

El lenguaje de los gráficos estadísticos

Pedro Arteaga; Carmen Batanero; Carmen Díaz; José Miguel Contreras

Resumen

La interpretación y construcción de gráficos estadísticos forma parte de la cultura que un ciudadano bien informado ha de tener para enfrentarse críticamente a la sociedad de la información. En este trabajo sintetizamos la investigación relacionada con estas competencias, que no siempre se alcanzan y finalizamos con algunas recomendaciones didácticas para mejorar la cultura estadística de nuestros estudiantes

Abstract

Interpreting and building statistical graphs is part of the statistical literacy that a well informed citizen needs to critically face the information society. In this paper we make a synthesis of main research related to this competence, which are not always achieved. We finish with some didactic recommendations directed to improve the students' statistical literacy.

Resumo

A interpretação e construção de gráficos estatísticos forma parte da cultura que um cidadão bem informado tem que ter para enfrentar criticamente a sociedade da informação. Neste trabalho sintetizamos a pesquisa relacionada com estas competências, que nem sempre se alcançam e finalizamos com algumas recomendações didáticas para melhorar a cultura estatística dos nossos estudantes.

Introducción

El lenguaje gráfico tiene un papel esencial en la organización, descripción y análisis de datos, al ser un instrumento de transnumeración, una de las formas básicas de razonamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999), que consiste en obtener una nueva información, al cambiar de un sistema de representación a otro. Por ejemplo, al pasar de una lista de datos desordenada a un histograma, se visualiza la moda y se percibe la simetría o asimetría de la distribución.

La construcción e interpretación de gráficos estadísticos es también parte importante de la cultura estadística que Gal (2002, pg. 2) define como la unión de dos competencias relacionadas:

a) 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) discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante (Gal, 2002, pp. 2-3).

Según este autor, una persona culta debiera poder leer críticamente los gráficos estadísticos que encuentra en la prensa, Internet, medios de comunicación, y trabajo profesional. Esto supone no sólo la lectura literal del gráfico, sino identificar las tendencias y variabilidad de los datos, así como detectar los posibles errores conscientes o inconscientes que puedan distorsionar la información representada (Schield, 2006). Asimismo debiera conocer los convenios de construcción de los diferentes tipos de gráficos y ser capaz de construir correctamente un gráfico sencillo.

Por otro lado, en los nuevos Decretos de Enseñanzas Mínimas en España (MEC, 2006) se amplía la enseñanza de la estadística en Educación Primaria, incluyendo un bloque denominado *Tratamiento de la información, azar y probabilidad* en todos los ciclos de este nivel educativo. El objetivo es utilizar las técnicas elementales de recogida de datos para obtener información sobre fenómenos y situaciones del entorno; representarla de forma gráfica y numérica y formarse un juicio sobre la misma.

En relación con los gráficos, en el primer ciclo (niños de 6 y 7 años) se comienza con interpretaciones de determinados elementos de un gráfico sencillo relacionado con fenómenos cercanos a los niños. Progresivamente se pasa a los contenidos del tercer ciclo (10-11) en los que se estudiarán distintos tipos de gráficos estadísticos y se deberá conseguir que los niños aprecien la importancia que tiene el poder valorar críticamente informaciones que son presentadas a través de gráficos. Además se manifiesta que la destreza en la utilización de representaciones gráficas para interpretar la información aporta una herramienta muy valiosa para conocer y analizar mejor la realidad. Como criterio de evaluación para el primer ciclo se indica:

“Realizar interpretaciones elementales de los datos presentados en gráficas de barras. Formular y resolver sencillos problemas en los que intervenga la lectura de gráficos. Con este criterio se trata de valorar la capacidad de interpretar gráficos sencillos de situaciones familiares y verificar la habilidad para reconocer gráficamente informaciones cuantificables” (pg. 43098)

Para que estas propuestas curriculares sean posibles, será necesario proporcionar a los profesores información sobre las posibles dificultades de sus estudiantes con los gráficos estadísticos. Con el fin de proporcionar esta información, realizamos a continuación una síntesis de las investigaciones sobre comprensión y construcción de gráficos estadísticos. Dedicamos también un

apartado específico a la competencia gráfica de futuros profesores de educación primaria, para orientar la labor de los formadores de profesores.

Elementos y competencias de lectura de gráficos estadísticos

Un primer punto investigado por diversos autores es la competencia en la lectura de gráficos, tarea en la que el estudiante debe realizar la traducción entre lo representado y la realidad. Pero esta traducción requiere conocimientos no siempre disponibles por el estudiante sobre los convenios de construcción y elementos del gráfico, que son los siguientes (Curcio, 1987; 1989):

- Las palabras que aparecen en el gráfico, como su título, las etiquetas de los ejes y de las escalas, que proporcionan las claves necesarias para comprender las relaciones representadas.
- El contenido matemático subyacente, por ejemplo los conjuntos numéricos empleados y otros conceptos matemáticos como los de área en un diagrama de sectores, o longitud en un gráfico de líneas, implícitos en el gráfico, y que el estudiante ha de dominar para interpretarlo.
- Los convenios *específicos* que se usan en cada tipo de gráfico y que se deben conocer para poder realizar una lectura o construcción correcta. Por ejemplo, el alumno ha de conocer en un diagrama de sectores que la amplitud del sector es proporcional a la frecuencia; en un diagrama de dispersión que cada punto representa un caso y las coordenadas del punto los valores de las dos variables representadas.

Partiendo del análisis anterior, Friel, Curcio y Bright (2001) identifican los siguientes elementos estructurales de un gráfico estadístico:

- El título y las etiquetas indican el contenido contextual del gráfico y cuáles son las variables representadas.
- El marco del gráfico incluye los ejes, escalas, y marcas de referencia en cada eje. Dicho marco proporciona información sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas. Puede haber diferentes tipos de marcos y sistemas de coordenadas (cartesianas bidimensionales, multidimensionales, polares...).
- Los *especificadores* del gráfico, como los rectángulos (en el histograma) o los puntos (en el diagrama de dispersión) son los elementos usados para visualizar los datos. Los autores nos alertan de que no todos los especificadores son igualmente sencillos de comprender sugiriendo el siguiente orden de dificultad: Posición en una escala homogénea (gráficos de línea, de barras, de puntos, algunos pictogramas e histogramas); posición en una escala no homogénea (gráficos polares, gráficos bivariantes); longitud (gráficos poligonales, árboles), ángulo o pendiente (diagrama de sectores, discos), área (círculos, pictogramas), volumen (cubos, algunos mapas estadísticos) y color (mapas estadísticos codificados mediante color).

En relación con los anteriores componentes Friel, Curcio y Bright (2001) describen las siguientes competencias relacionadas con el lenguaje gráfico:

- Reconocer los elementos estructurales del gráfico (ejes, escalas, etiquetas, elementos específicos) y sus relaciones. Distinguir si cada elemento es o no apropiado en el gráfico particular.
- Apreciar el impacto de cada uno de estos componentes sobre la presentación de la información (por ejemplo, predecir como cambiaría el gráfico al variar la escala de un eje).
- Traducir las relaciones reflejadas en el gráfico a los datos que se representan en el mismo y viceversa.
- Reconocer cuando un gráfico es más útil que otro, en función del juicio requerido y de los datos representados, es decir, saber elegir el gráfico adecuado al tipo de variable y al tipo de problema.

Niveles de lectura de gráficos

Además de las competencias anteriores, algunos autores definen niveles en la lectura crítica de datos y muestran que no todos los alumnos alcanzan el nivel más alto. A continuación resumimos las teorías de diversos autores al respecto.

Bertin (1967) sugiere que la lectura de un gráfico comienza con una identificación externa del tema al que se refiere, a través de la comprensión del significado del título y las etiquetas. A continuación se requiere una identificación interna, de las dimensiones relevantes de variación en el gráfico, es decir, las variables representadas y sus escalas. Finalmente se produce una percepción de la correspondencia entre los niveles particulares de cada dimensión visual para obtener conclusiones sobre los niveles particulares de cada variable y sus relaciones en la realidad representada. A partir de estos supuestos, define diversos niveles de lectura de un gráfico:

- Extracción de datos, que consiste en poner en relación un elemento de un eje con el de otro eje. Por ejemplo, en un diagrama de barras leer la frecuencia asociada a un valor de la variable.
- Extracción de tendencias, cuando se es capaz de percibir en el gráfico una relación entre dos subconjuntos de datos que pueden ser definidos a priori o visualmente. Un caso particular es determinar visualmente la moda de una distribución en un diagrama de barras, ya que se clasifica los datos en subconjuntos (que tienen un mismo valor para la variable) y se comparan entre si estos subconjuntos para ver cuál tiene mayor frecuencia.
- Análisis de la estructura de los datos, comparando tendencias o agrupamientos y efectuando predicciones. Un ejemplo ocurre cuando se representa en un diagrama de barras adosadas dos distribuciones y se analizan sus diferencias en promedios y dispersión.

Otra clasificación muy similar a la anterior que ha tenido un gran impacto en educación estadística se debe a Curcio (1989), quien mostró que las principales dificultades aparecen en los niveles superiores y que el nivel progresa con la edad de los estudiantes. Denomina a los tres niveles definidos por Bertin "leer entre los datos" (lectura literal del gráfico sin interpretar la información contenida en el mismo), "leer dentro de los datos" (interpretación e integración de los datos en el gráfico y "leer más allá de los datos" (predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico). Friel, Curcio y Bright (2001) amplían la clasificación definiendo un nuevo nivel "leer detrás de los datos" consistente en valorar críticamente el método de recogida de datos su validez y fiabilidad, así como las posibilidades de extensión de las conclusiones.

Un modelo algo más complejo es debido a Gerber, Boulton-Lewis y Bruce (1995), quienes diferencian siete niveles de comprensión de gráficos, en función de las competencias de los estudiantes para interpretarlos:

- Nivel 1. Los estudiantes no se centran en los datos, sino que asocian algunas características de los mismos a su conocimiento del mundo, generalmente impreciso. Al hacer una pregunta sobre edades de niños representados en un gráfico, los alumnos situados en este nivel pueden responder dando su edad.
- Niveles 2 y 3. En estos niveles los sujetos se centran en los datos representados, pero de forma incompleta. En el nivel 2 no llegan a apreciar el propósito del gráfico e interpretan sólo aspectos parciales de los datos, tales como una de las barras del diagrama de barras. En el nivel 3 los estudiantes aprecian el propósito del gráfico y analizan todos los elementos uno a uno, pero no llegan a una síntesis global, al no comprender algún elemento específico que es clave en la representación. Un estudiante en este nivel podría interpretar los grupos de edad (que se refieren a un conjunto de personas) en una pirámide de población como edades de sujetos individuales.
- Niveles 4, 5 y 6. Una vez que el estudiante llega a una síntesis global, puede todavía tener una interpretación estática de los gráficos, y podemos diferenciar tres niveles diferentes. En el nivel 4 los estudiantes son capaces de analizar una a una las variables representadas en el mismo gráfico, pero no conjuntamente. Por ejemplo, si representamos la esperanza de vida de hombre y mujeres en diversos países en un gráfico de líneas, los alumnos interpretan por un lado la esperanza de vida de los hombres y por otro los de las mujeres. En el nivel 5 se comparan varias variables representadas en el mismo gráfico; en el ejemplo anterior podrían deducir que la esperanza de vida en las mujeres es superior a la de los hombres en la mayoría de países. En el nivel 6 los estudiantes usan los gráficos para apoyar o refutar sus teorías. No sólo comparan varias variables en el mismo gráfico, sino sacan conclusiones generales respecto a una hipótesis; en el caso analizado podrían usar el gráfico para refutar la idea de que la mujer es más débil que el hombre.

- Nivel 7. En el último nivel los estudiantes son capaces de hacer extrapolaciones, y hacer predicciones para otros datos no representados en el gráfico; en el ejemplo anterior, el estudiante podría estimar la esperanza de vida del hombre, conocida la esperanza de vida de la mujer, para un país no representado en el gráfico.

Cuando los niveles de lectura de gráficos descritos se aplican no sólo a la interpretación de los gráficos, sino a su valoración crítica, los niveles superiores se modifican ligeramente (Aoyama y Stephen, 2003; Aoyama, 2007). Supongamos, por ejemplo, que se da a los estudiantes un gráfico que presenta datos sobre el número de horas que los adolescentes dedican a jugar con la videoconsola y el número de episodios de violencia escolar en que se ven implicados. La gráfica muestra claramente un crecimiento del número de episodios de violencia cuando aumenta el tiempo dedicado a este tipo de juegos. Se pregunta a los estudiantes si piensan que la violencia escolar disminuiría si se prohibiesen las videoconsolas. Una vez que los estudiantes llegan a la fase superior en la clasificación de Gerber, Boulton-Lewis y Bru, todavía podríamos diferenciar tres grupos, en función de su capacidad de crítica de la información representada:

- Nivel Racional/Literal. Los estudiantes leen correctamente el gráfico, incluyendo la interpolación, detección de tendencias y predicción. Para responder la pregunta planteada, usan las características del gráfico, pero no cuestionan la información, ni dan explicaciones alternativas. Una respuesta típica a la pregunta planteada sería “Sí, ya que el grupo de chicos que jugó juegos durante mucho tiempo también tuvo muchos episodios de violencia”
- Nivel Crítico. Los estudiantes leen los gráficos, comprenden el contexto y evalúan la fiabilidad de la información, cuestionándola a veces, pero no son capaces de buscar otras hipótesis: “Pienso que no, pues aunque los que más juegan aparecen como más violentos en el gráfico, podría haber otras causas, aunque no me imagino cuáles”
- Nivel Hipotético: Los estudiantes leen los gráficos los interpretan y evalúan la información, formando sus propias hipótesis y modelos: “No estoy de acuerdo en que la causa de la violencia sea el juego; quizás la falta de atención de los padres puede llevar a la vez a que el chico sea violento y que dedique más horas a jugar con la consola”.

Errores en la lectura o construcción de gráficos

Además de las capacidades de lectura de los gráficos, otras investigaciones analizan los errores frecuentes en la producción de los mismos. El primer paso sería elegir un gráfico adecuado, tanto al tipo de variable, como al problema planteado, pero los estudiantes fallan con frecuencia en esta elección. Li y Shen, (1992) analizaron los gráficos en los proyectos estadísticos de sus estudiantes, encontrando alumnos que utilizan polígonos de frecuencias con variables cualitativas, o diagrama de barras horizontal para representar datos que debieran representarse en un

diagrama de dispersión. Otras veces, construyen gráficos sin sentido, por ejemplo se representan variables no relacionadas entre si en un mismo gráfico.

Respecto a las escalas de los gráficos contruidos por los estudiantes Li y Shen (1992) encontraron los siguientes problemas:

- Elegir una escala inadecuada para el objetivo pretendido (por ejemplo no se cubre todo el campo de variación de la variable representada).
- Omitir las escalas en alguno de los ejes horizontal o vertical, o en ambos.
- No especificar el origen de coordenadas.
- No proporcionar suficientes divisiones en las escalas de los ejes.

Encontramos también investigaciones sobre la comprensión de gráficos específicos. Los estudiantes tienen errores en el diagrama de barras, sobre todo al usar un diagrama de barras horizontal en lugar de vertical (Pereira Mendoza y Mellor, 1990). Lee y Meletiou (2003) nos alertan de que los histogramas se perciben como representación de datos aislados, suponiendo que cada rectángulo se refiere a una observación particular y no a un intervalo de valores; en otro caso se compara sólo la altura de los rectángulos (y no su área) al tratar de detectar variaciones en el histograma. Respecto a los gráficos de la caja, Bakker, Biehler y Konold (2004) indican que no permite percibir a los estudiantes los valores individuales de los datos. Estas representaciones son muy diferentes a otros gráficos usados por los estudiantes, al estar basados en la mediana y cuartiles, y por ello no son intuitivos para los alumnos.

El ordenador no contribuye a mejorar los problemas de los estudiantes, como sugieren Ben-Zvi y Friedlander (1997), quienes definen cuatro categorías de uso de los gráficos producidos por el ordenador:

- Uso acrítico: los estudiantes construyen gráficos rutinariamente aceptando las opciones por defecto del software, aunque no sean adecuadas. Tienen también dificultad en valorar las relaciones sugeridas en sus representaciones gráficas, identificando sólo la información obvia, como los valores máximos.
- Uso significativo de una representación: los estudiantes construyen correctamente un gráfico si se les indica cuál ha de utilizar; también lo pueden justificar en base al tipo de datos o al problema planteado. Son capaces de modificar y transformar la gráfica, cambiando las opciones del software e interpretando los resultados, pero no son capaces de seleccionar la gráfica más adecuada cuando tienen varias posibilidades.
- Manejo significativo de representaciones múltiples: en este caso, los alumnos toman decisiones correctas en la selección de los gráficos más adecuados, tomando en consideración la contribución de cada uno a su problema.

- Uso creativo: Cuando el alumno crea un gráfico no habitual en forma correcta para presentar y justificar sus ideas.

Competencias gráficas de los futuros profesores

Las dificultades con los gráficos estadísticos no son exclusivas de los estudiantes, sino que también se presentan en los futuros profesores. Este hecho ha sido evidenciado por Bruno y Espinel (2005), quienes estudian la forma en que futuros profesores construyen un histograma de frecuencias a partir de una lista de datos. Aproximadamente la mitad de los participantes en su estudio tuvieron errores, incluyendo la representación de los intervalos de variación de la variable en el eje de ordenadas, la omisión de intervalos de frecuencia nula, o el uso de rectángulos no adosados en variables continuas. En cuanto al polígono de frecuencias los futuros profesores tuvieron errores al no unir por las marcas de clase, omitir el intervalo de frecuencia nula o confundir la frecuencia y el valor de la variable.

Continuando la investigación anterior, Bruno y Espinel compararon los errores de los futuros profesores en la construcción del histograma y el polígono de frecuencias, con la evaluación de histogramas producidos por posibles estudiantes. Prácticamente todos los futuros profesores cometieron algún error al construir los gráficos, pero lo más preocupante fue la falta de coherencia entre su construcción del gráfico y la forma en que evaluaron las respuestas de estudiantes ficticios. Además, en caso de coherencia, generalmente se trataba de futuros profesores que cometieron errores en la interpretación de los gráficos y también consideraron correctos los gráficos incorrectos de sus posibles estudiantes.

Preocupadas por estos resultados las autoras continúan la investigación utilizando un cuestionario que trata de evaluar la cultura y razonamiento estadístico de los futuros profesores por medio de su interpretación de gráficos y comparando los resultados con los de otros estudiantes universitarios americanos (Espinel, 2007). Aunque en ambos grupos de estudiantes las tareas fueron difíciles, la dificultad fue mayor para los futuros profesores españoles, sobre todo al predecir la forma de un gráfico a partir de la descripción verbal de variables conocidas por los estudiantes o al leer los histogramas.

Monteiro y Ainley (2006; 2007) indican que la lectura de gráficos en el contexto escolar es una tarea más limitada que la posible interpretación de dichos gráficos en otras actividades de la vida diaria. La razón dada por los autores es que, mientras en la escuela sólo pedimos a los estudiantes una respuesta correcta desde el punto de vista matemático, en contextos extraescolares intervienen también otros conocimientos no matemáticos. Monteiro y Ainley estudiaron la competencia de futuros profesores en la lectura de gráficos tomados de la prensa diaria, encontrando que muchos no tenían conocimientos matemáticos suficientes para llevar a cabo dicha lectura. La mayoría de los profesores participantes no tuvieron formación específica en la lectura de gráficos estadísticos y reconocieron sus carencias al respecto. En esta investigación también se observó que la interpretación de los gráficos moviliza conocimientos y sentimientos que inciden en su comprensión; por ejemplo, se obtuvo mucho mejores resultados al interpretar un gráfico sobre

incidencia de cáncer en las mujeres que otro matemáticamente equivalente sobre tiempo de gestación de diferentes especies animales.

Respecto a la construcción de gráficos en tareas abiertas Arteaga (2008) propone a una muestra de 101 futuros profesores un proyecto abierto de análisis de datos, en que los estudiantes recogieron en clase datos de un experimento y tuvieron libertad para elegir el método de análisis de datos para contestar la pregunta de investigación planteada. 88 estudiantes realizaron algún tipo de gráfico. Estos gráficos fueron clasificados según el nivel de complejidad en cuatro niveles: 1) el estudiante sólo grafica sus propios datos, sin tener en cuenta los datos de sus compañeros; 2) el estudiante realiza un gráfico con todos los datos, pero no llega a formar la distribución de frecuencias de las variables en estudio; en lugar de ello, representa los datos uno a uno, en el orden en que aparecen en la hoja de recogida de datos, que es un orden artificial; 3) El estudiante forma la distribución de frecuencias y la representa gráficamente, pero los gráficos sólo representan las variables una a una; 4) El estudiante realiza gráficas multivariantes, representando la distribución de dos o más variables sobre una misma gráfica (Batanero, Arteaga y Ruiz, en prensa).

La mitad de los futuros profesores en la investigación citada realizan un gráfico de nivel 3) en la anterior clasificación y una cuarta parte de nivel 4), aunque sólo el 50% de los gráficos son correctos y otro 25% más son parcialmente correctos (con errores sólo de escala u omisión de algún elemento del gráfico). La dificultad de interpretación y obtención de conclusiones a partir del gráfico fue mucho mayor pues sólo el 30% interpreta tanto las tendencias centrales como la variabilidad de los gráficos y otro 30% sólo las tendencias. Sólo 24 futuros profesores llegan a una conclusión parcial sobre el problema planteado y de éstos muy pocos dan la conclusión completa.

Conclusiones

Los resultados de la síntesis presentada indican que, a pesar de la importancia de los gráficos estadísticos, la competencia relacionada con el lenguaje de las gráficas estadísticas no se alcanza en la educación obligatoria ni tampoco en la preparación de los futuros profesores de Educación Primaria.

Una posible explicación de este hecho es que la simplicidad del lenguaje gráfico es aparente, pues incluso el más simple de los gráficos puede considerarse un modelo matemático. Al reducir los datos, pasando de casos individuales a los valores de una variable y sus frecuencias, se introduce la distribución de frecuencias, concepto complejo, que se refiere al agregado (población o muestra) y no a los datos particulares. Por otro lado, un mismo tipo de gráfico (por ejemplo, un gráfico simple de barras) se puede usar para representar diferentes objetos matemáticos, tales como frecuencias absolutas, relativas, porcentajes y frecuencias acumuladas, medias u otros resúmenes estadísticos.

Los gráficos estadísticos se encuentran presentes en la vida cotidiana, tanto en los medios de comunicación e Internet, como en los textos escolares de diferentes materias y en el trabajo profesional. La investigación reseñada muestra que la lectura e interpretación del lenguaje gráfico es una habilidad altamente compleja, que no se adquiere espontáneamente, pero por desgracia, tampoco parece alcanzarse con la enseñanza. Más preocupante todavía es el hecho de que los futuros profesores de educación primaria tengan dificultades con el lenguaje gráfico que han de transmitir a sus alumnos y han de utilizar como herramienta en su vida profesional. Una mejora en la educación de los niños pasa por la formación del profesor, tarea en que todos nos encontramos involucrados y que no debe olvidar el lenguaje de las gráficas estadísticas.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto SEJ2007-60110 (MEC- Feder), beca FPU AP2007-03222 y beca FPI BES-2008-009562.

Bibliografía

- Aoyama, K. (2007). *Investigating a hierarchy of students' interpretations of graphs*. International Electronic Journal of Mathematics Education 2, III. On line: <http://www.iejme/>.
- Aoyama, K., M. y Stephens, M. (2003). *Graph interpretation aspects of statistical literacy: A Japanese perspective*. Mathematics Education Research Journal 15, III: 3-22.
- Arteaga, P. (2008). *Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos*. Tesis de Master. Universidad de Granada.
- Bakker, A., Biehler, R. y Konold, C. (2004). *Should young students learn about box plots?*. Curricular Development in Statistics Education. Proceedings of the: International Association for Statistical Education (IASE) Roundtable. Ed. G. Burrill y M. Camden. IASE, 163-173.
On Line: www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/.
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (En prensa): *Statistical graphs produced by prospective teachers in comparing two distributions*. Trabajo aceptado para presentación en el Sixth Conference of European Research in Mathematics Education, Lyon, 2009.
- Ben-Zvi, D., y Friedlander, A. (1997). *Statistical thinking in a technological environment. Research on the role of technology in teaching and learning statistics*. Ed J. Garfield y G. Burrill. Voorburgo, International Statistical Institute. 54-64.
- Bertin, J. (1967). *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005) "Recta numérica, escalas y gráficos estadísticos: un estudio con estudiantes para profesores". *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemáticas VII*: 57-85.
- Cazorla, I. (2002): *A relação entre a habilidades viso-pictóricas e o domínio de conceitos estatísticos na leitura de gráficos*. Tesis Doctoral. Universidad de Campinas.

- Curcio, F. R. (1987): "Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs". *Journal for Research in Mathematics Education* 18, V: 382-393.
- Curcio, F. R. (1989): *Developing graph comprehension*. Reston, VA: N.C.T.M.
- Espinel, C. (2007): "Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores". *Investigación en Educación Matemática XI*: 99-119.
- Friel, S., Curcio, F. y Bright, G. (2001): "Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications". *Journal for Research in mathematics Education* 32, II: 124-158.
- Gal, I. (2002): "Adult's statistical literacy: Meaning, components, responsibilities". *International Statistical Review* 70, I: 1-25.
- Gerber, R., Boulton-Lewis, G y Bruce, C. (1995): "Children's understanding of graphic representation of quantitative data". *Learning and Instruction* 5: 70-100.
- Lee, C., Meletiou, M. (2003): "Some difficulties of learning histograms in introductory statistics". *Joint Statistical Meetings- Section on Statistical Education*. On line: <http://www.statlit.org/PDF/2003LeeASA.pdf>
- Li, D. Y., Shen, S. M. (1992): "Students' weaknesses in statistical projects". *Teaching Statistics* 14, I: 2-8.
- Monteiro, C., Ainley, J. (2006). "Student teachers interpreting media graphs". *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Id. A. Rossman & B. Chance. Salvador de Bahia: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. Online: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase>.
- Monteiro, C., Ainley, J. (2007): "Investigating the interpretation of media graphs among student teachers". *International Electronic Journal of Mathematics Education* 2, III: 188-207. On line: <http://www.iejme/>.
- Pereira-Mendoza, L. y Mellor, J. (1990): "Student's concepts of bar graph: Some preliminary findings". *Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics* Ed D. Vere-Jones. Voorburg: International Statistical Institute.
- Schild, M. (2006): "Statistical literacy survey analysis: reading graphs and tables of rates percentages". *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. Ed B. Phillips. Cape Town: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. On line: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase>.
- Wild, C., Pfannkuch, M. (1999). *Statistical thinking in empirical enquiry*. (con discussion). *International Statistical Review* 67, III. 223-265.

Pedro Arteaga, Licenciado en Matemáticas en la Universidad Complutense y Master en Didáctica de las Matemáticas por la Universidad de Granada. Ha sido becado en el Plan de Formación del Profesorado Universitario en España para trabajar en la Universidad de Granada. Realiza una tesis doctoral sobre formación estadística de futuros profesores. Ha publicado trabajos relacionados con la comprensión de gráficos estadísticos y el trabajo con proyectos estadísticos. parteaga@ugr.es

Carmen Batanero Licenciada en Matemáticas en la Universidad Complutense de Madrid y Doctora en Matemáticas (Estadística) por la Universidad de Granada, España. Profesora de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad de Granada. Ha publicado libros dirigidos al profesorado y artículos en diferentes revistas de educación matemática. Es miembro del Comité Ejecutivo de ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) y fue Presidenta de IASE (International Association for Statistical Education). Ha coordinado la organización del VII Congreso Internacional sobre Enseñanza de la Estadística, ICOTS-7. Fue editora de la revista Statistics Education Research Journal. batanero@ugr.es

Carmen Díaz Licenciada en Psicología en la Universidad de Granada y Doctora en Psicología (Metodología de las Ciencias del Comportamiento) por la Universidad de Granada, España. Profesora del área de Metodología de las Ciencias del Comportamiento en la Universidad de Huelva. Trabaja en la línea de investigación de didáctica de la estadística, publicando artículos en torno a la comprensión de la probabilidad condicional e inferencia bayesiana en revistas de ámbito nacional e internacional. carmen.diaz@dpsi.uhu.es

José Miguel Contreras Licenciado en Matemáticas (Especialidad en Estadística e Investigación Operativa) y Licenciado en Ciencias y Técnicas Estadísticas en la Universidad de Granada, España. Ha sido becado en el Plan de Formación del Personal Investigador para trabajar en la Universidad de Granada. Ha publicado material docente y artículos sobre estadística computacional y estadística. jmcontreras@ugr.es