

# LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y SUS IMPLICACIONES CURRICULARES<sup>1</sup>

ANGUSTIAS VALLECILLOS

*La investigación educativa nos proporciona conocimiento basado científicamente acerca del proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes, así como de las dificultades y errores más comunes entre ellos. Sin embargo, este conocimiento no siempre se pone a disposición de los profesores directamente implicados en la enseñanza en las aulas, de manera que no se aplica ni se aprovecha debidamente. En este trabajo, pretendemos ofrecer a los profesores algunos resultados obtenidos de la investigación en el campo de la didáctica de la estadística, con el fin de contribuir a facilitar y mejorar su práctica docente. Si bien los resultados que se presentan se han obtenido en el contexto español, los hallazgos son lo suficientemente generales como para que puedan ser utilizados por profesores de otros contextos.*

## INTRODUCCIÓN

*Es asombroso comprobar hasta qué punto las investigaciones teóricas de los últimos siglos han carecido de influencia en la enseñanza de la geometría elemental. Cuando se poseen actualmente todos los elementos para construir una exposición a la vez coherente y sencilla, y trabajos como los de Hilbert han aclarado por completo la naturaleza y la función de los axiomas de base, los manuales de enseñanza, en cuanto concierne a los fundamentos, se mantienen con gran frecuencia inferiores a los Elementos que Euclides enseñaba hace más de 2000 años. (Piaget et al., 1971, p. 71)*

Estas palabras de Choquet, un ilustre matemático francés preocupado por la enseñanza de las matemáticas en los niveles elementales en su país, ilustran bien la situación de falta de conexión entre la investigación y la enseñanza de la geometría que, en términos parecidos treinta y cinco años más tarde, podemos reconocer en España, en muchos otros temas de las matemáticas

---

1. Este trabajo se ha realizado con financiación del Proyecto de Investigación PS93-0196 de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT) de Madrid, España. Agradezco a todos los profesores y estudiantes que han participado desinteresadamente en la realización de la investigación.

escolares. Esta referencia a la investigación teórica habría que ampliarla en la actualidad, en nuestra modesta opinión, a la investigación didáctica específica que se encuentra en vías de reconocimiento general y consolidación hoy día. También, en estas palabras es significativa la referencia a los libros de texto, uno de los importantes agentes implicados en el aprendizaje de las matemáticas escolares y cuyo papel e influencia en el mismo apenas están empezando a ser investigados.

Esta referencia inicial al caso de la enseñanza de la geometría elemental pretende ilustrar que, adentrándonos ya en el tema que nos ocupará en este artículo, la separación de la investigación en didáctica de la estadística y su enseñanza, no es única, sino que está bastante más extendida. Hoy día podemos contar con numerosas investigaciones teóricas y experimentales en el área cuyos resultados, sin embargo, permanecerán fuera de la institución escolar y la enseñanza, a menos de que se haga un esfuerzo específico para comunicarlas en forma útil a los profesores y para integrarlas en la realidad escolar. Este es un esfuerzo que debemos asumir los investigadores como parte de nuestro trabajo, si queremos que éste tenga una utilidad social además de la puramente académica.

## LA ESTADÍSTICA EN EL CURRÍCULO ACTUAL DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA Y UNIVERSITARIA

La enseñanza secundaria en Andalucía, España, está dividida actualmente en dos etapas: una primera que es obligatoria (ESO) para todos los alumnos entre los 12 y los 14 años, y una segunda etapa no obligatoria, que se llama bachillerato, para los estudiantes entre 16 y 18 años. El currículo de matemáticas para ambas etapas incluye contenidos de estadística y probabilidad y algunas recomendaciones de tipo general para su enseñanza, tales como la necesidad de potenciar sus aspectos intuitivos y prácticos.

En el siguiente diagrama se presentan los contenidos de la primera etapa de la enseñanza secundaria obligatoria y su relación con los contenidos de estadística y probabilidad:

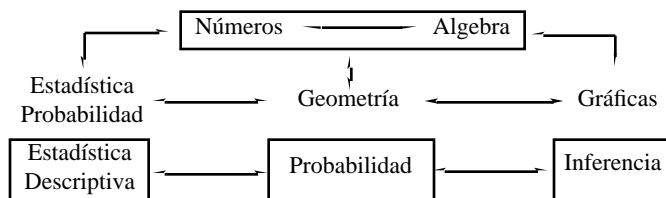


Figura N° 1. La estadística y la probabilidad en la ESO

Los contenidos en esta etapa son casi exclusivamente de tipo estadístico y se orientan a que los estudiantes sean capaces de ordenar, tabular y representar gráficamente un conjunto de datos, e interpretar algunas representaciones gráficas y obtener algunos parámetros. El estudio de la probabilidad se reduce a la realización de ejercicios sencillos basados en la combinatoria. No se estudian las relaciones entre las nociones estadísticas involucradas y las probabilísticas.

En cuanto a la segunda etapa en la enseñanza secundaria, el bachillerato, las matemáticas se estructuran en seis grandes núcleos: geometría, números, álgebra, funciones, estadística y probabilidad. Los dos últimos se organizan a su vez en tres grandes bloques: estadística descriptiva, probabilidad e inferencia. La estadística se entiende como el estudio de los métodos para describir características de colectivos y, en general, obtener información a partir de las muestras; y la probabilidad se entiende como el estudio de los modelos en los que el azar juega un papel determinante. Se estudian también relaciones entre ambos tipos de contenidos. En el siguiente diagrama se esquematizan los contenidos de estadística y probabilidad descritos para estos grados:

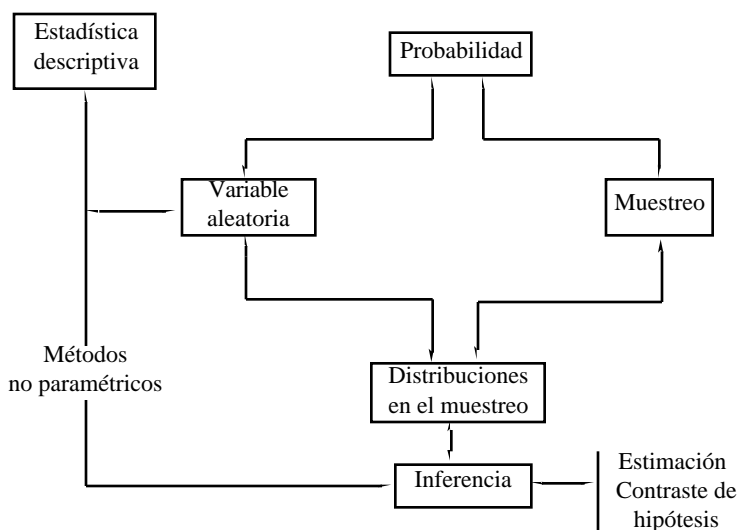


Figura N° 2. La estadística y la probabilidad en el bachillerato

Aquí se destacan fundamentalmente dos cosas: el aumento notable de los contenidos de estadística y probabilidad en los estudios de secundaria, y la novedad que supone, importante desde el punto de vista que nos ocupa, la introducción del estudio de temas de inferencia. Se pretende, en este caso, que los estudiantes conozcan el papel del muestreo en el proceso estadístico y puedan obtener inferencias y conclusiones sobre un conjunto de datos. Las recomendaciones oficiales encargan a los propios centros educativos, en uso de su autonomía, el desarrollo de estas orientaciones curriculares para adaptarlas a las características concretas del entorno social y cultural de los centros. Estos aspectos pueden consultarse con más detalle en los documentos oficiales de la Junta de Andalucía (1992; 1994) y en Vallecillos y Pérez-Ocón (1995).

Por otra parte, en los primeros cursos de prácticamente todos los currículos universitarios, se incluye alguna asignatura cuyos contenidos son de estadística y probabilidad. También en la investigación experimental en muy diversas áreas se emplean profusamente las técnicas de inferencia y, en algunos casos relevantes como el de los programas de medicina, estos estudios se reclaman como especialmente importantes. En el caso universitario, el estudio de temas de inferencia no es estrictamente novedoso ya que se viene dando desde hace ya bastante tiempo.

## **LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y LAS REFORMAS CURRICULARES**

Para la puesta en práctica de estas nuevas orientaciones curriculares y, especialmente en el caso de los nuevos contenidos introducidos, es evidentemente necesario que se desarrollen nuevas propuestas de enseñanza y materiales adecuados para las mismas. En este punto entra en juego una nueva categoría de profesionales de la enseñanza cuyo concurso se hace necesario. Los profesores que imparten la enseñanza no pueden ocuparse, sin ayuda alguna, de su trabajo y de estar al día en los resultados de la investigación específica, no siempre de utilidad o aplicación inmediata en el aula. Por ello, es necesario que los investigadores pongan a disposición de los profesores, en forma fácil y útil para su trabajo, los resultados de la investigación en las didácticas específicas. Los profesores requieren propuestas de enseñanza novedosas, manuales para los estudiantes, materiales didácticos, etc., es decir, que se les proporcionen recursos didácticos actualizados, científicamente basados y validados para la enseñanza. Esto no obsta para que también se continúe con lo que podemos llamar investiga-

ción básica en el área, esto es, investigaciones de tipo teórico que sólo tendrán utilidad a más largo plazo.

## **EL CASO DE LOS CONTRASTES DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS**

En Vallecillos (1994) se describe una amplia investigación sobre el aprendizaje del tema del contraste de hipótesis estadísticas, llevado a cabo con la colaboración de 436 estudiantes universitarios de siete licenciaturas diferentes de la Universidad de Granada. En dicha investigación se han obtenido una serie de conclusiones de naturaleza tanto teórica como experimental que se ha presentado en congresos internacionales de educación matemática<sup>2</sup> y se han publicado en un libro y en distintas revistas internacionales de investigación<sup>3</sup>. En las publicaciones citadas, los investigadores o estudiosos del tema interesados pueden encontrar todos los detalles técnicos y/o académicos de la investigación.

Sin embargo, en este trabajo pretendemos dar a conocer a los profesores de una manera menos académica y más asequible, un resumen de los principales resultados que pueden tener una aplicación más directa en el trabajo en el aula. De esta manera esperamos contribuir, muy modestamente, al acercamiento entre el mundo de la investigación y la realidad escolar. Podemos clasificar los principales resultados, que queremos presentar, en cada uno de los apartados que se incluyen a continuación.

### **Análisis conceptual y didáctico del tema del contraste de hipótesis estadísticas**

Se ha realizado un minucioso análisis de contenido del tema del contraste, que ha concluido con la identificación de ocho apartados distintos que corresponden a distintos aspectos o núcleos conceptuales del contraste de hipótesis:

- contraste de hipótesis como un problema de decisión,
- alternativas y consecuencias,
- incertidumbre de los resultados: probabilidades de error y relación entre ellas,
- nivel de significación y la potencia como riesgos del decisor,

---

2. Ver Vallecillos *et al.*, 1992a, 1992b; Vallecillos y Batanero, 1996a, 1996b; Vallecillos y Holmes, 1994.

3. Ver Vallecillos, 1995a, 1995b, 1996a, 1996b; Vallecillos y Batanero, 1995.

- parámetro y estadístico de contraste,
- nivel de significación y criterio de decisión,
- nivel de significación y distribución del estadístico,
- lógica global del proceso.

Estos distintos núcleos conceptuales que, a su vez agrupan otros conceptos, pueden usarse como guía para una mejor organización de la enseñanza del tema, ya que permiten la diferenciación de los conceptos claves del contraste, pero siempre en relación con otros conceptos del mismo tema y no aisladamente. El tratamiento de manera aislada podría dificultar la síntesis de todos ellos y propiciar la falta de comprensión del proceso en su conjunto.

### **Dificultades teóricas básicas generales que inciden en el aprendizaje del tema**

A pesar de que todos los estudiantes que han participado en la investigación han estudiado estadística y probabilidad con anterioridad, al menos en la enseñanza secundaria, es un hecho que persisten dificultades de comprensión que afectan a conceptos básicos. Tales dificultades inciden de forma directa en que se propicien errores en el aprendizaje del contraste de hipótesis. Ellas afectan a conceptos tan básicos como los de población y muestra. A pesar de su aparente sencillez, una gran mayoría de estudiantes los malinterpretan y confunden. Otro tanto ocurre con el concepto de media. Conviene resaltar que en los contrastes de hipótesis intervienen distintas medias: de la población, de la muestra y de la distribución muestral del estadístico. Estos conceptos tienen distintos niveles de abstracción y, por tanto, presentan diferentes grados de dificultad para los estudiantes. Es conveniente, por tanto, no olvidar estos hechos cuando se programa la enseñanza del tema (Batanero *et al.*, 1994).

### **Concepciones erróneas sobre aspectos claves del contraste de hipótesis: lógica del proceso y nivel de significación**

Las principales concepciones erróneas encontradas entre los estudiantes se refieren a dos aspectos clave en el contraste de hipótesis: la lógica global del proceso y el nivel de significación.

Vamos a referirnos en primer lugar a las concepciones erróneas sobre la lógica global del proceso, porque se han manifestado como causas potenciales de errores que afectan de distintas maneras los aspectos teóricos y de aplicación de los contrastes. Por ejemplo: un estudiante que está convencido de que el proceso de contraste “demuestra” la veracidad de la hipótesis nula o “calcula” su probabilidad terminará malinterpretando el resultado del test

o el nivel de significación del mismo. Las principales concepciones erróneas que afectan a la lógica global del proceso de contraste de hipótesis y que hemos encontrado entre los alumnos investigados han sido dos:

- a. El contraste de hipótesis proporciona una “demostración matemática” (deductiva) de la veracidad de la hipótesis. Esto conduce al convencimiento de que una hipótesis se acepta porque es verdadera y se rechaza porque es falsa. Esta concepción es particularmente nefasta para la comprensión del proceso y conduce a una interpretación incorrecta de sus resultados.
- b. El contraste de hipótesis proporciona una “demostración probabilística” de la veracidad de la hipótesis, esto es, conduce, no a la verdad, sino a la probabilidad de la hipótesis nula, con los datos disponibles. Esta concepción, como en el caso anterior, condiciona la interpretación incorrecta de los resultados del contraste.

La naturaleza de los errores encontrados resalta la necesidad de profundizar, como vía de solución de los mismos, en lo que podemos llamar la filosofía de los tests de hipótesis, a través de prestarle atención en la enseñanza del tema a los aspectos epistemológicos del mismo. A lo largo de muchos años, los mismos creadores de los test de significación (Fisher) o de hipótesis (Neyman y Pearson) mantuvieron diferencias importantes en cuanto a los objetivos y metodología a seguir. En algún momento se llegó a pensar que éstos aportaban la solución matemática al largamente debatido problema de la validez del razonamiento inductivo (Rivadulla, 1991). Los problemas de comprensión e interpretaciones incorrectas que afectan a la lógica global del proceso de contraste hallados entre los estudiantes podemos encontrarlos, pues, incluso “razonables” dadas las dificultades epistemológicas del tema, como lo demuestra la larga controversia mantenida entre los filósofos y filólogos de la ciencia durante años.

En cuanto al nivel de significación hemos encontrado una gran cantidad de interpretaciones incorrectas que evidencian dificultades de aprendizaje notables y diversas. Sobre este concepto clave en el contraste de hipótesis existen numerosas y antiguas referencias de investigadores preocupados por las conclusiones incorrectas y los errores graves de interpretación de los resultados de muchas investigaciones, especialmente en el campo experimental (Morrison y Henkel, 1970). No es extraño, por tanto, encontrar entre los estudiantes manifestaciones de los mismos errores denunciados. Como es perfectamente sabido, el nivel de significación,  $\alpha$ , en un test de hipótesis estadísticas se define como la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo ésta cierta. Este error se conoce como error de tipo I, esto es:

=  $P(\text{rechazar } H_0 | H_0 \text{ cierta})$ . Una interpretación incorrecta del nivel de significación que está en el origen de numerosos errores encontrados es la consideración de éste como la probabilidad *a posteriori* de la hipótesis nula, esto es, tomar como  $P(H_0 \text{ cierta} | \text{se ha rechazado } H_0)$ . Es necesario asegurarse previamente de que los estudiantes distinguen claramente las dos probabilidades condicionales implicadas ( $P(A|B)$  y  $P(B|A)$ ), ya que este error elemental podría condicionar la comprensión del concepto de nivel de significación. Sin embargo, el conocimiento correcto de esta probabilidad condicional se ha manifestado insuficiente en la práctica ya que el error detectado parece tener una mayor relación con la interpretación de como probabilidad *a posteriori* de la hipótesis nula, como hemos dicho antes, que con posibles dificultades de interpretación de la probabilidad condicional.

### **Errores de aprendizaje más extendidos entre los estudiantes**

Una gran mayoría de estudiantes confunde e intercambia los conceptos de estadístico muestral y parámetro poblacional en las aplicaciones. Se manifiesta, además, una confusión casi generalizada con la notación empleada para referirse a ellos,  $\bar{x}$  y  $\mu$ , respectivamente. En la entrevista realizada a un grupo de siete estudiantes para analizar con mayor profundidad, mediante el estudio de casos, algunos de los errores de aprendizaje más generales detectados, hemos podido comprobar que, al menos en esos casos, la confusión no es meramente terminológica sino conceptual. Los estudiantes no son conscientes de la variabilidad en el proceso de muestreo y no consideran el estadístico muestral como variable aleatoria. Este error lleva a no tomar en cuenta en la práctica la distribución muestral del estadístico y considerar, en su lugar, la distribución de la variable en la población. Esto determina errores en el cálculo del nivel de significación que aparecerá inusualmente grande.

Si bien estos son errores de aprendizaje e interpretaciones incorrectas de conceptos propios del tema del contraste de hipótesis, parecen tener un origen más lejano: la incomprensión de los conceptos básicos de estadístico muestral y su distribución, que condiciona la correcta interpretación y aplicación de otros conceptos.

### **Interpretación de los resultados de los tests de hipótesis**

Los errores más generalizados que afectan la interpretación de los resultados de un test de hipótesis han sido ya citados en los apartados anteriores. No obstante, nos parece importante referirnos a ellos en su aspecto de interpretación de resultados por la importancia que esto tiene, especialmente en



la investigación experimental: por una parte, se interpreta incorrectamente el resultado del test ya sea por creer que el contraste *demuestra* la hipótesis o porque *calcula* su probabilidad. En ambos casos se cree *cierta* la hipótesis si se acepta, o *falsa* si se rechaza, o, debilitando un poco la conclusión, más o menos *probable*. Análogamente, la mala interpretación del nivel de significación descrita, que supone considerarlo como la probabilidad *a posteriori* de la hipótesis nula, constituye también una interpretación incorrecta de los resultados de los tests de hipótesis.

Otro error menor, pero que puede tener efectos prácticos negativos, es la confusión entre significación “estadística” y “práctica”. Tal confusión puede inducir a muchos estudiantes a confundir un resultado estadísticamente significativo con un resultado de interés práctico o de alguna manera relevante.

### **Aplicación de los tests de hipótesis: resolución de problemas de contrastes**

El cuestionario propuesto a los estudiantes incluye un problema de aplicación de un contraste de hipótesis en un contexto de control de calidad. Una de las mayores dificultades encontradas para la resolución del mismo, esto es, para la aplicación del contraste de hipótesis adecuado a la situación propuesta a los estudiantes, ha sido precisamente el establecimiento de las hipótesis adecuadas para el problema. En muchos casos la hipótesis nula se refiere al estadístico muestral que es un dato numérico fijo o es una hipótesis compuesta. Esta dificultad inicial condiciona en todos los casos la resolución del problema, por tanto, es preciso tenerla en cuenta y proporcionar a los estudiantes la posibilidad de reflexionar sobre ello, antes de la realización de ejercicios de tipo práctico.

Otra dificultad generalizada entre los estudiantes es la interpretación del nivel de significación  $\alpha$ , que en muchos casos se considera fijo, ( $\alpha = 0.05$  ó  $\alpha = 0.01$ ), y por tanto no se procede a su cálculo. Esto es una llamada de atención sobre los valores “míticos” 0.05 y 0.01 que se usan en la investigación experimental. Es necesario “desmitificarlos” en la enseñanza y colocarlos en el lugar y con el significado que les corresponde.

En ambos casos se pone de manifiesto la necesidad e importancia de que los estudiantes trabajen con enunciados de problemas de tipo interpretativo y no con meras aplicaciones rutinarias de cálculo, si queremos mejorar las aplicaciones de los tests de hipótesis.

En las respuestas de los estudiantes que han calculado el nivel de significación que se les pedía hemos encontrado un error generalizado de tipificación que, sin embargo, creemos que puede tener su origen en el uso de la distribución de la variable en la población, en lugar de la distribución muestral del estadístico.

## CONCLUSIONES

En este artículo hemos comentado de forma resumida algunos cambios introducidos en el currículo de matemáticas en la enseñanza secundaria obligatoria y postobligatoria en España, que afectan los contenidos de estadística y probabilidad. Por otra parte, nos hemos referido a los resultados de una amplia investigación llevada a cabo con la participación de una muestra de estudiantes universitarios, que nos ha proporcionado datos de interés para los profesores de estos niveles de enseñanza. A pesar de que nuestras ideas no tengan ningún carácter prescriptivo sino más bien orientativo, pretendemos informar a los profesores de estos resultados con el fin de colaborar y facilitar su tarea.

En el caso concreto de los contrastes de hipótesis estadísticas, las mayores dificultades de aprendizaje que hemos observado entre los estudiantes universitarios investigados se centran en la comprensión correcta de la lógica global del proceso y en la interpretación adecuada del nivel de significación. Es necesario mencionar también la gran dificultad de aplicación de un contraste a un caso concreto planteado. Aquí, las mayores dificultades se han enfocado en el establecimiento de las hipótesis adecuadas al caso y en el cálculo del nivel de significación.

Todos estos resultados reflejan una dificultad grande para el aprendizaje del tema, tanto en los aspectos conceptuales como en los de tipo procedimental. En ambos casos el origen de las dificultades y errores parece ser esencialmente el mismo: la lógica del proceso y el nivel de significación. Por tanto, la enseñanza del tema debe prestar atención muy especial a estos aspectos.

En el caso de la lógica del proceso, la posible vía de solución de los problemas puede venir de la inclusión en la enseñanza de algunas consideraciones acerca de la naturaleza del conocimiento obtenido inductivamente. Esto puede poner de manifiesto las diferencias notables de este tipo de razonamiento con respecto al tipo de razonamiento deductivo que los estudiantes están habituados a utilizar en matemáticas. Estas ideas ayudarán, por otra parte, a interpretar correctamente el resultado del contraste que propicia la aceptación o el rechazo de la hipótesis nula, con los datos disponibles, sin que esto suponga de ninguna manera la verdad o falsedad de la hipótesis.

En el caso del nivel de significación, sugerimos dos posibles vías de solución complementarias: una es la introducción en la enseñanza de ejemplos en los que una misma hipótesis nula sea aceptada (en un caso) y rechazada (en otro caso), para valores distintos de  $\alpha$ . De esta manera se refuerza la idea de  $\alpha$  como elección del estadístico y como dato esencial en el problema, sin cuyo conocimiento el problema carece de sentido. Otra alternativa

de solución es el análisis, por parte de los estudiantes, de una síntesis de resultados de investigación erróneos por interpretaciones incorrectas del nivel de significación. Esa síntesis de casos reales publicados puede tener un poderoso efecto de choque para los estudiantes. Esta sugerencia es susceptible de ser usada, preferentemente, con estudiantes universitarios.

En cualquier caso, todas estas consideraciones ponen en evidencia la necesidad de elaborar recursos didácticos específicos que se basen en la investigación y que faciliten el trabajo de los profesores y mejoren las aplicaciones de los procedimientos estadísticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batanero, C., Godino, J., Vallecillos, A., Green, D. & Holmes, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 25 (4), 527-547.
- Junta de Andalucía (1992). Decreto 106/1992 de 9 de junio (BOJA del 20) por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la ESO en Andalucía.
- Junta de Andalucía (1994). Decreto 126/1994 de 7 de junio (BOJA del 26 de julio) por el que se establecen las enseñanzas correspondientes al Bachillerato en Andalucía.
- Morrison, D. & Henkel, R. (Eds.) (1970). *The significance tests controversy - A reader*. Chicago: Aldine.
- Piaget, G., Beth, E.W., Dieudonne, J., Lichnerowicz, A., Choquet, G. y Gattego, C. (1971). *La enseñanza de las matemáticas*. Madrid: Aguilar.
- Rivadulla, A. (1991). *Probabilidad e inferencia científica*. Barcelona: Anthropos.
- Vallecillos, A. (1994). *Estudio teórico-experimental de errores y concepciones sobre el contraste estadístico de hipótesis en estudiantes universitarios*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Vallecillos, A. (1995a). Consideraciones epistemológicas sobre la inferencia estadística: implicaciones para la práctica docente. *Uno. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 5, 80-90.
- Vallecillos, A. (1995b). *Inferencia estadística y enseñanza: un análisis didáctico del contraste de hipótesis*. Granada: Comares.
- Vallecillos, A. (1996a). Comprensión de la lógica del contraste de hipótesis en estudiantes universitarios. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 15 (3), 53-81.
- Vallecillos, A. (1996b). Student's conceptions of the logic of hypothesis testing. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 4, 43-61.

- Vallecillos, A., Batanero, C. & Godino, J. (1992a). Student's understanding of the significance level on statistical tests. En *Actas de la XVI PME Conference, 1*, 49-56.
- Vallecillos, A., Batanero, C. y Godino, J. (1992b). Student's interpretation of the significance level in tests of hypothesis. En *Actas del ICME 7* (p. 172). Quebec
- Vallecillos, A. y Batanero, C. (1995). La inferencia estadística en la investigación experimental en el campo educativo. *Revista de Educación de la Universidad de Granada, 8*, 5-16.
- Vallecillos, A. & Batanero, C. (1996a). Factors affecting student's interpretation of the significance level in tests of hypotheses. En *Actas del ICME 8* (p. 135). Sevilla.
- Vallecillos, A. & Batanero, C. (1996b). Conditional probability and the level of significance in the tests of hypotheses. En *Actas de PME 20* (pp. 371-378). Valencia, 4.
- Vallecillos, A. & Holmes, P. (1994). Student's understanding of the logic of hypothesis testing. En *Actas del ICOTS IV, 2* (p. 477). Marrakech.
- Vallecillos, A. y Pérez-Ocón, R. (1995). Il curriculum statistico in Spagna: verso il 2000. La Statistica nell'instruzione secundaria. *Induzioni, 10*, 43-52.

Angustias Vallecillos  
Departamento de Didáctica de la Matemática  
Facultad de Ciencias de la Educación, Campus de Cartuja  
Universidad de Granada  
18071 Granada  
Tel.: (90 - 58) 243952  
Fax: (90 - 58) 246359  
E-mail: [avalleci@platon.ugr.es](mailto:avalleci@platon.ugr.es)