

# **UNA EXPERIENCIA CON GRÁFICAS ESTADÍSTICAS TEMPORALES EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE PRIMARIA**

María Candelaria Espinel Febles

Alicia Bruno Castañeda

Universidad de La Laguna

## **Resumen**

Presentamos los resultados de una investigación sobre los errores y dificultades de estudiantes para profesores de Educación Primaria en la localización de puntos y evaluación de incrementos en gráficos temporales. Los resultados muestran que los estudiantes para profesores cometen pocos errores en la localización de puntos en el gráfico, pero en la mayoría de los casos, no disponen de un método para comparar y evaluar cambios en un gráfico temporal. Nuestra propuesta es que, en la formación matemática del profesor, se incentive el conocimiento de razón, proporción, porcentaje y variaciones porcentuales (incremento y decremento) en contextos estadísticos.

## **Abstract**

We present the results of an investigation into the mistakes and difficulties of students to teachers of Primary Education in the location of points and in the assessment of increases in temporary graphics. The results show that the students to teachers make few errors in the location of points on the chart, but in most cases, they have no method to compare and evaluate changes in a graphic timeline. Our proposal is that, in the training of mathematics teachers, the knowledge of ratio, proportion, percentages and percent variations (increase and decrease) in statistical contexts should be promoted.

## Introducción

### Antecedentes

Las representaciones gráficas de datos longitudinales comienzan en 1789, con el ingeniero y economista escocés William Playfair (1759-1823), al que también se considera inventor de los gráficos de barras y de sectores, además de los gráficos de línea (Wainer, 2005). Charles Minard, en 1869, cuenta el viaje del general cartaginense Aníbal, a través de los Alpes, en la Segunda Guerra Púnica, para sorprender a Roma atacando por el norte, mediante un hermoso gráfico que se recoge en la primera parte de la figura 1. Aníbal parte de España con más de 97000 hombres, pero los rigores del viaje los reducen a 6000. Charles Minard, en 1869, describe tal hecho como una metáfora, las pérdidas humanas son como un río sobre un mapa, que se va estrechando según pasa el tiempo (Tuffe, 2001).

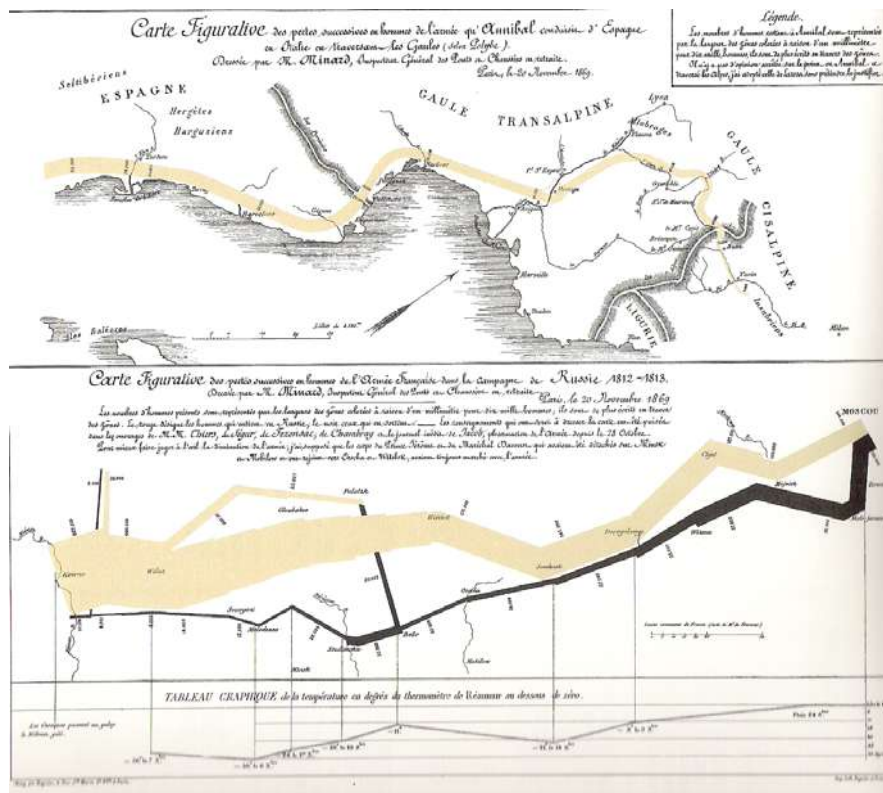


Figura 1

El segundo gráfico de la figura 1, más conocido y divulgado que el primero, muestra un hecho análogo, la campaña de Napoleón en Rusia. El ingeniero francés Minard construye un gráfico impresionante, casi como una pintura, en el que se presenta las devastadoras pérdidas del ejército. Una banda ancha atraviesa Europa y va disminuyendo según el número de soldados que sobrevive y, debajo, otra banda muestra la retirada, un río negro. Es uno de los mejores gráficos producidos, pues muestra en una página, y de manera elocuente, la brutalidad de una situación.

### *Terminología*

Observar valores cuantitativos de una cierta variable, dispuestos en el orden cronológico de su ocurrencia, ofrece una base razonable para la previsión o inferencia acerca de su comportamiento en el futuro. La representación de este hecho ha llevado al uso de términos como *serie temporal* o *serie cronológica*, cuando interviene el tiempo. El tratamiento que reciben estas gráficas varía según los textos y la profundidad que se le dé al tema. Matemáticamente, una serie de tiempo se define por los valores  $Y_1, Y_2, \dots$ , de una variable  $Y$  (temperatura, precio del cierre de una acción,...), en los momentos  $t_1, t_2, \dots$ . Así,  $Y$  es una función de  $t$  simbolizada por  $Y = F(t)$  (Murray y Spiegel, 1970).

En la Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales de la Conducta (Wilkinson, 2006) se distinguen las representaciones de datos teniendo en cuenta una, dos variables o tres variables. Los gráficos estadísticos de las series temporales (“Time series data”) requieren un tratamiento especial como representaciones en dos variables.

Autores como Edward R. Tufte (1997) han propuesto clasificar las gráficas estadísticas en: numéricas, lineales, de barras, circulares e histogramas. Las series en el tiempo son un caso de las gráficas lineales. El estadístico David Moore (1998) recurre al término “Gráfico temporal” para el mismo concepto y

aporta una descripción y pauta de construcción peculiar, alejada de otros textos estadísticos; así, expresa que: *un gráfico temporal de una variable representa cada observación en relación con el momento en que se midió. Se recomienda situar siempre la escala temporal en el eje de abscisas y la variable que nos interese en el eje de ordenadas. Si no hay demasiados, la unión de los puntos contiguos mediante segmentos facilita la visualización de la evolución de la variable a lo largo del tiempo.*

En los textos de estadística, propios de los primeros años de universidad, para mostrar la evolución de una variable a lo largo del tiempo, aparecen, además de los términos “serie temporal” y “serie cronológica”, otros términos como “perfil ortogonal”, “gráficas de líneas” o “gráficos lineales”, todos para la misma representación.

En los textos escolares, también se puede observar una mezcla de términos, lo que posiblemente produzca confusión en los alumnos y, posiblemente, a los mismos profesores de primaria y secundaria obligatoria. A continuación, señalamos algo de esta mezcla de términos, en algunos de los textos más utilizados en la Comunidad Canaria, a la vez que indicamos la editorial (Carrión y Espinel, 2007):

- Gráficos lineales o puntos unidos por una línea, en *Edebé* (1996).
- Gráficas de líneas, para la editorial *Anaya* (1998).
- Gráficos de puntos y líneas, en los textos de *SM* (1993).
- Polígono de frecuencias para la empresa *Edelvives* (1996)
- Diagrama lineal en la Web escolar del Instituto Canario de Estadística ([www.gobiernodecanarias/istac/](http://www.gobiernodecanarias/istac/))

Además, hay algunos términos que parece que empiezan a estar en desuso; entre ellos cabe citar el Perfil radial, el Perfil ortogonal y el Diagrama en Z.

En textos de Ciencias Sociales o Geografía, los alumnos se encuentran con otros gráficos relacionados con las series temporales. Así, aparece un *climograma*, que es un gráfico en el que se representan las precipitaciones y las temperaturas de un lugar en un determinado periodo de tiempo (habitualmente un año y por periodos mensuales). En geografía humana se utilizan para estudiar la evolución demográfica de una población (Carrera, Canto, Gutiérrez, Méndez y Pérez, 1998). Un ejemplo de ello aparece en uno de los exámenes de PAU (Prueba de acceso a la Universidad) de la Universidad de La Laguna de Junio de 2006, en la materia de Geografía. En el examen, se pide a los alumnos que realicen un comentario al *Gráfico de la transición demográfica en España y Canarias* que se muestra en la figura 2.

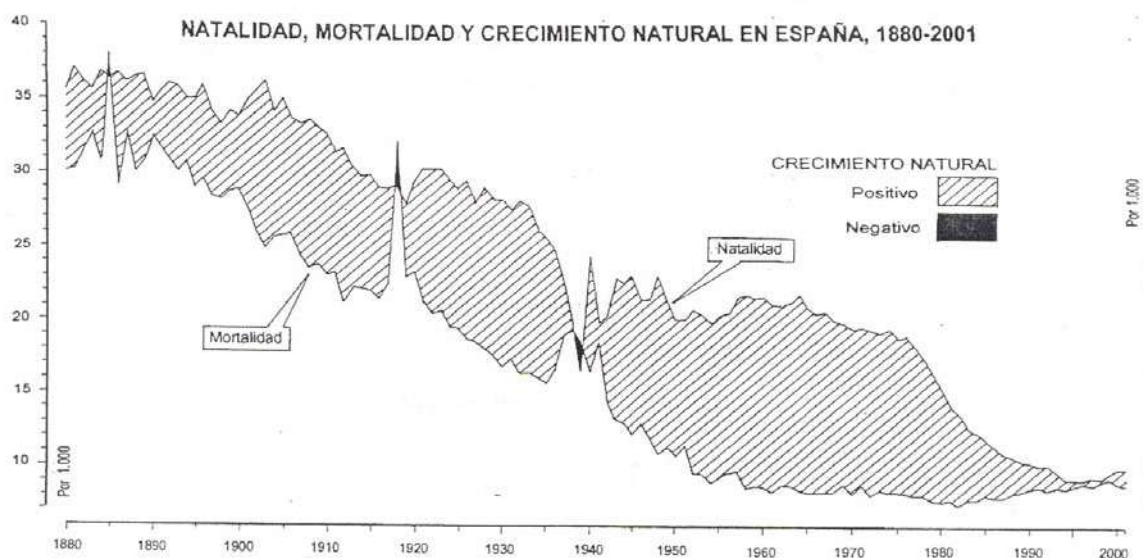


Figura 2

Primordialmente, los datos sobre Economía que aparecen en la prensa, siguen mostrando cada día distintos usos; así, el gráfico de la figura 3, muestra la evolución del Euribor durante 24 meses (La Opinión, 1 de noviembre de 2007).



Figura 3

Los gráficos son la herramienta más importante para examinar datos longitudinales ya que permiten *comparar* información de una forma que ninguna tabla o descripción cubre. *Tendencias, diferencias, y asociaciones* son efectos que se observan con un simple “golpe de vista”. El cerebro, por medio del ojo, procesa inmediatamente la información presentada en una gráfica, mientras que requiere de más tiempo para deducir a partir de una tabla de números; este hecho hace que los gráficos resulten atractivos, pues permiten que “los números hablen”.

Por ejemplo, en la figura 4 (El País, 25 de mayo de 2007) se recoge una tabla con los datos de consumo de plátanos según origen de producción. La producción de la UE (Unión Europea), en realidad Canarias, está por encima de la de los Países ACP (África, Caribe, Pacífico) en los tres primeros años y cambia a partir de 2003. Este cambio se observaría mejor en un gráfico que en la tabla que sigue:



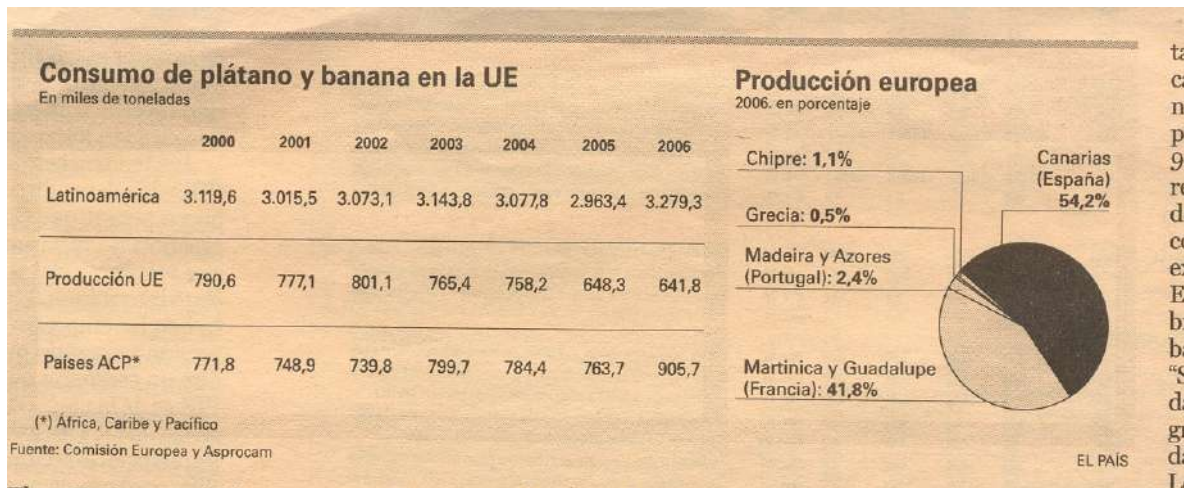


Figura 4

Los gráficos y diagramas no sólo muestran lo que dicen los números, también ayudan a los científicos a observar los *puntos críticos*, como si fueran detectives ante la escena del crimen. Los gráficos son internacionales, no hay otra forma de comunicación que merezca tanto la descripción de “lenguaje universal”. Es fácil observar los cambios en el ahorro en los hogares en la gráfica de la figura 5 (El Día, 12 de abril de 2006), máximo en el año 2003 y mínimo en 2005.



Figura 5

### ***Marco Teórico***

Se describen de forma breve algunos marcos teóricos que han marcado la línea para investigar en la enseñanza de la estadística y, en especial, en los gráficos estadísticos.

Comprender un gráfico lleva asociado que los estudiantes han de saber responder a distintas preguntas. Algunos autores, como Curcio (1987), han caracterizado estas preguntas sobre gráficos en tres niveles:

- Nivel Elemental: “reading the data”.

Este primer nivel de preguntas se centra en extraer toda la información posible de los datos de una gráfica.

- Nivel Medio: “reading within the data”.

Se trata de un nivel medio de preguntas caracterizado por interpolar y encontrar relaciones de los datos que se muestran.

- Nivel Avanzado: “reading beyond the data”.

Es un nivel que requiere extrapolar, interpretar e identificar relaciones desde el gráfico.

Con posterioridad, Friel, Curcio y Brigh (2001), en el trabajo titulado “*Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension instructional implications*”, señalan algunos factores críticos que influyen en la comprensión de los gráficos y resumen gran parte de la investigación realizada por ellos mismos y por otros autores.

Otro trabajo que muestra una amplia revisión sobre la comprensión de las gráficas se puede encontrar en Shaughnessy (2007), en el que se resalta la complejidad de las series temporales. Para ello recurre a un ejemplo con datos reales de Estados Unidos: evolución del consumo de jugo de fruta (escala, unidades, eje Y (galones por persona y años) per cápita, tendencias,...)



En la misma línea del trabajo de Curcio (1987), la investigación más reciente de Lindmeier, Kuntze y Reiss (2007) también fija tres niveles de comprensión de los gráficos, a saber:

- Nivel I: Leer un valor que aparece en un gráfico.
- Nivel II: Comparar datos usando algún concepto matemático.
- Nivel III: Interpretar datos usando un modelo que no se muestra.

También mediante niveles, pero con una descripción más detallada, destaca el trabajo de Aoyama y Stephens (2003) sobre interpretación de gráficos en relación con la cultura estadística. En éste se fijan las siguientes categorías de habilidad estadística:

- Nivel A1. Lectura básica de tablas y gráficos (C1)
- Nivel A2. Leer hechos claves desde un gráfico (C2)
- Nivel A3. Comparar información de dos gráficos (C2)
- Nivel A4. Leer una tendencia sencilla en un gráfico (C3)
- Nivel B. Conocer qué constituye una fuente apropiada de datos para una determinada cuestión
- Nivel C. Habilidad en cálculos estadísticos
- Nivel D. Leer tendencias globales en gráficos
- Nivel E. Extraer información cualitativa desde información cuantitativa
- Nivel F. Crear información con nuevas dimensiones

En nuestra investigación tratamos de compaginar algunos puntos de los distintos modelos de pensamiento estadístico. En concreto, del modelo propuesto por Wild y Pfannkuch (1999) nos interesa especialmente la *transnumeración*, como indicativo de la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. El modelo que se recoge en el extenso artículo titulado: *Statistical thinking in empirical enquiry* se consideran cinco componentes para conseguir desarrollar el pensamiento estadístico:

- Reconocer la necesidad de los datos
- Transnumeración: Indica la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. Hay tres tipos de transnumeración: medida, representación o comunicación de forma comprensible.
- Percepción de la variación: Comprender la variación y cómo se trasmite a los datos.
- Razonamiento con modelos estadísticos: Diferenciar el modelo de los datos (cualquier útil, gráfico, línea de regresión,...).
- Integración de la estadística y el contexto.

Del modelo matricial por niveles, que trabajan Jones, Thornton, Langrall y Mooney (2000), y de los cuatro procesos (describir, organizar, representar y analizar datos), nos interesa el proceso de la representación de datos. Este marco teórico se encuentra descrito en varias publicaciones de los autores citados. Un resumen se encuentra en el artículo titulado: *A framework for characterizing children's statistical thinking*. Siguiendo la propuesta de Shaughnessy et al, 1996, estos autores consideran que el pensamiento estadístico conlleva cuatro procesos estadísticos clave para el manejo de datos, y que el desarrollo de cada uno de estos procesos se apoya en una aproximación neo-Piagetina de la taxonomía SOLO para clasificar los resultados de aprendizaje de los alumnos, y la sigla DORA que alude a los cuatro procesos:

- (D) Descripción de los datos.
- (O) Organización y simplificación de los datos.
- (R) Representación de los datos.
- (A) Análisis e interpretación de los datos.

Los autores adaptan cada uno de los cuatro procesos de DORA a los niveles de la taxonomía SOLO y son los denominados: Idiosincrático, transicional, cuantitativo y analítico.

### **Objetivos y metodología**

Nuestro objetivo es detectar la habilidad que tienen los alumnos para leer números en los ejes de coordenadas, dominio que tienen del concepto de incremento y estrategias a las que recurren para extraer información en gráficas.

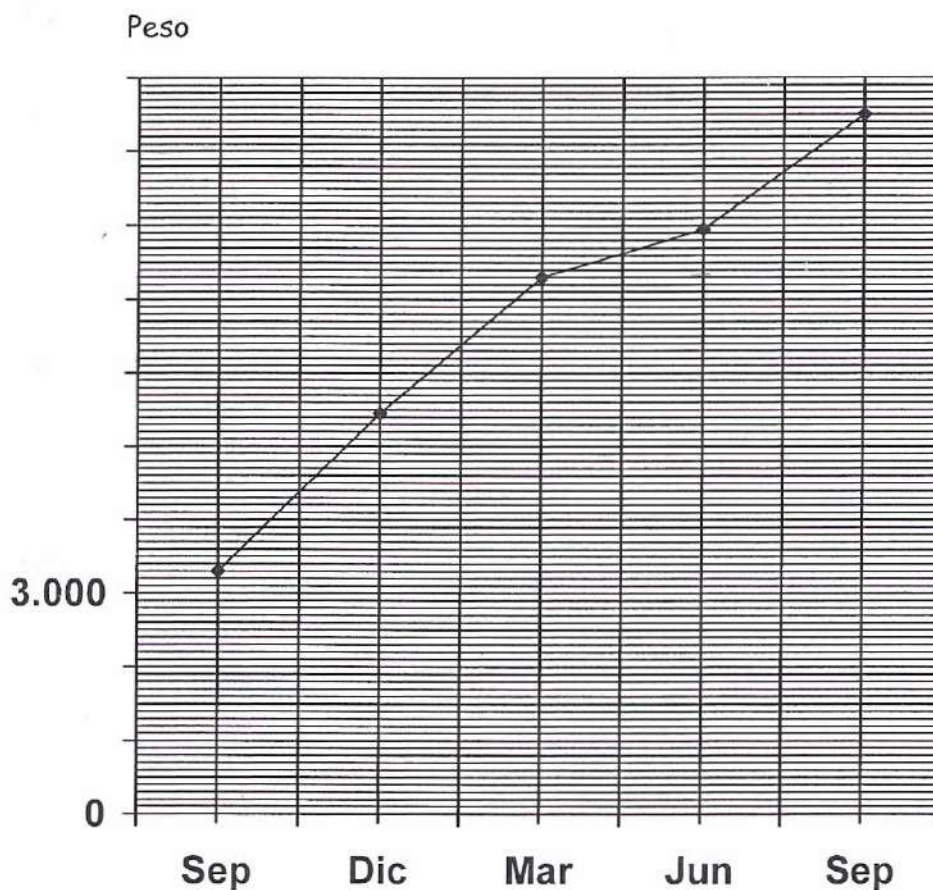
Para ello se preparó una prueba escrita con dos apartados que se recogen en la figura 6. Como se puede observar en la figura 6, se muestra un perfil o gráfica lineal que representa una serie de tiempo y se pide en el apartado a) leer números en el eje, para lo cual han de completar la escala de los pesos, mientras que en el apartado b) deben responder a un incremento, ya sea de forma visual o con cálculos. Se espera:

- a) Leer números en el eje de ordenadas.
- b) Encontrar el incremento de forma visual o con cálculos.

En el estudio han participado un total de 29 estudiantes para profesores de primaria de la Universidad de La Laguna (Tenerife). La prueba se realizó en una sesión de clase de la asignatura de Matemáticas, al finalizar el tema de estadística. En dicho tema los alumnos habían trabajado la estadística descriptiva durante aproximadamente diez horas, y se habían repasado los gráficos estadísticos.

1) Un niño pesó al nacer 3.300 kilos. A continuación, te mostramos la evolución de su peso a lo largo de su primer año, en las revisiones que le hicieron cada tres meses.

a) Completa el gráfico escribiendo el peso del niño en las distintas revisiones.



b) ¿En qué revisión tuvo un mayor aumento de peso?

Figura 6

Para un primer análisis de los resultados nos fijamos en los niveles de Curcio. Así, el primer apartado de la actividad: leer números en el eje de ordenadas, corresponde al Nivel 1, mientras que el segundo apartado, dado que intervienen incremento, visualización y cálculos, consideramos los niveles 2 y 3.

Las respuestas esperadas en el apartado a) son: completar la escala con el valor 3300 en septiembre, 5450 en diciembre, 7300 en marzo, 7900 en junio, y 9500 en septiembre. Mientras que, en el apartado b), la respuesta esperada era averiguar los incrementos: 2150, 1850, 600, 1600, por tanto, deben responder que el mayor incremento se produce en Diciembre.

En este apartado sería deseable que los alumnos organicen una tabla de incrementos para hallar la solución:

- Septiembre            3300
- Diciembre            5450            **2150**
- Marzo                7300            1850
- Junio                7900            600
- Septiembre           9500            1600

### Análisis de resultados

En la tabla 1 se recoge el número de alumnos con respuestas correctas e incorrectas para cada uno de los apartados. Con posterioridad, se analizan las respuestas de los alumnos en los dos apartados de la actividad.

		Apartado a		
		Correcto	Incorrecto	Total
Apartado b	Correcto	16	6	22
	Incorrecto	6	1	7
	Total	22	7	29

Tabla 1

Como se puede observar en la tabla 1, de los 29 alumnos que responden a la actividad, hay 16 que responden correctamente a los dos apartados.



De los resultados del apartado a) se concluye que la mayoría de los alumnos leen los números en la escala, y no tienen problema para localizar y señalar en el eje Y. Los errores sólo se deben a que señalan uno, o a lo más dos, números erróneamente. Hay tres alumnos que señalan el valor en los puntos del gráfico, como el caso que se recoge en la figura 7. En este caso, en marzo pone de peso 6300 en lugar de 7300, y luego, ya sigue acumulando el error en junio y septiembre.

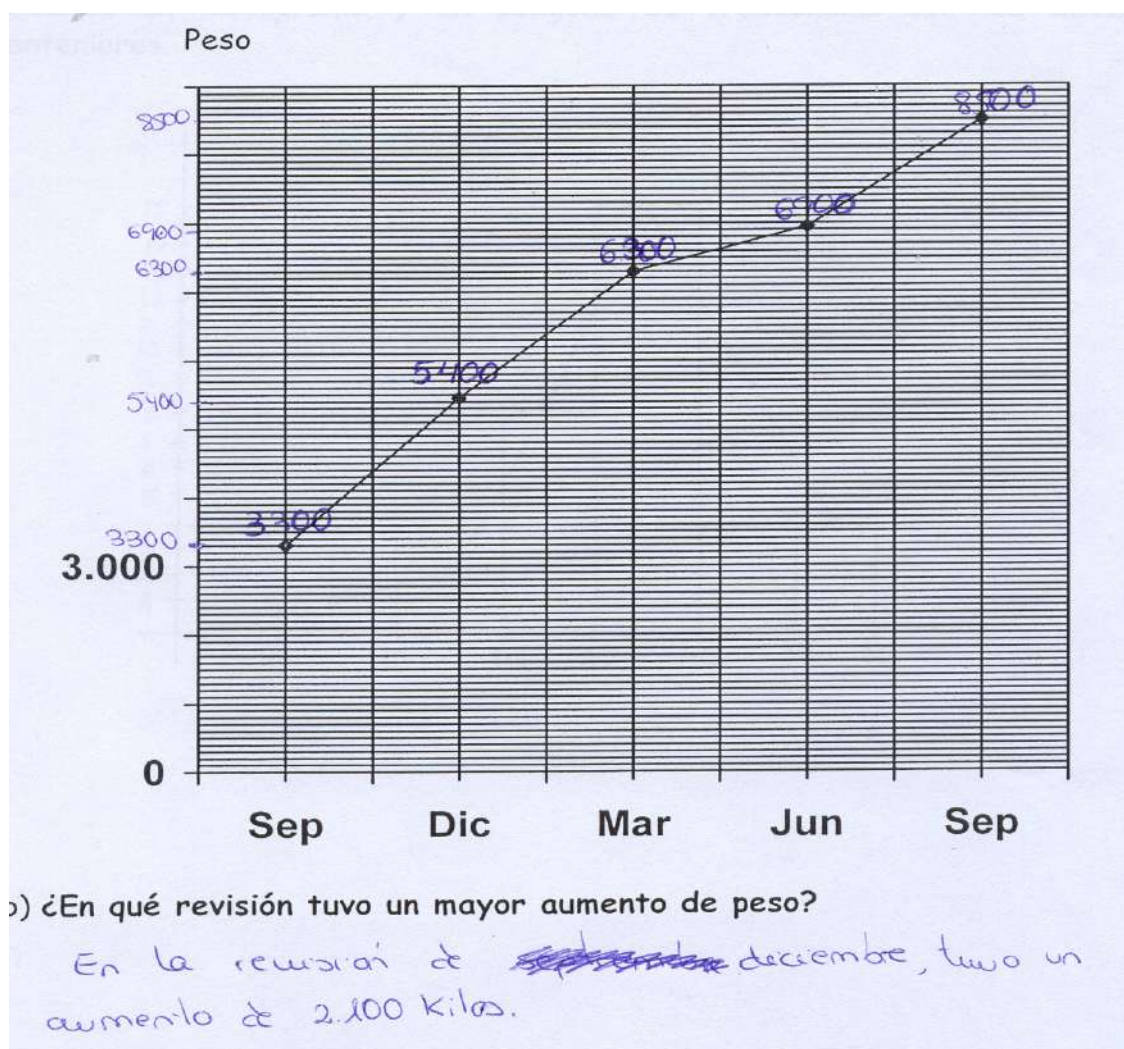


Figura 7

Los resultados de respuestas del apartado b) se recogen en la tabla 2.

<b>Correcto</b>	22	<b>Incorrecto</b>	7
Tabla incrementos	3	Último mes gráfico	6
Todas las restas	4	Resta mal	1
Una resta	10		
Mes o número	5		

Tabla 2

Señalamos las estrategias que utilizan los alumnos en sus respuestas. No hicieron una tabla de incrementos, sólo tres de los alumnos recurren a esta estrategia, como es el caso del alumno que se muestra en la Figura 8.

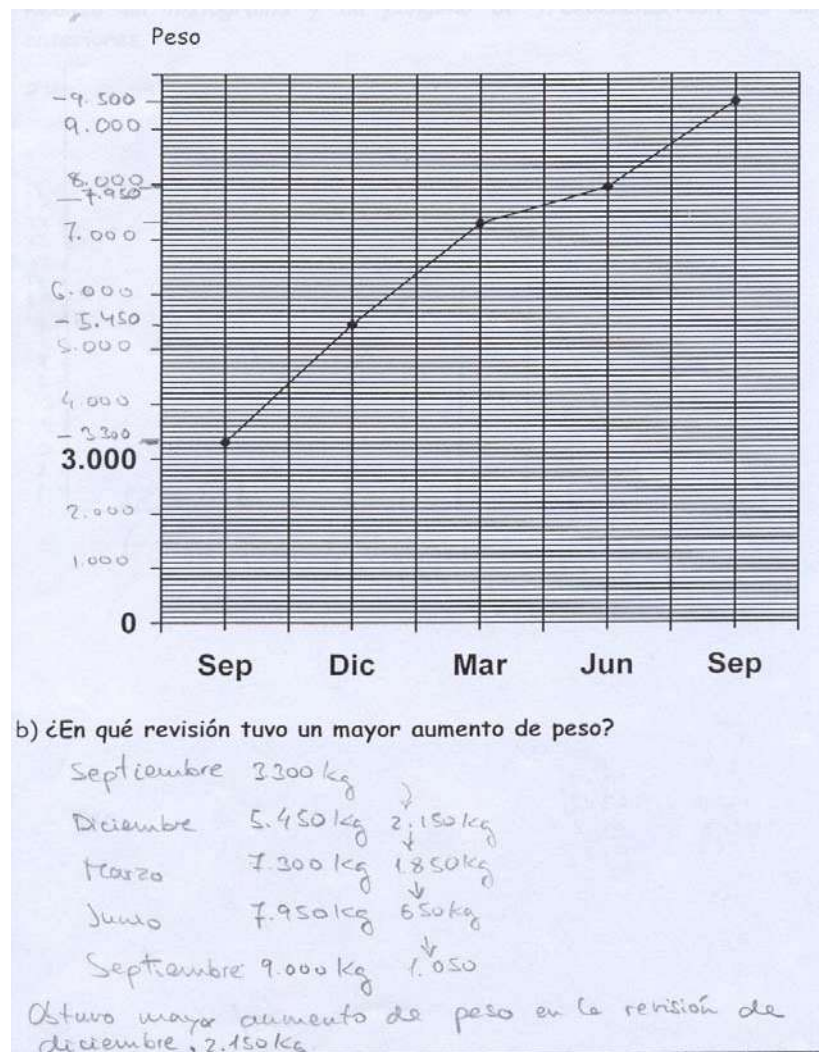


Figura 8 Aunque sí reconocieron el término incremento y lo localizaron, con resta, o mirando el gráfico y trazando líneas que permitiese observar la pendiente, como el caso del alumno que se muestra en la figura 9.

A modo de curiosidad obsérvese que la producción de este alumno que se muestra en la figura 9, utiliza el gráfico para representar los incrementos; esto es, en el eje de ordenadas coloca el aumento de cada revisión, en lugar del peso.

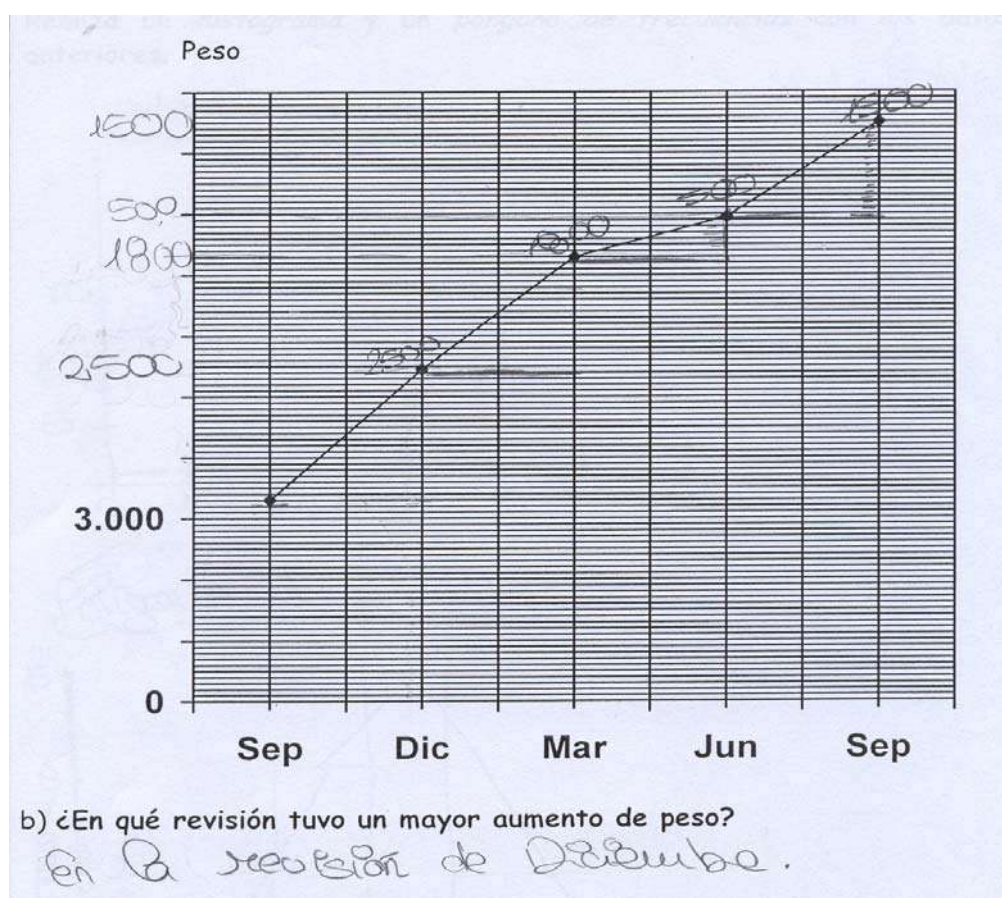


Figura 9

Otros alumnos comprueban el resultado mediante una, o más, restas.

La respuesta del alumno que se muestra en la figura 10, muestra la respuesta con la realización de cuatro restas.



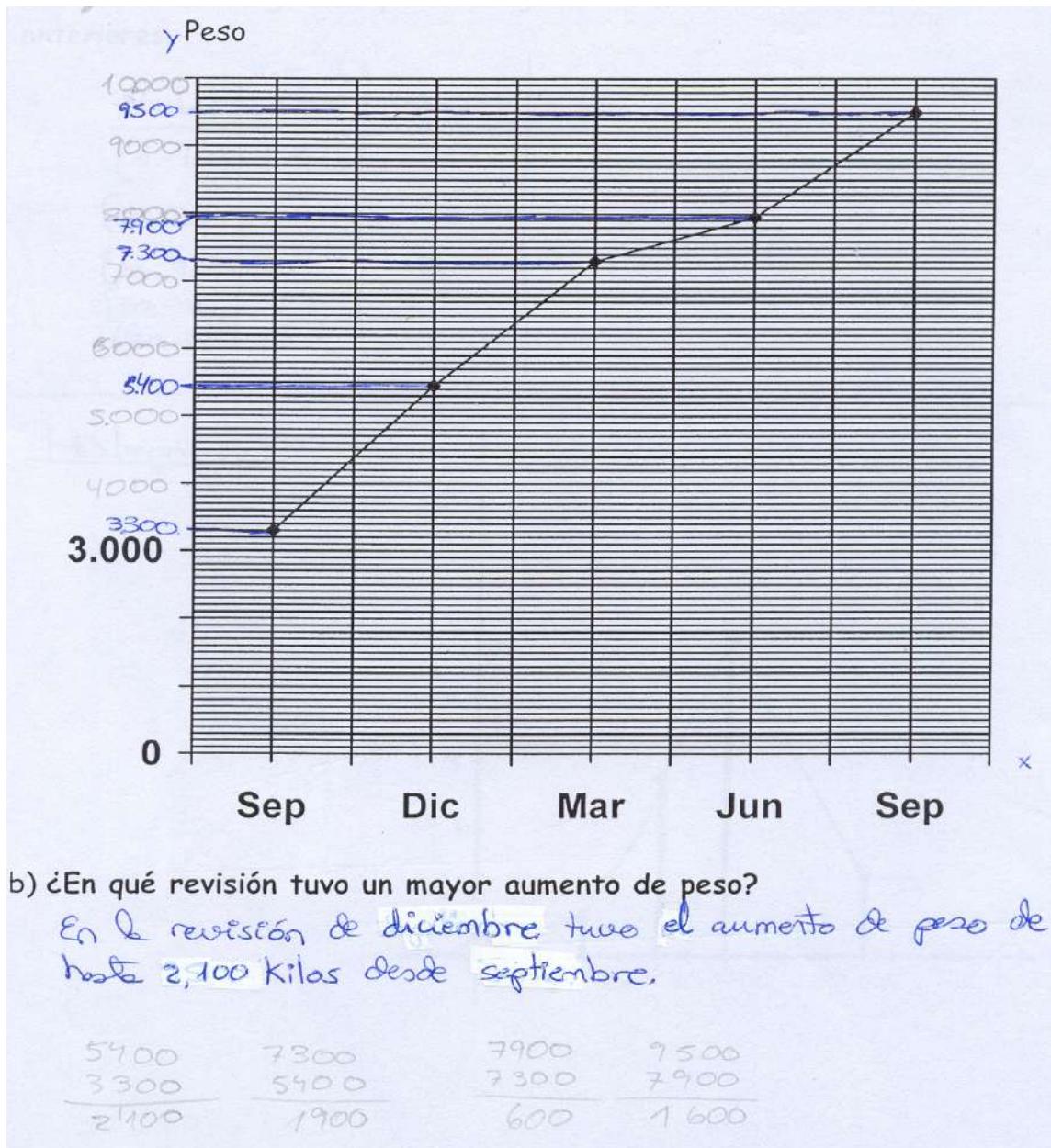


Figura 10

Mientras que otros alumnos comprueban su respuesta con sólo dos operaciones, como el que se muestra en la figura 11.

De entre los 22 alumnos que responden correctamente, hay 10 que recurren a restas para calcular o para comprobar la solución.

b) ¿En qué revisión tuvo un mayor aumento de peso?

En la revisión del primer trimestre, aumento 2.150 kilos.

$$\begin{array}{r} 5450 \\ - 3300 \\ \hline 2150 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7300 \\ - 5450 \\ \hline 1850 \end{array}$$

Figura 11

Hay cinco alumnos que dieron el mes o el número correcto, comprobaron que este incremento es el mayor, quizás restando mentalmente, como el caso que aparece en la figura 7.

De los 7 alumnos que responden de forma incorrecta, se observa que hay 6 que interpretan el mayor aumento como “en qué mes pesa más” o “en qué mes tiene el mayor peso”. Advertimos que hay un alumno que procede de manera incorrecta, porque se equivocó al elegir los dos números que debía restar, caso que se muestra en la figura 12.



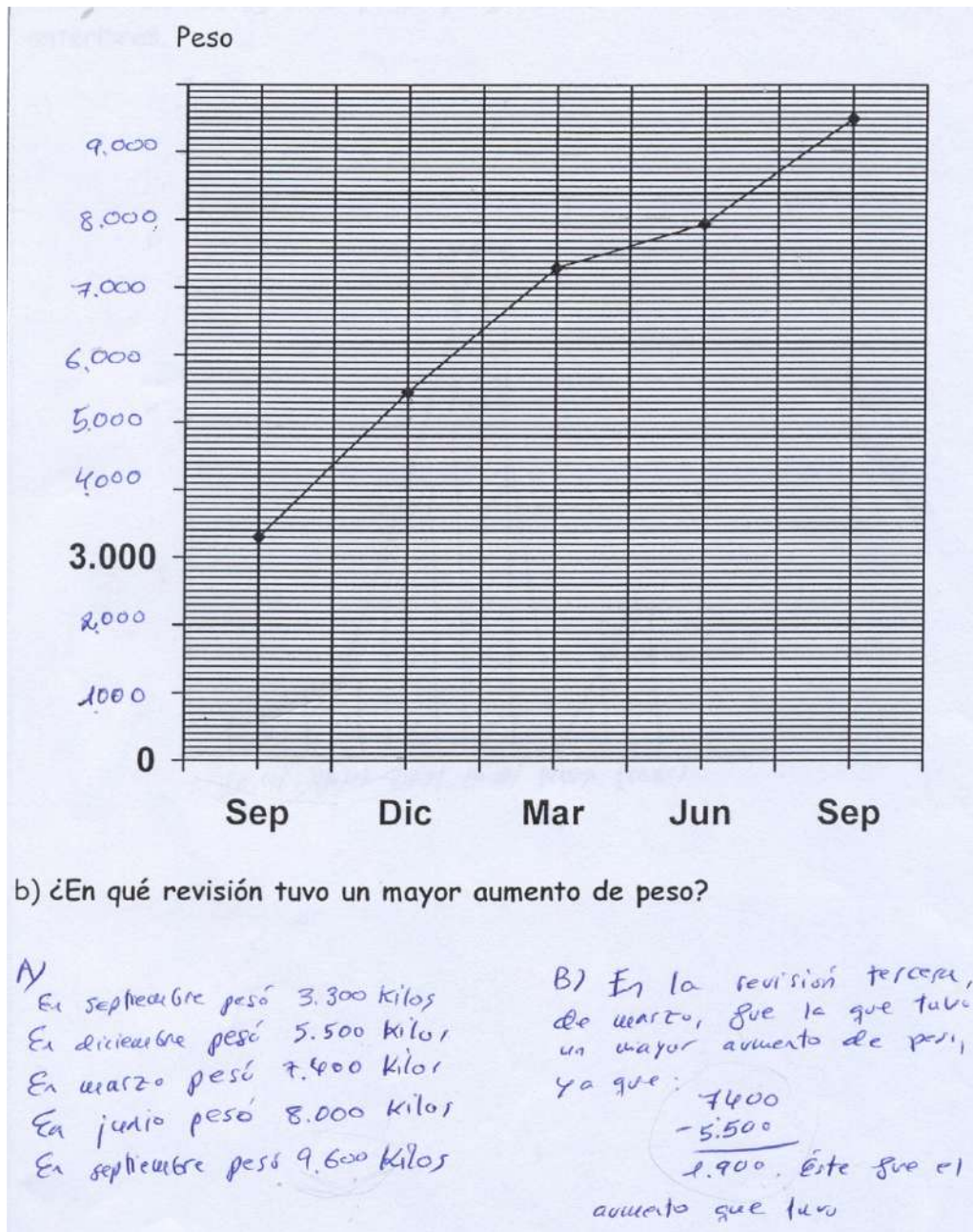


Figura 12

A modo de resumen, los resultados muestran que:

- No hacen tablas de incrementos.
- Reconocen el término incremento y lo localizan, mediante restas o mirando el gráfico y comprobando el resultado con una resta.

- La mayoría busco el incremento en el gráfico e hizo sólo la resta del primer mes.
- Algunos sólo ponen el mes o el número, por lo que realizan el cálculo de forma mental.
- Hay un alumno que se equivoca al elegir los dos números al restar.
- Hay seis alumnos que interpretan “el mayor aumento” como “el mes en que pesa más” o en “el mes en el que tiene el mayor peso”.

### **Conclusiones y reflexiones**

Los alumnos no mostraron dificultad en completar la escala aunque se observó falta de procedimiento para organizar la información que les mostraba el gráfico. Estos aspectos ya se habían analizado en Bruno y Espinel, 2005, 2009. Si se relacionan las respuestas de los alumnos con los niveles de Curcio (1997), éstas se sitúan en los dos primeros niveles de “leer” y también “entre” en esta actividad. Por ahora no disponemos de resultados con el tercer nivel: “inferir”.

Este trabajo muestra que los alumnos pueden leer en un gráfico, pero no disponen de una estrategia para leer incrementos. Creemos que los crecimientos o decrecimientos en estadística necesitan enseñarse. Los conceptos de razón, proporción y la comprensión de porcentajes son fundamentales, así como la idea de aumento o disminución experimentado en el tiempo (Schild, 2006). Así, en el caso de la actividad mostrada en esta investigación, sería deseable un resultado con los incrementos experimentados expresados en porcentajes. Para calcular el incremento de peso de septiembre a diciembre, se procede de la siguiente forma:  $(5450 - 3300) \times 100 : 3300 = 65.15\%$

Y para todos los meses:

• Septiembre	3300		
• Diciembre	5450	<b>2150</b>	<b>65.15%</b>
• Marzo	7300	1850	33.94%
• Junio	7900	600	8.22%
• Septiembre	9500	1600	20.25%

Hay muchas tareas pendientes en la investigación estadística, como ya se recoge en el documento “Educación Estadística en la Matemática Escolar: retos para la Enseñanza y la Formación del Profesor” (*Unión*, 6, 2006). Sin llegar a esos grandes retos, indicamos algunas tareas sencillas, que se podrían hacer para cambiar la situación de las gráficas en la enseñanza. Especialmente preocupante es la formación del profesorado de educación primaria (Estrada, Batanero y Fortuny, 2004).

Una primera tarea es buscar secuencias para el aprendizaje de los distintos gráficos; describir cuáles son los más adecuados de acuerdo a la edad y al tipo de preguntas que se debe formular que permita una mejor comprensión (Espinel, 2000). Es aceptable comenzar por pictogramas en los que el niño se identifique (Socas y otros, 1996), pero ¿por qué aparecen tan pronto en el currículo los gráficos de sectores, si resultan de difícil construcción y, sabiendo que hay una dificultad de percepción gráfica de los ángulos?

La prensa, especialmente cuando los datos son sobre economía, como cambios en el paro y evolución del Euribor, entre otros, sigue mostrando información cuantitativa mediante gráficos. Una variación, creciente o decreciente, expresada en porcentaje, forma parte del lenguaje diario. Los gráficos longitudinales permiten comparar información, estudiar tendencias, diferencia o asociaciones. Por otro lado, los gráficos son internacionales, son un lenguaje universal.

Esta investigación ha sido financiada parcialmente por el *Proyecto de Investigación SEJ2006-10290* (Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, Programa del Plan Nacional de I+D+I).

### Referencias bibliográficas

- Aoyama, K., Stephens, M. (2003). Graph Interpretation Aspects of Statistical Literacy: A Japanese Perspective. *Mathematics Educations Research Journal*, 15, 3, 207-225.
- Batanero, C., Albert, A. Ben-Zvi, D., Burrill, G., Connor, D., Engel, J., Garfield, J., Hodgson, B., Li, J., Pereira-Mendoza, L., Ottaviani, M. G., Pfannkuch, M., Polaki, V. Rossman, A., Reading, C. (2006). *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Discussion Document*. Disponible en [http://www.ugr.es/~icmi/iase\\_study/](http://www.ugr.es/~icmi/iase_study/)
- Bruno, A., Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática VII*, 57-85.
- Bruno, A., Espinel, M. C. (2009). Construction and evaluation of histograms teacher training. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*.
- Bujanda, M.P. (1993-95). *Matemáticas*. Madrid: SM.
- Carrera, C., del Castro, C., Gutiérrez, J., Méndez, R., Pérez, M. C. (1988). *Trabajos prácticos de geografía humana*. Madrid: Síntesis.
- Carrión, J.C.; Espinel, M.C. (2007). Análisis del tratamiento del proceso didáctico de las gráficas estadística en los libros de texto en la educación primaria. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, 8.
- Colera, J. (1998). *Matemáticas*. Madrid: Anaya
- Curcio, F. (1987). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18, 5, 382-393.
- Equipo Edebé (1996). *Matemáticas*. Barcelona: Edebé.
- Equipo Edelvives (1996). *Matemáticas*. Madrid: Edelvives
- Espinel, M. C. (2000). Gráficas estadísticas: perspectiva desde la educación matemática. *El Guiniguada*, 8/9, 445-464.

- Estrada, A., Batanero, C., Fortuny, J. M. (2004). Un estudio comparado de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 2, 263-274.
- Friel, S., Curcio, F., Bright, G. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 2, 124-158.
- Jones, G. A., Thornton, C. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., Wares, A., Perry, B. (2000). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 2, 269-307.
- Lindmeier, A. M., Kuntze, S., Reis, K. (2007). Representations of data and manipulations through reduction-competencies of German secondary student. *IASE / ISI Satélite*.
- Moore, D. (1998). *Estadística Aplicada Básica*. Barcelona: Antoni Bosch Editorial D.L.
- Murray, R. y Spiegel, P.D. (1970). *Estadística*. México: McGraw-Hill.
- Schild, M. (2006). Statistical literacy survey results: Reading graphs and tables of rates percentages. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. Cape Town: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. Disponible en: <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase>
- Shaughnessy, J.M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 957-1049). Greenwich, CT. NCTM.
- Socas, M., Noda, A., Espinel, M.C., González, M. D. (1996). *Lectura e interpretación de gráficas cartesianas y estadísticas*. Cuadernos de Aula. Gobierno de Canarias.
- Tufle, E. R. (1997). *The visual display of quantitative information*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Wainer, H. (2005). *Graphical Presentation of Longitudinal Data*. Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science. John Wiley & Sons, Ltf.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67, 3, 223-295.
- Wilkinson, L. (2006). Presentation Graphics. *International Encyclopedia of Social & Behavioral Sciences*.