

PERSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN DEL GRUPO DE  
TRABAJO “DIDÁCTICA DE LA PROBABILIDAD,  
ESTADÍSTICA Y COMBINATORIA”

M. JESÚS CAÑIZARES CASTELLANOS  
*Universidad de Granada*

ANTONIO ESTEPA  
*Universidad de Jaén*

CARMEN BATANERO  
*Universidad de Granada*

## 1. INTRODUCCIÓN

Un objetivo de la SEIEM es promover las actividades de investigación y los grupos de investigación juegan un papel muy importante a este respecto. En este panel daremos a conocer el trabajo realizado por nuestro grupo, situándolo dentro de la investigación en educación estadística a nivel internacional, con el fin de compartirlo con otros grupos de la sociedad y abrir la posibilidad de futuras colaboraciones con ellos.

El interés reciente por la enseñanza de la estadística ha sido impulsado por el crecimiento de sus aplicaciones y la difusión de los ordenadores que resuelven el problema del cálculo. Al facilitarse su uso, la estadística se ha incorporado, en forma generalizada, al currículo de la enseñanza primaria y secundaria y de las diferentes especialidades universitarias, debido a su carácter instrumental, y a la importancia del razonamiento estadístico en la sociedad de la información. Esto ha originado una serie de problemas didácticos a los que la investigación trata de responder, desde la educación matemática, la psicología, y la propia estadística.

La investigación sobre la didáctica de la estadística es aún escasa, y no se conocen bien las principales dificultades de los alumnos en muchos conceptos importantes. Sería también preciso evaluar métodos de enseñanza adaptados a la naturaleza de la estadística, a la que no siempre se pueden transferir los principios generales de la enseñanza de las matemáticas, porque se contraponen a la cultura determinista de la clase de matemáticas, y por las controversias filosóficas, éticas y políticas implicadas en el uso e interpretación de la estadística.

## 2. ORÍGENES Y COMPONENTES DEL GRUPO

El grupo de Estadística, Probabilidad y Combinatoria se creó formalmente durante la reunión de constitución de la Sociedad, aunque la mayoría de sus miembros actuales trabajaban ya en esta línea de investigación. En 1985 se estableció un grupo sobre el tema en Jaén, que se trasladó posteriormente a Granada y se consolidó con el Programa de Doctorado en Didáctica de la Matemática en el año 1988. En otras Universidades como Cádiz, La Laguna, Autónoma de Madrid y Murcia también trabajaban en el tema personas aisladas o pequeños grupos.

La coordinación fue iniciada por Carmen Batanero (Universidad de Granada) y a partir de 1997 se hizo cargo de ésta Antonio Estepa (Universidad de Jaén). Los componentes actuales del grupo son César Sáenz (Universidad Autónoma de Madrid), Pilar Azcárate (Universidad de Cádiz), Carmen Batanero, M. Jesús Cañizares, Jose María Cardeñoso, Juan D. Godino, Virginia Navarro-Pelayo, Juan Jesús Ortiz, Luis Serrano y Angustias Vallecillos (Universidad de Granada), Antonio Estepa y Francisco T. Sánchez-Cobo (Universidad de Jaén), Candelaria Espinel (Universidad de La Laguna) y Andrés Nortes (Universidad de Murcia).

El grupo se ha reunido en Zamora y Valladolid y se han organizado encuentros parciales en Granada y Jaén, con ocasión de los cursos de doctorado o de la presencia de profesores visitantes.

## 3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los trabajos desarrollados hasta la fecha pueden clasificarse en las siguientes líneas de investigación:

### 3.1. EVALUACIÓN DEL RAZONAMIENTO PROBABILÍSTICO

Mientras que hasta hace unos años, la enseñanza de la probabilidad se iniciaba a los 14-15 años, enfatizando el cálculo combinatorio, los currículos actuales adelantan la materia al comienzo de la educación secundaria obligatoria e incluso a la enseñanza primaria. Sugieren utilizar actividades donde el estudiante haga predicciones sobre los diferentes resultados en experimentos aleatorios

sencillos, luego obtenga datos empíricos, y finalmente compare las probabilidades experimentales con sus predicciones. Este cambio requiere una labor de evaluación de las capacidades de los alumnos, como las llevadas a cabo sobre los siguientes conceptos: aleatoriedad (Serrano, 1996; Batanero, Serrano y Green, 1998; Batanero y Serrano, 1999); comparación de probabilidades (Cantero, 1998; Cañizares, 1997; Cañizares y cols., 1997), noción de juego equitativo (Cañizares y cols., 1999), concepción frecuencial de la probabilidad (Serrano y cols., 1996) y uso de heurísticas (Serrano y cols., 1998;). Sáenz (1995; 1998) realiza un experimento de enseñanza que tiene en cuenta las concepciones previas de los estudiantes para potenciar un cambio conceptual.

### 3.2. RAZONAMIENTO COMBINATORIO

Las operaciones combinatorias pueden definirse mediante experimentos aleatorios (extracción con o sin reemplazamiento, ordenada o no ordenada) y, recíprocamente, la enumeración del espacio muestral de todo experimento compuesto requiere la resolución de un problema combinatorio. Piaget sostiene que la comprensión del azar pasa por la de las operaciones combinatorias, que son un componente fundamental de pensamiento formal. Esto nos ha llevado a evaluar el razonamiento combinatorio en alumnos de secundaria (Navarro-Pelayo, 1994; Batanero, Godino, y Navarro-Pelayo, 1994; Batanero, Navarro-Pelayo y Godino, 1997) y universitarios (Roa y cols., 1996; Roa, 2000).

### 3.3. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

El análisis exploratorio de datos se introduce en los nuevos currículos desde la enseñanza secundaria. Pero este tipo de análisis se basa en los estadísticos de orden, que no siempre son bien comprendidos por los alumnos (Cobo, 1998). Los conceptos estadísticos aparentemente sencillos presentan dificultades variadas a los estudiantes (Batanero, Godino, Green, Holmes, y Vallecillos, 1994).

Un tema extensamente investigado por miembros del grupo es la comprensión de la asociación estadística (Estepa, 1993; Batanero, Estepa, Godino, y Green, 1996; Estepa y Batanero, 1996; Estepa, Batanero y Sánchez, 1999) y su evolución tras la enseñanza, tanto en cursos tradicionales (Sánchez, 1999) como en los basados en el uso de ordenadores (Batanero, Estepa, y Godino, 1997; 1998).

### 3.4. FORMACIÓN Y CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES

La formación de los profesores en este ámbito es prácticamente inexistente. Sólo recientemente se ha iniciado una asignatura de didáctica de la estadística en la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas de la Universidad de Granada. Los alumnos de la Licenciatura de Matemáticas no tienen una formación específica en didáctica de la estadística, y la mayoría de profesores de primaria, no ha tenido una formación básica ni siquiera en estadística. El estudio de las concepciones de los profesores de educación primaria sobre aleatoriedad y

probabilidad es abordado por Azcárate (1995; 1996), Azcárate y Cardeñoso (1995) y Cardeñoso (1998).

### 3.5. ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO Y EL CURRÍCULO

Los libros de texto son un material didáctico fundamental, aunque en ocasiones transmiten significados incompletos o sesgados de los conceptos que tratan de enseñar; el análisis de los libros de texto puede ayudarnos a detectar estos desajustes. Esta problemática es abordada por Ortiz (1999; Ortiz y cols., 1996; 2000), Sánchez (1999) y Serradó (2000). Azcárate y Cardeñoso (1996) y Cardeñoso y Azcárate (1995) analizan el componente estocástico de los proyectos y materiales curriculares.

### 3.6. INFERENCIA ESTADÍSTICA

La estadística es una de las ciencias metodológicas fundamentales y base del método científico experimental. Pero la investigación didáctica ha puesto de manifiesto dificultades y errores en su aplicación, hasta el punto que algunas sociedades profesionales aconsejan prescindir del contraste de hipótesis y otros procedimientos estadísticos. Esta temática es recogida por Vallecillos (Vallecillos, 1994; 1995a y b; 1996; 1997; Vallecillos y Batanero, 1997). La «*educación estadística y la controversia sobre los tests de hipótesis*» fue el tema de una sesión en la 52 Reunión del ISI, 1999, donde Angustias Vallecillos presentó un trabajo invitado (Vallecillos, 1999) y este año se celebra la *IASE Round Table Conference* sobre *la formación de investigadores en el uso de la estadística* en Tokio, organizada por Carmen Batanero.

## 4. ACTIVIDAD DESARROLLADA

En el anexo presentamos las tesis doctorales elaboradas por miembros del grupo de investigación, que han participado también en proyectos financiados por el Programa de Promoción General del Conocimiento (DGICYT), Acciones integradas Hispano-Británicas e Hispano-Italianas, Proyecto Europeo Tempus Phare, Convenio de Colaboración Científica con Iberoamérica, junto con la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba y Plan Andaluz de Investigación.

Hay una tradición de participación en Congresos Internacionales, destacando ICOTS 1994, 1998; PME 1990 a 1999; ICME 1992 y 1996; I y II CIBEM; 51ª y 52ª Sesión del ISI 1997, 1999; *Round Table Conference* de IASE 1996, 2000; *International Conference on Teaching in Mathematics* celebrados en Samos, Grecia, en 1998 e *International Conference on «Mathematics for Living»*, celebrado este mismo año en Amman. El grupo ha participado también en las Jornadas de Investigación en el Aula de Matemáticas, Granada, y Jornadas de Educación Matemática Thales, JAEM y Simposio de la SEIEM y en Programas de Doctorado de las Universidades de Almería, Cádiz, Granada y Jaén, así como en cursos de doctorado y maestría en universidades sudamericanas.

Hemos recibido las visitas de trabajo de los siguientes profesores (Universidad de Granada): Herman Callaert, Limburgs University, Bélgica; Ernesto Alonso Sánchez, CINVESTAT, México; Oscar Soto, Universidad Nacional de Colombia; Grisel Alvarez, Universidad de Santiago de Cuba; Roberto Meyer, Universidad Nacional del Litoral, Argentina; y Carolina Carvalho, Universidad de Lisboa.

El grupo de Granada está organizando la información sobre su trabajo en una página Web (<http://www.ugr.es/~batanero>), que incluye enlaces a otros grupos en educación estadística.

## 5. TRABAJOS EN CURSO

Entre los trabajos actualmente en curso, citaremos los siguientes:

### 5.1. COMPRENSIÓN DE PROMEDIOS

Mientras que las concepciones probabilísticas han sido estudiadas extensamente, hay pocos trabajos sobre las concepciones estadísticas. Belén Cobo estudia el significado que los alumnos de secundaria atribuyen a los promedios, en relación a los campos de problemas, procedimientos de resolución, representaciones utilizadas, propiedades asignadas y modos de argumentación.

### 5.2. EL PASO DEL ANÁLISIS DE DATOS A LA INFERENCIA

Uno de los problemas principales en un curso introductorio de estadística es hacer la transición del análisis de datos a la inferencia, debido a la escasez del tiempo disponible y a los conocimientos previos. En la investigación de Tauber se pretende diseñar y evaluar una secuencia de enseñanza de la distribución normal, en un curso de análisis de datos basado en ordenadores, dirigido a estudiantes universitarios que no hayan estudiado estadística durante la educación secundaria. Antonio Moreno trabaja sobre enseñanza y aprendizaje de la estadística inferencial en el nivel de secundaria y recoge diversos aspectos sobre análisis curricular, investigaciones y experiencias de enseñanza sobre el tema y la descripción de una actividad llevada a cabo por el autor en clase con el fin de estudiar también el aprendizaje de conceptos inferenciales por alumnos de este nivel de enseñanza.

### 5.3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

La intervención en el aula como parte de la práctica profesional de los profesores del área puede estar influida, además de por las concepciones de los propios profesores, por otras muchas variables. Serradó lleva a cabo un estudio de casos sobre la implementación y desarrollo de la práctica de los profesores acerca del conocimiento estocástico, tomando como punto de partida los resultados de Serradó (2000) sobre la estructura didáctica y metodológica junto con el análisis de la tipología de conocimientos estocásticos propuestos por las editoriales seleccionadas.

## 6. INTEGRACIÓN EN OTROS GRUPOS INTERNACIONALES

Pensamos que esta presentación no estaría completa sin inscribir este trabajo dentro de una panorámica internacional. El interés por la enseñanza de la estadística no es exclusivo de la educación matemática, sino que es compartido por la estadística y la psicología. Haremos un breve resumen de la contribución de nuestro grupo en PME e IASE.

### 6.1. EL GRUPO DE ESTOCÁSTICA DE PME

Los estudios sobre razonamiento estocástico en Psicología se deben a la nueva concepción del hombre como un decisor dotado de un sistema probabilístico complejo, en lugar de considerarlo con un pensamiento acorde con la lógica formal como se hacía en épocas pretéritas. Entre los múltiples trabajos que existen, podemos destacar los más utilizados en Educación Estocástica, entre los que se encuentran los trabajos de Kahneman y cols. (1982), que introducen el concepto de *heurística* o estrategia inconsciente que reduce la complejidad de un problema probabilístico, suprimiendo parte de la información, y los estudios de Piaget e Inhelder (1951), sobre el desarrollo de las nociones de aleatoriedad y probabilidad en el niño. Mención especial merecen los trabajos de Fischbein (1975), que apoyan la conveniencia de adelantar la educación estocástica, mostrando que sin instrucción es difícil que se desarrolle un razonamiento estocástico adecuado.

Fischbein fue el fundador del *PME (Psychology of Mathematics Education)*, en la actualidad el principal foro de investigadores en educación matemática, donde, en cada Conferencia anual, se presentan trabajos de las distintas líneas de investigación. Nuestro grupo viene participando en PME desde 1990, tanto presentando trabajos de investigación, en sus distintas modalidades (research forum, research report, ...), como revisando los trabajos para cada Conferencia anual. En 1994 se formó un grupo de trabajo sobre Educación Estocástica, en cuya labor participan miembros de nuestro grupo, así como en tareas de coordinación de 1996 a 1998.

### 6.2. LA SOCIEDAD INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN ESTADÍSTICA (IASE)

La educación estadística ha sido un foco de interés del *Instituto Internacional de Estadística* (ISI) desde su fundación en 1885, que se concretó oficialmente en 1948, cuando se establece el *Comité de Educación*, que se responsabiliza del desarrollo de licenciaturas en estadística, los *Centros Internacionales de Educación Estadística*, la producción de libros de texto universitarios y diccionarios de términos estadísticos. El comité inició también los *ICOTS (International Conference on Statistical Education)* en 1982, las *Round Table Conference*, y la revista *Teaching Statistics* dirigida a los profesores (21 años de existencia).

En 1991 el *ISI* crea una nueva sección, a la que se transferirían los objetivos del Comité de Educación. Nace así *IASE (International Association for Statistical*

*Education*, <http://www.stat.ncsu.edu/info/iase/>), que cuenta con unos 500 miembros, y tiene un triple objetivo:

Como organización profesional, proporciona un foro de discusión a los educadores estadísticos;

Como sociedad de investigación, trata de crear una disciplina autónoma;

Toma el liderato en las cuestiones sobre educación estadística, especialmente en los países en desarrollo.

Entre las responsabilidades asumidas, se encuentran la organización de *ICOTS* y *Round Table Conference* y la colaboración con otras conferencias internacionales sobre educación estadística, promueve libros, como *The Assessment Challenge in Statistics Education* (Gal y Garfield, 1997) y coordina el *World Numeracy Project*.

Miembros del grupo pertenecen a *IASE*, participan en sus conferencias y colaboran activamente con la sociedad. Desde Granada se ha coordinado desde 1996 el *International Study Group on Learning and Teaching Statistics and Probability*, que en el año 2000 se ha integrado en *IASE* con el nombre *IASE Statistical Education Research Group* y se edita la *IASE Statistical Education Research Newsletter* (<http://www.ugr.es/local/batanero/sergroup.htm>). Se organizó en 1996 la *IASE Round Table Conference* y se participa en el comité ejecutivo.

## 7. PERSPECTIVAS DE FUTURO

El grupo se propone potenciar la investigación en esta línea, así como la difusión y aplicación de los resultados de investigación. Para lograr estas metas, siguen siendo válidos los objetivos propuestos en la reunión de Zamora:

- Coordinar y desarrollar una agenda de investigación para los próximos años que incluya la selección de problemas, temas y metodología de investigación relevantes; construcción de instrumentos de evaluación propios; diseño y desarrollo de experimentos de enseñanza; análisis curricular y el diseño de programas de formación para profesores de enseñanza no universitaria de contenido estocástico y didáctico.
- Difundir nuestros trabajos entre los profesores y preparar material de apoyo para el aula continuando la labor iniciada por Nortés Checa (1977, 1987), Godino y cols. (1988); Batanero y cols. (1994) y Sáenz (1999).
- Continuar las relaciones internacionales y potenciarlas, especialmente con Hispanoamérica.
- Contribuir al establecimiento de relaciones entre las diversas áreas en las que se lleva a cabo la investigación en Educación estadística, particularmente entre la Estadística y la Didáctica de la Matemática.

## REFERENCIAS

- Azcárate, P. (1996). El conocimiento profesional relativo al tratamiento del conocimiento probabilístico en la educación primaria. *Uno*, 7, 95-108.
- Azcárate, P. y Cardenoso, J. M. (1995). The notion of randomness in future primary school teachers. En J. B. Garfield (Ed.), *Papers of the IV International Conference on Teaching Statistics*, Minneapolis: Universidad de Minnesota.
- Azcárate, P. y Cardenoso, J. M. (1996). El lenguaje del azar: Una visión fenomenológica sobre los juicios probabilísticos. *Epsilon*, 35, 165-178.
- Batanero, C., Estepa, A., Godino, J. D. y Green, D. R. (1996). Intuitive strategies and preconceptions about association in contingency tables. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(2), 151-169.
- Batanero, C., Estepa, A. y Godino, J. D. (1997). Students' learning of statistical association in a computer environment. En J. Garfield and G. Burrill (Eds.), *Research on teaching statistics and new technologies* (pp. 191-206). Voorburg: International Statistical Institute.
- Batanero, C., Godino, J. D. y Estepa, A. (1998). Building the meaning of statistical association through data analysis activities. Research Forum. En A. Olivier y K. Newstead (Eds.), *Proceedings of the 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1, 221-236). University of Stellenbosch.
- Batanero, C., Godino, J. Green, D. Holmes, P. y Vallecillos, A. (1994). Errors and difficulties in understanding statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25(4), 527-547.
- Batanero, C., Godino, J. D. y Navarro-Pelayo, V. (1994). *Razonamiento Combinatorio*. Madrid: Síntesis.
- Batanero, C., Godino, J. y Navarro-Pelayo, V. (1997). Assessing combinatorial reasoning. En I. Gal y J. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 239-252). Amsterdam: International Statistical Institute. e I.O.S. Press.
- Batanero, C., Navarro-Pelayo, V. y Godino, J. D. (1997). Effect of the implicit combinatorial model on combinatorial reasoning in secondary school pupils. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 181-199.
- Batanero, C. y Serrano, L. (1999). The meaning of randomness for secondary school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 558-567.
- Batanero, C., Serrano, L. y Green, D. R. (1998). Randomness, its meanings and implications for teaching probability. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 29 (1), 113-123.
- Cañizares, M. J., Batanero, C., Serrano, L., y Ortiz, J. J. (1997). Subjective elements in children's comparison of probabilities. En E. Pehkonen (Ed). *Proceedings of the 21st Conference on the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (v.2, pp. 49-56). Lahti.
- Cañizares, M. J., Batanero, C., Serrano, L. y Ortiz, J. J. (1999). Comprensión de la idea de juego equitativo en los niños. *Números*, 37, 37-55.
- Cantero, A. (1998). *Razonamientos probabilísticos de alumnos de 12 años en tareas de comparación de probabilidades*. Memoria de Tercer Ciclo. Universidad de Granada.
- Cardenoso, J. M. y Azcárate, P. (1995). Tratamiento del conocimiento probabilístico en los proyectos y materiales curriculares. *Suma*, 20, 41-52.
- Cobo, B. (1998). *Estadísticos de orden en la enseñanza secundaria*. Memoria de Tercer Ciclo. Universidad de Granada.

- Estepa, A. y Batanero, C. (1996). Judgements of correlation in scatter plots: Students' intuitive strategies and preconceptions. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 4, 21-41.
- Estepa, A., Batanero, C. y Sánchez, F. T. (1999). Judgments of association in the comparison of two samples: students' intuitive strategies and preconceptions. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 7, 17-30.
- Fischbein (1975). *The intuitive sources of probabilistic thinking in children*. Dordrecht: Reidel.
- Gal, I. y Garfield, J (Eds.) (1997). *The assessment challenge in statistics education*. The Netherlands: IOS Press, The International Statistical Institute.
- Godino, J. D.; Batanero, C. y Cañizares, M. J. (1988): *Azar y probabilidad. Fundamentos didácticos y propuestas curriculares*. Madrid: Síntesis.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgement under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nortes Checa, A. (1977). *Estadística teórica y aplicada*. Murcia: H. S. R.
- Nortes Checa, A. (1987). *Encuestas y precios*. Madrid: Síntesis.
- Ortiz, J. J., Batanero, C. y Serrano, L. (1996). Las frecuencias relativas en los textos de Bachillerato. *EMA*, 2(1), 29-48.
- Ortiz, J. J., Serrano, L. y Cañizares, M. J. (2000). Variables de tarea en los ejercicios de probabilidad en los libros de texto. *Encontro sobre Ensino e Aprendizagem da Estatística*. Sociedad Portuguesa de Estatística, Lisboa, En prensa.
- Piaget, J., e Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Roa, R., Batanero, C., Godino, J. D. y Cañizares, M. J. (1996). Estrategias en la resolución de problemas combinatorios por estudiantes con preparación matemática avanzada. *Epsilon*, 36, 433-446.
- Sáenz, C. (1998). Teaching probability for conceptual change. *Educational Studies in Mathematics*, 35(3), 233-254.
- Sáenz, C. (1999). *Materiales para la enseñanza de la teoría de las probabilidades*. Madrid: ICE de la Universidad Autónoma.
- Serradó, A. (2000). *Diseño de las unidades didácticas dedicadas al tratamiento del azar en los libros de texto de Educación Secundaria obligatoria*. Memoria de Tercer Ciclo. Universidad de Cádiz.
- Serrano, L., Batanero C. y Ortiz, J. J (1996). Interpretación de enunciados de probabilidad en términos frecuenciales por alumnos de Bachillerato. *SUMA*, 22, 43-50.
- Serrano, L., Batanero, C., Ortiz, J. J. y Cañizares, M. J. (1998). Un estudio componencial de heurísticas y sesgos en el razonamiento probabilístico de los alumnos de secundaria. *Educación Matemática*, 10(1). 7-25.
- Vallecillos, A. (1995a). Consideraciones epistemológicas sobre la inferencia estadística: implicaciones para la práctica docente. *UNO*, 5, 80-90.
- Vallecillos, A. (1995b). Comprensión de la lógica del contraste de hipótesis en estudiantes universitarios. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 15(3), 53-81.
- Vallecillos, A. (1996). Students' conceptions of the logic of hypothesis testing. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 4, 43-61.
- Vallecillos, A. (1997). El papel de las hipótesis estadísticas en los contrastes: concepciones y dificultades de aprendizaje. *Educación Matemática*, 9(2), 5-20.
- Vallecillos, A. & Batanero, C. (1997). Conceptos activados en el contraste de hipótesis estadísticas y su comprensión por estudiantes universitarios. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(1), 29-48.

Vallecillos, A. (1999). Some empirical evidences on learning difficulties about testing hypotheses. *Proceedings of the ISI 52 Session*, Helsinki. ISI.

## TESIS DOCTORALES SOBRE EDUCACIÓN ESTADÍSTICA REALIZADAS O DIRIGIDAS POR MIEMBROS DEL GRUPO

- 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*. Universidad de Cádiz.
- Cañizares, M. J. (1997). *Influencia del razonamiento proporcional y combinatorio y de creencias subjetivas en las intuiciones probabilísticas primarias*. Universidad de Granada.
- Cardenoso, J. M. (1998). *Las creencias y conocimientos de los profesores de primaria andaluces sobre la matemática escolar. Modelización de concepciones sobre la aleatoriedad y probabilidad*. Universidad de Cádiz.
- Estepa, A. (1993). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*. Universidad de Granada.
- Navarro-Pelayo, V. (1994). *Estructura de los problemas combinatorios simples y del razonamiento combinatorio en alumnos de secundaria*. Universidad de Granada.
- Ortiz, J. J. (1999). *Significados de los conceptos probabilísticos en los libros de texto de Bachillerato*. Universidad de Granada.
- Roa, R. (2000). *Razonamiento combinatorio en estudiantes con preparación matemática avanzada*. Universidad de Granada.
- Sáenz, C. (1995). *Intuición y matemática en el razonamiento y aprendizaje probabilístico*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Sánchez, F. (1999) *Significado de la regresión y correlación para estudiantes universitarios*. Universidad de Granada.
- Serrano, L. (1996). *Significados institucionales y personales de conceptos matemáticos ligados a la aproximación frecuencial de la enseñanza de la probabilidad*. Universidad de Granada.
- Vallecillos, A. (1994). *Estudio teórico-experimental de errores y concepciones sobre el contraste estadístico de hipótesis en estudiantes universitarios*. Universidad de Granada.