollo del conocimiento profesional del profesor, se requiere un modelo de los componentes de dicho conocimiento. Ya hemos hecho referencia al modelo Ball, Thames y Phelps (2005) que incluye cuatro componentes: conocimiento común del contenido, conocimiento especializado del contenido, conocimiento del contenido y la enseñanza y conocimiento del contenido y los estudiantes. Burgess (2008) cruza estos cuatro componentes con las categorías que definen los modos esenciales de razonamiento estadístico y construye un modelo bidimensional para analizar el conocimiento profesional del profesor para enseñar estadística.

Lee y Hollebrands (2008) presentan un modelo del conocimiento profesional para enseñar estadística con apoyo de la tecnología con cuatro componentes: a) Concepciones de qué significa enseñar un tema particular integrando la tecnología en el proceso de aprendizaje; b) Conocimiento de las estrategias de enseñanza y las representaciones para enseñar temas particulares con la tecnología; c) Conocimiento sobre la comprensión, razonamiento y aprendizaje de los estudiantes con la tecnología y d) Conocimiento del currículo y materiales curriculares que integran la tecnología en el aprendizaje y ponen el énfasis en el razonamiento estadístico.

Garfield y Ben-Zvi (2008) describen el conocimiento profesional mediante seis componentes que se ha de desarrollar en la formación de profesores: ideas estadísticas fundamentales; uso de datos reales; uso de actividades para el aula; integración de las herramientas tecnológicas; implementación del discurso en el aula y uso de métodos alternativos de evaluación.

En nuestro caso (Godino y cols., 2008) proponemos un modelo general para el conocimiento profesional del profesor de matemáticas con seis componentes:

- Epistémico: Incluye el conocimiento matemático y reflexión epistemológica sobre el significado de los objetos particulares que se pretende enseñar, y el análisis de sus transformaciones para adaptarlos a los distintos niveles de enseñanza.
- Cognitivo: Dificultades, errores y obstáculos de los alumnos en el aprendizaje y sus estrategias en la resolución de problemas
- Mediacional. Medios didácticos: Análisis del currículo, situaciones didácticas, metodología de enseñanza para temas específicos y recursos didácticos específicos. Afectivo: actitudes, creencias y sentimientos de los estudiantes, sus intereses y motivaciones.
- Interaccional: Organización del discurso en la clase, interacciones entre estudiantes y de ellos con el profesor, incluyendo la evaluación.
- Ecológico: Relación del tema con otros en la materia o en otras disciplinas, así como condicionantes internos y externos en la enseñanza.

2.4. Evaluación de Experiencias en la Formación de Profesores de Estadística

La literatura sobre formación de profesores indica la complejidad de las competencias necesarias para enseñar y la divergencia entre formación teórica y práctica para la docencia (Brown y Borko, 1992). Por ello, la formación de futuros profesores requiere de entornos y contextos en que trabajen sobre problemas significativos relacionados con su desarrollo profesional y la reflexión sobre dichas actividades, que a la vez se utiliza, registrada de diversas formas en la investigación (Llinares y Krainer, 2006).

Para el caso de la estadística, algunas actividades sugeridas en este sentido son las siguientes:

- *El trabajo colaborativo* entre los profesores es esencial para mejorar su formación profesional. A través del intercambio de ideas y materiales entre los profesores que tienen problemas y necesidades comunes emergen nuevas ideas para la introducción de actividades, prácticas o el desarrollo de competencias (Carvalho, 2008). El profesor de estadística ha de manejar dos tipos de incertidumbre en su trabajo diario: el primero de ellos se relaciona con el conocimiento estocástico. La incertidumbre aparece también en el trabajo de la clase debido a las interacciones inesperadas entre estudiantes y profesor (Groth, 2008). La discusión entre profesores, incluso a distancia por medio de la tecnología puede ayudar a manejar estos dos niveles de incertidumbre.
- *Planificación de una lección para enseñar a los alumnos algún aspecto de la estadística* pues en esta planificación pone en juego su conocimiento

estadístico y su conocimiento profesional (Chick y Pierce, 2008). También permite el análisis de las transformaciones del conocimiento para adaptarlos a los distintos niveles de enseñanza.

- *Trabajo con proyectos.* Puesto que los currículos y metodología nueva indican que se debe implicar a los estudiantes con los proyectos estadísticos es importante que los profesores trabajen en la clase con el mismo enfoque. Tanto en este caso como el anterior si queremos que el profesor desarrolle la comprensión de sus alumnos deberían tener las mismas experiencias que ellos. Una forma de lograrlos es hacerles jugar sucesivamente el papel de alumno y profesor, es decir, “tener la práctica de aprendiz”. Sobre todo cuando hay poco tiempo de enseñanza, se debiera implementar un ciclo formativo en que los profesores primero trabajan con un proyecto estadístico o una unidad didáctica y luego lo analizan desde el punto de vista didáctico como un medio de enriquecer simultáneamente el conocimiento estadístico y profesional del profesor (Godino y cols., 2008).
- *Análisis de tareas o ítems de evaluación y respuestas de alumnos a las mismas.* Se trata de analizar el contenido estadístico y los conocimientos requeridos para resolver alguna tarea de evaluación o usada en alguna investigación sobre razonamiento estadístico. Este tipo de análisis permitió también revelar posibles dificultades de los profesores con los conceptos estadísticos en la experiencia de Godino y cols. (2008).
- *Resolución de situaciones problemáticas paradójicas y reflexión sobre su contenido.* En el caso de formación de profesores de secundaria que tengan sólidos conocimientos matemáticos, se trata de hacer experimentar a los futuros profesores la dificultad que encuentra un alumno al resolver las tareas o problemas que se les plantea. Puesto que futuro profesor en este caso tiene unos conocimientos muy sólidos de estadística, hemos de buscar algunos ejemplos de problemas, que, aparentemente sencillo, puedan, sin embargo tener soluciones contraintuitivas o sorprendentes (Batanero, Godino y Roa, 2004).

En nuestras experiencias se tendrían en cuenta los diversos puntos de vista sobre la probabilidad e inferencia (Batanero, Henry y Parzysz, 2005) conjuntando la formación estadística y la formación en el contenido didáctico (Ball y Bass, 2000).

2.5. Nuevas Tecnologías y Formación de Profesores

La influencia de la tecnología en la estadística y su enseñanza ha sido reconocida por la International Association for Statistical Education (IASE) en los Congresos Internacionales sobre la Enseñanza de la Estadística, donde se

discutió sobre el software disponible para la enseñanza, los cambios implicados en el contenido y metodología, y el efecto en el aprendizaje y las actitudes de los alumnos. Como se destaca en estas conferencias, la tecnología ha reducido el tiempo de cálculo, permitiendo trabajar en clase con aplicaciones reales, en línea con el uso de proyectos y las tendencias curriculares descritas anteriormente.

Las posibilidades de simulación y creación de micromundos estocásticos virtuales permiten explorar los conceptos de probabilidad e inferencia y sustituir las demostraciones formales por razonamientos más intuitivos; se añaden también las funciones de tutor y ayuda al autoestudio, evaluación y ejercitación (Biehler, 1997, 2003; Ben-Zvi, 2000). Podemos añadir las sugerencias y experiencias didácticas basadas en el uso de recursos disponibles en Internet, incluyendo las relacionadas con la formación de profesores en estadística (Godino y cols. 2003, 2006a y b; Sánchez e Izunza, 2006) y la interacción a distancia entre alumnos o alumnos y profesor.

Un punto esencial para introducir la tecnología en la clase de estadística será la adecuada preparación de los profesores, tanto desde el punto de vista técnico como didáctico. La tecnología puede utilizarse tanto como amplificadores o como reorganizadores conceptuales para desarrollar la comprensión de ideas estadísticas en los profesores (Lee y Hollebrand, 2008). Ello es necesario pues algunos futuros profesores tienen dificultades en la utilización adecuada del software para fomentar la comprensión de los alumnos y consideraban que la simulación es sólo útil después de estudiar la probabilidad de manera teórica. En otros casos, al trabajar con la tecnología pasan por alto las ideas previas correctas de los estudiantes, centrándose sólo en sus errores (Stohl, 2005).

Desde el punto de vista técnico necesitamos familiarizar a los profesores con el uso de la tecnología, el trabajo con proyecto y la implementación de simulaciones. Desde el punto de vista didáctico necesitamos formar al profesor en los diferentes niveles del conocimiento profesional en relación con el uso de la tecnología para enseñar estadística. Esta preparación entronca además con la investigación centrada en formación de profesores y resolución de problemas (Llinares y Krainer, 2006; Ponte, 2001; Ponte y Chapman, 2006).

3. Conclusiones

Una primera conclusión que podemos extraer del análisis de estas investigaciones es que la preparación de los profesores es un tema importante para la investigación y para los formadores de profesores. La evaluación del

conocimiento del profesor sigue siendo relevante, debido a las demandas de que los estudiantes sean enseñados por profesores bien cualificados, la necesidad de evidenciar los resultados de los programas de formación de profesores y el debate sobre el contenido matemático para la enseñanza que debe poseer el profesor (Hill, Sleep, Lewis y Ball, 2007).

La necesidad de formación es reconocida por los mismos profesores que muestran interés por los cambios curriculares pero se sienten inseguros en áreas tales como el diseño de experimentos, métodos de muestreo, aleatorización, riesgo, variación, análisis exploratorio de datos e inferencia estadística (Arnold, 2008). Este abanico cubre prácticamente todo el contenido curricular e incluye no sólo los conceptos avanzados, sino también los más simples.

Un curso de didáctica de la estadística debería servir para proporcionar a los profesores este conocimiento, mejorar sus actitudes, aumentar su sensibilidad hacia la dificultad que otras personas pueden tener en esta materia y capacitarlos para la enseñanza. Somos conscientes de que la variedad de conocimientos requeridos para estos cursos plantea el problema de elaborar materiales específicos, continuando el trabajo que iniciamos en Batanero (2001).

También reconocemos que la estadística es una ciencia en continuo cambio y expansión y que es necesario estar abiertos a las nuevas corrientes, tales como la inferencia bayesiana, los métodos de simulación, estadística espacial o procesos estocásticos. Estas nuevas tendencias necesitan ser difundidas y serán pronto objeto generalizado de enseñanza. Creemos que es necesaria aún mucha investigación y reflexión didáctica para poder seguir construyendo la Educación Estadística y concretándola en cursos destinados a futuros profesores. Esperamos que este trabajo logre interesar a otros investigadores por esta problemática.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto SEJ2007-60110 (MEC- Feder).

Referencias

Arnold, P. (2008). Developing new statistical content knowledge with secondary school mathematics teachers. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.

- Azcárate P. (1995). *El conocimiento profesional de los profesores sobre las nociones de aleatoriedad y probabilidad. Su estudio en el caso de la educación primaria*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Azcárate, P., Serradó, A. y Cardeñoso, C. (2006). Analyzing teacher resistance to teaching probability in Compulsory education En A. Rossman y B. Chance (Eds.). *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador (Bahia), Brazil: International Association for Statistical Education. CD ROM.
- Ball, D. y Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics. En J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on the teaching and learning of mathematics* (pp. 83-104). Westport, CT: JAI/Ablex.
- 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.
- Ball, D. L., Thames, M. H. y Phelps, G. (2005). *Articulating domains of mathematical knowledge for teaching*. Online: www-personal.umich.edu/~dball/.
- Batanero, C. (2000). Errores y dificultades de los conceptos estadísticos elementales: El caso de las medidas de tendencia central. En C. Loureiro, F. Oliveira y L. Brunheira (Eds.), *Ensino e Aprendizagem da Estatística* (pp. 31-48). Lisboa: Sociedade Portuguesa de Estatística.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística. Didáctica de las Matemáticas.
- Batanero, C., Burrill, G., Reading, C. & Rossman, A. (2008). (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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
[On line: http://www.ugr.es/~icmi/iase_study/](http://www.ugr.es/~icmi/iase_study/).
- Batanero, C., Godino, J. D., y Roa, R. (2004). Training teachers to teach probability. *Journal of Statistics Education*, 12. On line: <http://www.amstat.org/publications/jse/>.
- Batanero, C., Henry, M. y Parzysz (2005). The nature of chance and probability. En G. Jones (Ed.), *Exploring probability in school: challenges for teaching and learning* (pp. 15-37). New York: Springer.
- Ben-Zvi, D. (2000). Towards understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematics Thinking and Learning*, 2(1&2), 127-155.

- Biehler, R. (1997). Software for learning and for doing statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 167-190.
- Biehler, R. (2003). Interrelated learning and working environments for supporting the use of computer tools in introductory courses. En L. Weldon y J. Engel (Eds.), *Proceedings of IASE Conference on Teaching Statistics and the Internet*. Berlin: IASE.
- Brown, C. y Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp. 209-239). New York: NCTM.
- Burgess, T. (2008). Teacher knowledge for teaching statistics through investigations. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (2008). Canada, D. L. (2008). Conceptions of distribution held by middle school students and preservice teachers. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Cardeñoso, J. M. (1998). *Las creencias y conocimientos de los profesores de primaria andaluces sobre la matemática escolar. Modelización de las concepciones sobre aleatoriedad y probabilidad*. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.
- Cardeñoso, J. M., Azcárate, P. y Serradó, A. (2005). Los obstáculos en el aprendizaje del conocimiento probabilístico: Su incidencia desde los libros de texto. *Statistics Education Research Journal* 4(2), 59-81. On line: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/>.
- 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. On line: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/>.
- Carvalho, C. (2008). Collaborative work in statistics classes: why do it? 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Chapman, O. (1999). Researching mathematics teacher thinking. En O. Zaslavsky (Ed.), *Proceedings of the 23th Conference of the International*

- Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 385-392). Haifa: The Technicon – Israel Institute of Technology.
- 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Eichler, A. (2008). Germany teachers' classroom practice and students' learning. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Estrada, A. (2007). Actitudes hacia la estadística: un estudio con profesores de educación primaria en formación y en ejercicio. En M. Camaño, P. Flores y P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 121-140). Tenerife: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Estrada, A. y Batanero, C. (2008). *Explaining teachers' attitudes towards statistics*. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Estrada, A., Batanero, C. y Fortuny, J. M. (2004a). Un estudio comparado de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 263-274.
- Estrada, A., Batanero, C. y Fortuny, J. M. (2004b). Un estudio de evaluación de conocimientos estadísticos en profesores en formación e implicaciones didácticas. *Educación Matemática*, 16, 89-112.
- Estrada, A., Batanero, C., Fortuny, J. M. y Díaz, C. (2005). A structural study of future teachers' attitudes towards statistics. *Proceedings of CERME 4, San Feliu de Guixols*, ERME. CD ROM.
- Espinel, C., Bruno, A. y Plasencia, I. (2008). Statistical graphs in the training of teachers. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.) (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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2005). *A curriculum framework for K-12 statistics education. GAISE report.* On line:
<http://www.amstat.org/education/gaise/>.
- Franklin, C. y Mewborn, D. (2006). The statistical education of PreK-12 teachers: A shared responsibility. En G. Burrill (Ed.), *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance* (pp. 335-344). Reston, VA: NCTM.
- Friel, S., Curcio, F., & Bright, G. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing. Comprehension and Instructional Implications. *Journal of Research in Mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gal, I. y Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2).
- Gal, I., Ginsburg, L. y Garfield, J. B. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics education. En: I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 37-51). Voorburg: IOS Press.
- Garfield, J. B. y Ben-Zvi, D. (2008) Preparing school teachers to develop students' statistical reasoning. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Godino, J., 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.), *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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Godino, J. D., Roa, R., Recio, A. M., Ruiz, F. y Pareja, J. L (2006). Analysing teaching and learning process for the law of large numbers: implications of

- using software in teachers' education. *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador (Bahia), Brazil: International Association for Statistical Education. CD ROM.
- Godino, J. D., Recio, A. M., Roa, R., Ruiz, F. y Pareja, J. L. (2006). Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas. *Revista Números*, 64.
- Godino, J. D. Ruiz, F., Roa, R., Pareja, J. L. y Recio, A. M. (2003). Analysis of two internet interactive applets for teaching statistics in schools. Trabajo presentado en la *IASE Satellite Conference on Statistics Education and the Internet*. Berlin, Germany, 11-12 August, 2003.
- González, M. T. y Pinto, J. (2008). Conceptions of four pre-service teachers on graphical representation. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.) (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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Groth, R. E. (2008). Navigating layers of uncertainty in teaching statistics through case discussion. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- 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.
- Huedo, T., López, J.A., Martínez, R. y Nortes, A. (2003). Contenidos y actitudes en estadística: Un estudio en maestros en formación. *Actas de la 27 Conferencia Nacional de Estadística e Investigación Operativa*. Lleida: SEIO. CD ROM.
- Jacobbe, T. (2008). Elementary school teachers' understanding of the mean and median. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (2008).
- Jaworski, B. (1994). *Investigating mathematics teaching: A constructivist inquiry*. London: Falmer.
- Lee, H. S. y Hollebrands, K. (2008). Preparing to teach data analysis and probability with technology. 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*

RETOS PARA LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PROFESORES

- of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. Monterrey, Mexico: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Llinares, S. (2000). Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En J. Ponte y L. Serrazina (Eds.), *Educação matemática em Portugal, Espanha e Itália. Actas da Escola de Verão – 1999*. (pp. 109-132). Sociedade de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação.
- 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.
- MEC (2006a). Real Decrero 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria.
- MEC (2006b). REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- Meletiou, M. (2003). On the formalist view of mathematics: impact on statistics instruction and learning En A. Mariotti (Ed.), *Proceedings of Third European Conference in Mathematics Education*. Bellaria, Italy: ERME.
- Mendonça, T., Coutinho, C. y Almouloud, S. (2006). Mathematics education and statistics education: meeting points and perspectives. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador (Bahia), Brazil: International Association for Statistical Education. CD ROM.
- Mickelson, W. T. y Heaton, R. (2004). Primary teachers' statistical reasoning about data. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenges of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 353-373). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Nasser, F. M. (2004). Structural model of the effects of cognitive and affective factors on the achievement of arabic-speaking pre-service teachers in introductory statistics. *Journal of Statistics Education*, 12 (1). On line: www.amstat.org/publications/jse/.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM. <http://standards.nctm.org/>.
- Onwuegbuzie, A. J. (1998). Teachers' attitudes toward statistics. *Psychological Reports*, 83, 1008-1010.
- Ponte, J. P. (2001). Investigating in mathematics and in learning to teach mathematics. In T. J. Cooney & F. L. Lin (Eds.), *Making sense of*

- mathematics teacher education* (pp. 53-72). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ponte, J. P. y Chapman, O. (2006). Mathematics teachers' knowledge and practices. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 461-494). Rotterdam: Sense Publishers.
- Sánchez, E. e Izunza, S. (2006). Meanings' construction about sampling distributions in a dynamic statistics environment. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador (Bahia), Brazil: International Association for Statistical Education. CD ROM.
- Schau, C., Stevens, J., Dauphine, T., y del Vecchio, A. (1995). The development and validation of the survey of attitudes towards statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 55(5), 868-875.
- Scheaffer, R. L. (2006). Statistics and mathematics: On making a happy marriage. En G. Burrill (Ed.), *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance* (pp. 309-321). Reston, VA: NCTM.
- SEP (2006). *Programa de estudio, educación secundaria* (Curricular guidelines for secondary education) Dirección General de Desarrollo Curricular de la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública, México.
- Silva, C. y Coutinho, C. (2008). Reasoning about variation of a univariate distribution: a study with secondary mathematics teachers. 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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Shaughnessy, J. M. (2006). Research on students' understanding of some big concepts in statistics. En G. Burrill (Ed.), *NCTM 2006 Yearbook: Thinking and reasoning with data and chance* (pp. 77-95). Reston, VA: NCTM.
- Stohl, H. (2005). Probability in teacher education and development. En G. Jones (Ed.). *Exploring probability in schools: Challenges for teaching and learning* (pp. 345-366). New York: Springer.
- Watson, J. M. (2001). Profiling teachers' competence and confidence to teach particular mathematics topics: The case of data and chance. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4, 305-337.
- Watson, J. M., Donne, J. y Callingham, R. A. (2008). Establishing PCK for teaching statistics. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading, y A. Rossman

RETOS PARA LA FORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PROFESORES

- (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: International Commission on Mathematical Instruction and International Association for Statistical Education.
- Watson, F., Kromrey, J., Ferron, J., Lang, T. y Hogarty, K. (2003). An assessment blueprint for Encstat: A statistics anxiety intervention program. Comunicación presentada al *AERA Annual Meeting*, San Diego.
- Weldon, L. y Engel, J. (Eds.), (2003). *Statistics and the Internet*. Voorburg: International Statistical Institute. CD ROM.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 221-248.
- Wisnabaker, J., Nasser, F., y Scott, J.S. (1999). A cross-cultural comparison of path models relating attitudes about and achievement in Introductory Statistics Courses. Comunicación presentada en el 52nd ISI – International Statistical Institute - Session, Helsinki.