

UN ESTUDIO EMPÍRICO DE LAS SITUACIONES-PROBLEMA DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN EN LIBROS DE TEXTO DE BACHILLERATO

An empirical study of the problem-situations of correlation and regression in high school textbooks

M. Magdalena Gea, Carmen Batanero, Gustavo R. Cañadas y J. Miguel Contreras
Universidad de Granada

Resumen

Presentamos un estudio de las situaciones usadas para contextualizar la correlación y regresión en una muestra de ocho libros de texto de Bachillerato. Se analizan los campos de problemas principales, contextos empleados, y el uso de recursos tecnológicos en las situaciones propuestas. Se detectan diferencias en los diferentes textos, así como un tratamiento no uniforme de las variables analizadas.

Palabras clave: *regresión y correlación, libros de texto, Bachillerato, problema.*

Abstract

We present a study on the situations used in the topic of correlation and regression in a sample of eight high school textbooks. We analyze the main problem areas, the variety of contexts proposed, and the technology resources that are used. We detect some differences in the different texts, as well as a non uniform treatment of the analyzed variables.

Keywords: *regression and correlation, textbooks, high school, problem.*

INTRODUCCIÓN

La correlación y regresión se relacionan con muchos conceptos estadísticos, como los de variación, distribución, centralización o dispersión, y extienden la dependencia funcional, pudiendo además considerar una medida de su intensidad mediante el coeficiente de correlación. En España se estudia en el primer curso de Bachillerato (16-17 años) en las modalidades de *Ciencias y Tecnología* y *Humanidades y Ciencias Sociales* (MEC, 2007), con contenidos similares.

El razonamiento sobre la correlación y regresión se vincula también a la toma de decisiones en ambiente de incertidumbre. La investigación desarrollada en psicología, muestra que los adultos no emplean reglas matemáticas, sino estrategias intuitivas incorrectas al estimar la correlación. Chapman y Chapman (1969) denominaron “correlación ilusoria” a los sesgos producidos en la estimación de la correlación debidos a las expectativas sobre las variables en estudio. Estepa y Batanero (1995) describieron dificultades, como no apreciar la correlación inversa, tener un sentido determinista o local de la correlación, o identificar correlación con causalidad (Estepa, 2008; Zieffler y Garfield, 2009). La creencia infundada en la transitividad del coeficiente de correlación es descrita por Castro-Sotos et al. (2009).

Este trabajo completa los anteriores, analizando las situaciones problemas que sirven para contextualizar la correlación y regresión en los libros de texto de Bachillerato. En lo que sigue analizamos los fundamentos, métodos y resultados del estudio.

MARCO TEÓRICO

Estudiamos algunos resultados de la transposición didáctica (Chevallard, 1991) de la correlación y regresión, esto es, las adaptaciones que estas nociones sufren al incluirlas en el Bachillerato. Nos basamos en el Enfoque Onto-semiótico (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007), que da gran importancia a la situación-problema, ya que el significado institucional (personal) de un objeto sería el conjunto de prácticas significativas asociadas al campo de problemas de donde surge dicho objeto (Godino, Batanero y Font, 2007).

Tomamos de este marco, el sentido dado a la situación-problema, que puede ser cualquier tarea, ejercicio ó actividad planteada al alumno que promueva actividades de matematización, y que suelen agruparse en tipos o clases. Siguiendo este marco, clasificaremos las situaciones-problemas propuestas en los textos en clases que sean representativas de las incluidas en el significado institucional del concepto y que permitan contextualizar los conocimientos pretendidos (Godino, Font, Contreras y Wilhelmi, 2006). Dicho significado institucional se determinó en Gea (2012), a partir del análisis histórico, de las orientaciones curriculares y de libros de textos universitarios.

ANTECEDENTES

Hay una amplia investigación sobre los libros de texto de matemáticas, siendo menor en el caso de la estadística y probabilidad, donde encontramos ejemplos como los de Ortiz (1999), Cobo y Batanero (2004) y Azcárate y Serradó (2006).

Respecto a la correlación y regresión, Sánchez Cobo (1998) analiza once libros de texto de Bachillerato publicados entre 1987 y 1990. Analiza las definiciones y demostraciones, su función y componentes, mostrando una tendencia formalista en la presentación del tema y un fuerte sesgo hacia la correlación positiva. No clasifica específicamente los campos de problemas, que será un punto original de nuestro trabajo.

Lavalle et al. (2006) analizan la correlación y regresión en siete libros de texto argentinos de Bachillerato, observando un enfoque mayoritariamente socio-constructivista, donde se plantean más actividades bajo una asociación directa que inversa y ninguna usa recursos tecnológicos.

METODOLOGÍA

Se analizaron ocho libros de textos de primer curso de Bachillerato en la Modalidad de *Humanidades y Ciencias Sociales* (MEC, 2007), publicados recién implantado el currículo actual (MEC, 2007), que se eligieron por ser de editoriales de prestigio y los más utilizados en la enseñanza pública en España (Anexo 1). En ellos se analizaron las situaciones-problemas incluidas, independientemente de si se trata de un ejemplo, ejercicio o problema. Se parte de variables y categorías fijadas a priori en el estudio del significado de referencia (Gea, 2012), que son:

V1. Campos de problema, que se deducen de las preguntas que dieron origen a estos conceptos (Estepa, Gea et al., 2012): P1: ¿Hay relación entre las variables y de qué tipo?; P2: ¿Puedo usar una variable para predecir la otra? Se añade otro: (P0), relacionado con la organización y reducción de los datos.

V2. Contextos del problema, usando las categorías fijadas por Sánchez Cobo (1998).

V3. Uso o no de la tecnología para plantear el problema o en su resolución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V1. Campos de problemas

Se encontraron tres campos principales de problemas, algunos de los cuáles hemos subdividido:

P0. Organización/Reducción de datos. El primer paso en el estudio de la correlación y regresión es resumir o representar los datos bivariantes, traduciéndolos desde un registro a otro: gráfico, tabular,

numérico, o algebraico. También consideramos las actividades de lectura o construcción de dichas representaciones (Figura 1) consideradas por Sánchez Cobo (1998) (Figura 2).

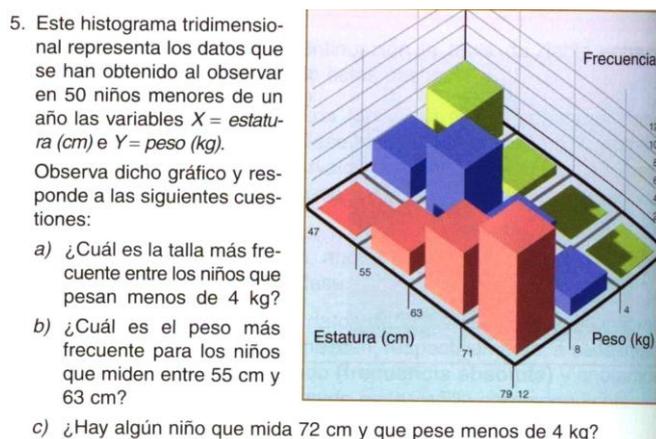


Figura 1. Lectura de representación gráfica ([T2], p.220)

Se observó una tendencia a la representación gráfica, siendo escaso el tratamiento tabular de los datos, posiblemente porque el gráfico visualiza mejor la dependencia entre las variables. En cuanto a representaciones como el diagrama de barras o histograma, destacamos [T8] y [T2], presentando este último también el pictograma. En cuanto a la representación tabular, los textos [T8], [T5], [T3] y [T2] proponen tareas relativas a distribuciones marginales, y sólo [T8] trata la distribución condicional (Figura 2).

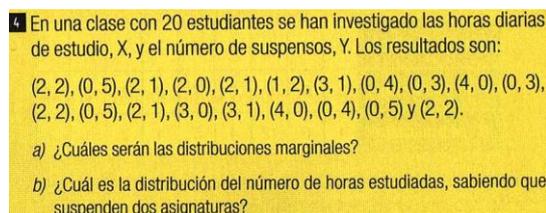


Figura 2. Representación tabular y gráfica de datos bidimensionales ([T8], p. 220)

P1. Analizar la existencia de relación entre variables. El segundo paso sería analizar la posible presencia de una relación, problema que aparece con frecuencia en los textos analizados, y también considerado en Lavalle et al. (2006), pudiendo asimilarlo al denominado “interpretación” por Sánchez Cobo (1998). Podemos subdividir este problema en los siguientes:

P1.1. Definir/Analizar las variables que conforman un estudio estadístico bidimensional. En primer lugar sería necesario delimitar las variables que se van a estudiar. Este problema fue considerado por Lavalle et al. (2006) pero no por Sánchez Cobo (1998). Por ejemplo, en [T2] se pide a los estudiantes analizar las variables: “Duración e importe de las llamadas telefónicas urbanas efectuadas en una ciudad durante 24 horas” ([T2], p. 216).

P1.2. Analizar la existencia de una dependencia funcional o estadística. Definidas las variables, habría que decidir si se trata de una función o una dependencia estadística. Este problema se encuentra en todos los textos analizados, y motiva el posterior análisis de regresión. Su inclusión ayudará a controlar el obstáculo didáctico descrito por Agnelli et al. (2009) consistente en usar un procedimiento determinista en situaciones en que es adecuada la regresión, lo que podría crear una concepción determinista (Estepa, 1994). Un ejemplo lo encontramos en [T2] (p. 232) donde se pide caracterizar la dependencia que presentan los datos en un diagrama de dispersión que muestra dependencia aleatoria exponencial inversa y alta. Incluimos también en este campo las tareas referidas a la discriminación de correlación y causalidad (que sólo presenta [T3]).

P1.3. Determinar la intensidad de la relación. Detectada la relación, es necesario estudiar su intensidad, que variará desde la independencia hasta la dependencia funcional. Partiendo del diagrama de dispersión se puede deducir en forma intuitiva, y de forma más precisa, mediante la covarianza y el coeficiente de correlación lineal. La mayoría de tareas de este campo se orientan al cálculo del coeficiente de correlación, planteándose en algunas la estimación de la correlación a partir de representaciones de los datos (Figura 3). Incluimos también aquí las tareas de cálculo del coeficiente de determinación.

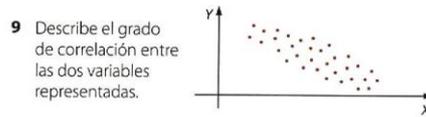


Figura 3. Estimación de la intensidad de la dependencia ([T5], p.248)

P1.4. Determinar la dirección de la relación entre variables. El último problema en este apartado es estudiar el sentido de la dependencia, determinando si la relación es directa o inversa. En caso que los datos presenten relación curvilínea, ésta se ha caracterizado en directa o inversa siempre que la tendencia creciente/decreciente de dependencia fuese evidente.

P2. Predecir una variable en función de otra. Aceptada la existencia de una relación entre las variables de estudio, interesa encontrar alguna función que nos permita obtener una de las variables a partir de la otra (problema de regresión). Este problema se puede asimilar a la categoría “predicción” de Sánchez Cobo (1998). Se suele descomponer en la forma que sigue.

P2.1. Analizar el ajuste lineal entre variables. La presentación de la regresión en los textos analizados se basa principalmente en el modelo de regresión lineal. Se reducen principalmente al ajuste/trazado de las rectas a partir de un diagrama de dispersión, al cálculo de los parámetros de las rectas, y la comprobación de propiedades del modelo de regresión lineal (Figura 4). Destacamos el texto [T3] primero, por explicar mediante un ejercicio resuelto el cálculo de la recta de Tukey y proponer tareas al respecto; y segundo, por introducir el procedimiento de cambio de variable para determinar un ajuste no lineal a los datos. Además, se pide al estudiante que compare las representaciones de estos modelos de ajuste obtenidos y el modelo de regresión lineal y justifique la elección del mejor de todos estos modelos.

49 Daniel afirma que si una nube de puntos es de una recta, el coeficiente de correlación siempre vale 1 o -1. Como Eva no está de acuerdo, Daniel prueba con los puntos de la recta cuya ecuación es $y = -5x + 20$, y Eva hace lo mismo con los puntos de $y = 2x - x^2$.

a) ¿Quién tiene razón? ¿Por qué?

b) Si la hipótesis de Daniel no resulta cierta, ¿podrías formularla de forma que se verifique siempre?

57 El ángulo que forman las dos rectas de regresión de una distribución bidimensional es mayor cuanto menor sea el coeficiente de correlación. Vamos a comprobarlo estudiando las dos magnitudes en estas distribuciones.

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 3 | 8 | 1 | 9 | 2 |

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 3 | 6 | 8 | 6 | 7 |

| | | | | |
|----|----|-----|-----|----|
| 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 5 | 6 | 6,5 | 8,5 | 9 |

Figura 4. Análisis de regresión lineal ([T5], p.262 y 263)

P2.2. Hacer estimaciones mediante el ajuste lineal entre variables. Calculada la recta de regresión, se evidencia su utilidad planteando ejercicios de estimación (Figura 5). Al igual que en Lavalle et al. (2006), el cálculo de la estimación lleva asociado una reflexión en torno al valor esperado y el valor real, ya que puede haber diferentes valores observados.

46 Una empresa está investigando la relación entre sus gastos en publicidad y sus beneficios (en millones de euros).

Este es un resumen del estudio.

| Año | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
|------------|----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| Gastos | 2 | 2,4 | 2 | 2,8 | 3 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 4 |
| Beneficios | 12 | 15 | 13 | 15 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 22 |

- Comprueba si existe relación entre las magnitudes y, si es posible, estima los beneficios que se obtendrán en el año 2008, si se va a invertir 4,2 millones de euros en publicidad.
- ¿Qué inversión sería necesaria para alcanzar 30 millones de euros de beneficios?

Figura 5. Estimación mediante el ajuste lineal ([T5], p.262)

Todos los campos de problemas descritos se presentan en los textos analizados, aunque con diferente frecuencia (Tabla 1). Se puede observar el predominio del campo P1 con más de la mitad de tareas, seguido de las de ajuste y predicción (P2), entre un 25 y 30%. Hay también una tendencia a determinar la intensidad de la dependencia (P1.3) y su signo (P1.4), más que a analizar el tipo de dependencia (P1.2) o definir las variables (P1.1). Como se indicó anteriormente, estos campos de problemas son necesarios para un desarrollo adecuado de la noción de regresión.

Tabla 1. Contextos utilizados en los textos analizados

| Campo de problemas | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| P0 | 18(6.7) | 45(17.6) | 22(7.5) | 24(10.9) | 70(17.4) | 28(8.8) | 8(4.5) | 38(16.9) |
| P1 | | | | | | | | |
| P1.1. | 27(10.1) | 16(6.3) | 38(12.9) | 26(11.8) | 34(8.5) | 19(6) | 27(15.3) | 45(20) |
| P1.2. | 39(14.6) | 50(19.5) | 44(15) | 31(14) | 45(11.2) | 44(13.8) | 24(13.6) | 26(11.6) |
| P1.3. | 56(20.9) | 49(19.1) | 60(20.4) | 53(24) | 90(22.4) | 74(23.3) | 39(22.2) | 45(20) |
| P1.4. | 52(19.4) | 36(14.1) | 39(13.3) | 21(9.5) | 55(13.7) | 51(16) | 16(9.1) | 27(12) |
| P2 | | | | | | | | |
| P2.1. | 44(16.4) | 26(10.2) | 60(20.4) | 26(11.8) | 59(14.7) | 52(16.4) | 28(15.9) | 26(11.6) |
| P2.2. | 32(11.9) | 34(13.3) | 31(10.5) | 40(18.1) | 49(12.2) | 50(15.7) | 34(19.3) | 18(8) |
| Total | 268 | 256 | 294 | 221 | 402 | 318 | 176 | 225 |

Respecto al campo de problemas P0, es escasa su presencia, aunque más en el texto [T7], seguido de [T1], a pesar de ser necesario para un desarrollo óptimo de los campos P1 y P2. Además, facilitará al estudiante alcanzar un nivel de abstracción en la organización de los datos de gran utilidad, un ejemplo es el que se mostró en la Figura 5, ya que si el estudiante no reflexiona sobre la representación gráfica de los datos del problema, podría no advertir la continuidad de la variable tiempo, y podría tratar las categorías 00, 01, etc. como valores 0, 1, etc. y conducirle a error en el cálculo del coeficiente de correlación y determinación de la recta de regresión.

V2.Contextos utilizados

Una segunda variable de análisis es el contexto de las situaciones propuestas, que se toman de la clasificación efectuada por Sánchez Cobo (1998), revisada inductivamente, cuando ha sido necesario. Se ha encontrado una gran variedad de contextos en las situaciones-problemas, que finalmente, con el procedimiento descrito, se han clasificado en seis categorías: (a) *fenómenos biológicos* (como la estatura de hijos-estatura de padres, problema que históricamente dio origen a la idea de regresión); (b) *estudios en ciencias* (peso de un animal-mg diarios de un fármaco; altura que alcanza una piedra y fuerza con que se lanza); (c) *deportivos* (distancia del jugador-número de encestes); (d) *economía* (consumo de energía per cápita y renta per cápita); (e) *educativos* (notas de exámenes: física-matemáticas) o (f) *sociología y demografía* (renta per cápita - índice de natalidad).

Hemos encontrado también una séptima categoría (g) “sin contexto”. En la Figura 6 se presentan los resultados del análisis realizado.

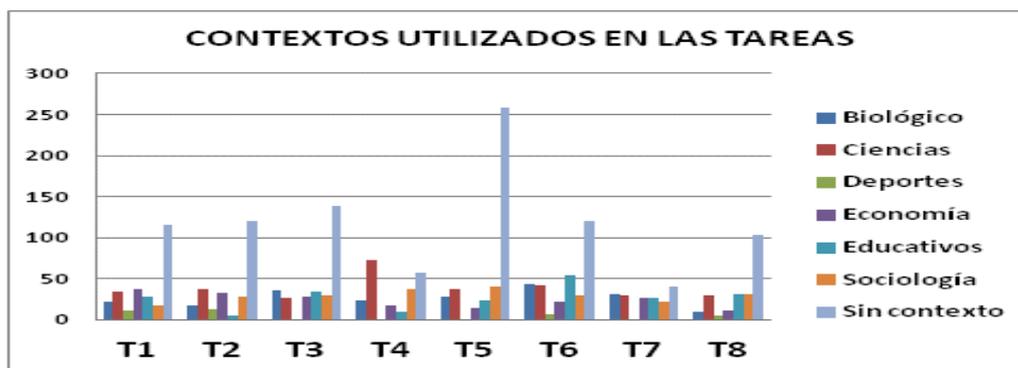


Figura 6. Contextos utilizados en las tareas presentes en los textos analizados

Observamos (Figura 6) un alto número de ejercicios descontextualizados, en especial [T5], superando, en general, a lo obtenido por Sánchez Cobo (1998), que obtuvo un 31,7% de ejercicios descontextualizados (que en comparación se trataría de un 37,9% ya que su categoría “expresión matemática” es tratada en la presente investigación como sin contexto). Nuestro porcentaje es mayor (entre 37,7% y 64,4%), salvo en los textos [T4] y [T7] (26,2% y 23,3%, respectivamente). El resto de contextos tienen una representatividad similar, aunque se destaca el uso del contexto de estudio en ciencias. Este resultado es preocupante, pues Suydam y Weaver (1977) mostraron que los alumnos tienen mejores resultados cuando el contexto del problema les resulta familiar que si se trata de un nuevo contexto o situaciones abstractas.

V3. Uso de tecnología

Finalmente se han clasificado las situaciones problemas respecto a si utilizan o proponen el uso de algún recurso tecnológico o no, y en caso que propongan, teniendo en cuenta el tipo de recurso. En la Tabla 2 se presenta los resultados del análisis. Observamos muy bajo uso, en particular, de Excel, aunque se recomienda su uso en los diseños curriculares. Hay diferencias notables en los libros, pues [T4] tiene un 25% de tareas apoyadas en la tecnología. Destacamos [T3], [T4] y [T8] por el tratamiento de la Hoja de Cálculo en el tema. La situación no es exclusiva en España, pues en la investigación de Lavallo et al. (2006) ningún libro de texto proponía actividades con tecnología, mientras que en la presente investigación encontramos, al menos, la presencia del uso de la calculadora y la Hoja de Cálculo. Esta tecnología ayudaría al estudiante a disponer, en segundos, de una o varias representaciones gráficas, del valor del coeficiente de correlación y mucho mejor aún, probar diferentes modelos de ajuste a los datos, pudiendo dedicarse a otras tareas tan necesarias como las de argumentación.

Tabla 2. Frecuencias de tareas con el uso de tecnología en los libros de texto analizados

| Recurso | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Excel | | 2(0.8) | 17(5.8) | 48(21.7) | | | | 10(4.4) |
| Calculadora | 13(4.9) | | | 5(2.3) | 17(4.2) | 15(4.7) | 4(2.3) | |
| No usa | 255(95.1) | 254(99.2) | 277(94.2) | 168(76) | 385(95.8) | 303(95.3) | 172(97.7) | 215(95.6) |
| Total | 268 | 256 | 294 | 221 | 402 | 318 | 176 | 225 |

Hemos de añadir también en casos esporádicos, otra tecnología. Por ejemplo, el texto [T2] presenta un enlace a un applet para tratar los campos P0, P1.3, P1.4, P2.1 avanzando en este campo con el tratamiento de la regresión cuadrática. También se mencionan algunas páginas web con unidades didácticas o resúmenes teóricos de las nociones de correlación y regresión ([T2], p. 228; [T4],

p.257; [T8], p. 218; y [T6], p.255, 263 y 270), o se incluye un CD, pero no es objeto de nuestro estudio.

CONCLUSIONES

En relación con los campos de problemas presentados, los resultados obtenidos muestran el protagonismo que ocupa el campo de problemas de análisis de la dependencia entre las variables (P1), que no suele venir acompañado de un óptimo tratamiento del campo P0, fundamental en el análisis que se lleve a cabo sobre los datos bidimensionales. Tampoco se suelen proponer tareas que impliquen el manejo de la representación tabular (frecuencias absolutas/relativas, distribución marginal o condicional) que ayudan a comprender la naturaleza bidimensional de los datos.

Respecto a la variable contexto, aparece un exceso de ejercicios descontextualizados; por tanto los estudiantes no podrán observar la aplicación de este tema a situaciones varias y además se contradice la tendencia internacional que da una gran importancia al contexto en el estudio de la estadística.

Finalmente, y en relación al uso de tecnología, son pocas las situaciones que la utilizan, a pesar de que se recomienda en los decretos el uso de la hoja Excel y otros recursos (MEC, 2007); por otro lado un mayor uso de tecnología permitiría reducir el tiempo de cálculo y dedicarlo a actividades interpretativas.

Todos estos resultados han de interpretarse con precaución, pues, de acuerdo a Lowe y Pimm (1996), el impacto del libro de texto depende no sólo del mismo libro, sino del lector, y del profesor, así como de las interacciones que determinan su uso en el aula.

Agradecimientos

Proyecto EDU2010-1494, FPI-BES-2011-044684 (MICINN-FEDER) y grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Agnelli, H., Konic, P., Peparelli, N. Z. y Flores, P. (2009). La función lineal obstáculo didáctico para la enseñanza de la regresión lineal. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 17, 52 - 61.
- Azcárate, P. y Serradó, A. (2006). Tendencias didácticas en los libros de texto de matemáticas para la Eso. *Revista de Educación*, 340, 341-378.
- Castro-Sotos, A. E., Vanhoof, S., Van Den Noortgate, W. y Onghena, P. (2009). The transitivity misconception of Pearson's correlation coefficient. *Statistics Education Research Journal*, 8 (2), 33-55. Disponible en: www.stat.auckland.ac.nz/~iase/serj/.
- Chapman, L. J. y Chapman, J. P. (1969). Illusory correlation as an obstacle to the use of valid psychodiagnostic signs. *Journal of Abnormal Psychology*, 74 (3), 271-280.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Cobo, B. y Batanero, C. (2004). Significados de la media en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 5-18.
- Estepa, A. (1994). *Concepciones iniciales sobre la asociación estadística y su evolución como consecuencia de una enseñanza basada en el uso de ordenadores*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Granada.
- Estepa, A. (2008). Interpretación de los diagramas de dispersión por estudiantes de Bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 257-270.
- Estepa, A. y Batanero, C. (1995). Concepciones iniciales sobre la asociación estadística. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 155-170.

- Estepa, A., Gea, M. M., Cañadas, G. R. y Contreras, J. M. (2012). Algunas notas históricas sobre la correlación y regresión y su uso en el aula. *Números*, 81, 5-14.
- Gea, M. M. (2012). *Fundamentos para un estudio sobre la didáctica de la correlación y regresión*. Tesis de Máster. Universidad de Granada.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Font, V., Contreras, A. y Wilhelmi, M. R. (2006). Una visión de la didáctica francesa desde el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9 (1), 117-150.
- Lavalle, A. L., Micheli, E. B. y Rubio, N. (2006). Análisis didáctico de regresión y correlación para la enseñanza media. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9 (3), 383-406.
- Lowe, E. y Pimm, D. (1996). 'This is so': a text on texts, en A. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde. (Eds.). *International Handbook of Mathematics Education*, pp. 371-410. Dordrecht: Kluwer.
- M.E.C. (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura de Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Madrid: Autor.
- Ortiz, J. J. (1999). *Significado de los conceptos probabilísticos elementales en los textos de Bachillerato*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Sánchez Cobo, F.T. (1998). *Significado de la correlación y regresión para los estudiantes universitarios*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Granada.
- Suydam, M. y Weaver, J. F. (1977). Research on problem solving: Implications for elementary school classroom. *Journal of Experimental Psychology General*, 112, 634-656.
- Zieffler, A. y Garfield, J. (2009). Modeling the growth of students' covariational reasoning during an introductory statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 8 (1), 7-31.

Anexo 1: Textos utilizados en el análisis

- [T1]. Colera, J., Oliveira, M.J., García, R. y Santaella, E. (2008). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I*. Madrid: Grupo Anaya.
- [T2]. Anguera, J., Biosca, A., Espinet, M. J., Fandos, M.J., Gimeno, M. y Rey, J. (2008). *Matemáticas I aplicadas a las Ciencias Sociales*. Barcelona: Guadiel.
- [T3]. Vizmanos, J. R., Hernández, J. y Alcaide, F. Moreno, M. y Serrano, E. (2008). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I*. Madrid: Grupo SM.
- [T4]. Arias, J. M. y Maza, I. (2011). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I*. Madrid: Grupo Editorial Bruño.
- [T5]. Antonio, M., González, L., Lorenzo, J. Molano, A., del Río, J., Santos, D. y de Vicente, M. (2009). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales I*. Madrid: Santillana Educación.
- [T6]. Martínez, J. M., Cuadra, R., Heras, A. (2008). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales. I.º Bachillerato*. Madrid: McGraw-Hill.
- [T7]. Bescós, E. y Pena, Z. (2008). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales. I Bachillerato*. Vizcaya: Oxford University Press.
- [T8]. Monteagudo, M. F. y Paz, J. (2008). *1.º Bachillerato. Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales*. Zaragoza: Luis Vives.