

# Complejidad semiótica y nivel de lectura de gráficos estadísticos en libros de texto de la educación primaria en Costa Rica

## Semiotic complexity and reading levels of statistical graphs in Costa Rica primary school textbooks

Maynor Jiménez-Castro<sup>1</sup> y Pedro Arteaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Costa Rica, <sup>2</sup>Universidad de Granada

### Resumen

Se describen los principales resultados del análisis sobre el uso de gráficos estadísticos en el currículo y los libros de texto más utilizados en la educación primaria en Costa Rica, tomando en cuenta los aportes de investigaciones previas en lo referente a nivel de lectura y complejidad semiótica. El estudio se fundamenta en el Enfoque Ontosemiótico y la metodología cualitativa de análisis de contenido, que sirven de base para establecer una valoración de la idoneidad didáctica de los gráficos estadísticos en los libros texto utilizados en el currículo matemático costarricense.

**Palabras clave:** gráficos estadísticos, nivel de lectura, complejidad semiótica, libros de texto, educación primaria

### Abstract

We describe the main results which derived from an analysis of statistic graphs in the Costa Rican primary education curriculum and textbooks, by considering results obtained by previous research in Spain specifically the reading level and semiotic complexity. The research is based on the onto-semiotic approach and content analysis which is used to assess the didactical suitability for statistical graphs in the textbooks used in Costa Rican for teaching mathematics.

**Keywords:** Statistical graphs, reading level, semiotic complexity, textbooks, primary education.

## 1. Introducción

En este artículo se describe el estudio de los gráficos estadísticos incorporados en los libros de texto utilizados con más frecuencia en la educación primaria en Costa Rica. Se considera el enfoque Ontosemiótico como marco teórico que permite analizar este objeto matemático desde los significados institucionales y personales, teniendo en cuenta las orientaciones curriculares en Costa Rica, así como otros estudios realizados con relación al nivel de lectura y complejidad semiótica del gráfico estadístico dentro de los libros de texto de la educación primaria. Al final se incluyen los principales resultados del estudio, comparándolos con las orientaciones curriculares en Costa Rica y España, destacando las coincidencias y diferencias con resultados de otros estudios.

## 2. Antecedentes

Antes de la reforma educativa de la matemática implementada en Costa Rica en el año 2012, la educación estadística era incluida de manera superficial en el currículo matemático de secundaria y omitida de la educación primaria (M.E.P, 2012). Dada la importancia que revierte esta materia en la formación ciudadana en la actualidad, la nueva reforma educativa de matemática incluye la educación estadística desde la formación básica en primaria, siguiendo las recomendaciones internacionales emitidas

---

Jiménez-Castro, M. y Arteaga, P. (2019). Complejidad semiótica y nivel de lectura de gráficos estadísticos en libros de texto de la educación primaria en Costa Rica. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en [www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html](http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html)

en los Principios y Estándares para la Matemática Escolar del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2014, p. 4), en su apartado de Análisis de Datos y Probabilidad. Esta situación es similar en el sistema educativo español, donde se ha reconocido la importancia de la educación estadística desde edades tempranas en los estudiantes.

En este sentido, ha surgido la necesidad de formar la cultura estadística, pues muchas profesiones requieren de sus especialistas, conocimientos de las ideas estadísticas básicas y habilidades en el razonamiento crítico fundamentadas en la evidencia objetiva. Uno de estos conocimientos básicos es la comprensión gráfica, entendida como capacidad de lectura, interpretación y construcción de gráficos sencillos (Arteaga, Batanero, Cañadas y Contreras, 2011). Estos autores indican que los gráficos estadísticos constituyen uno de los medios más empleados para la presentación y el análisis de la información estadística. De ahí que la comprensión de gráficos estadísticos sea un componente fundamental en la cultura estadística. Cazorla (2002) señala que los gráficos son un instrumento potente para comunicar y resumir la información de los estudios estadísticos.

Watson (2006) resalta su importancia para facilitar algunos cálculos o interpretar algunos conceptos, como, por ejemplo, la correlación entre dos variables. Sugiere que en la enseñanza se deben proponer tareas en las que los alumnos construyan sus propios gráficos a partir de datos recogidos por ellos mismos. En Batanero (2000) se destaca la necesidad de que los alumnos adquieran destrezas en la lectura crítica de gráficos, ya que ésta es un componente básico para lograr la cultura estadística y una necesidad que demanda la sociedad tecnológica actual. En este sentido algunos autores (Curcio, 1987; Friel, Curcio y Bright, 2001; Shaughnessy, Garfield, Greer, 1996; Wainer, 1992), han considerado que la lectura e interpretación de un gráfico puede ser clasificada de acuerdo con los siguientes cuatro niveles:

- *Leer los datos*, lo cual se refiere a la capacidad específica de lectura literal del gráfico sin interpretar la información contenida en él, por lo que se refiere únicamente a los hechos explícitamente representados.
- *Leer entre los datos*, cuando se es capaz de comparar e interpretar valores de los datos, integrar los datos de un gráfico, buscar relaciones entre las cantidades y aplicar procedimientos matemáticos simples a los datos; de esta forma se logra una comprensión tanto la estructura básica del gráfico, como de las relaciones contempladas en él.
- *Leer más allá de los datos*, se refiere a la capacidad de realizar inferencias y proyecciones a partir de los datos; es decir, predecir e inferir sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico, por lo que se requiere conocer el contexto en que los datos se presentan.
- *Leer detrás de los datos*: este nivel fue agregado en Friel et al., (2001) y consiste en realizar una valoración crítica con respecto al método de recolección de datos, validez y fiabilidad, que permita justificar la confiabilidad de las conclusiones realizadas.

Adicionalmente, otros aspectos que pueden afectar la comprensión del gráfico, específicamente, la recolección, descripción y representación de datos para una adecuada obtención de conclusiones (Moore, 1991). Entre ellos destacamos la dispersión y la variación dentro de un conjunto de datos, el tipo de datos, el tamaño de

un conjunto de datos y la forma en que una representación proporciona la estructura para los datos (es decir, la complejidad del gráfico). Igualmente, se puede agregar el nivel de complejidad semiótica, el cual se puede establecer (Batanero, Arteaga y Ruiz, 2009) en los siguientes niveles:

- *Representa solo sus resultados individuales*: corresponde a la actividad semiótica de más bajo nivel, la cual consiste en representar solo uno de los datos individuales o de una de las variables que interviene en el evento en estudio, invisibilizando los demás datos y relaciones.
- *Representación de un conjunto de datos uno a uno*: en este nivel se representan todos los valores de las variables y es posible visualizar cierta variabilidad, sin llegar a percibir con claridad tendencias entre los datos. Es posible la “extracción de los datos”, pero no lo suficiente para llegar a la “extracción de tendencias”.
- *Producción de gráficos separados para cada distribución*: en este nivel se visualiza un dominio de los conceptos de variable, frecuencia y distribución, lo que permite representar agrupamientos de datos por categoría de acuerdo con la variable y realizar frecuencias, estableciendo la relación proporcional entre estas dos dentro del gráfico. De esta manera, podrían visualizarse relaciones entre los datos a partir de las medidas de posición central (moda, media y mediana) en gráficos de barras horizontales y verticales, así como polígonos de frecuencias. De igual forma, podría omitirse aspectos de la forma del gráfico, como lo pueden ser etiquetas de los ejes o título del gráfico.
- *Representación de dos distribuciones sobre un mismo gráfico*: este es el más alto nivel de complejidad semiótica establecido para un gráfico (Arteaga, 2009; Batanero et al., 2009). Este nivel contempla la posibilidad de la representación de distribuciones con dos escalas dentro de un mismo gráfico. Para esto, es posible que se utilicen los diagramas de barras adosados.

### 3. Metodología

Esta investigación responde a un estudio cualitativo, exploratorio y descriptivo, pues como menciona Sampieri et al. (2010), el tema que se aborda no ha sido estudiado en el contexto de la educación costarricense. Para este estudio, se ha seguido la metodología cualitativa de análisis de contenido, la cual, (Hoslti, 1969) la define como, “una técnica de investigación para formular inferencias identificando de manera sistemática y objetiva ciertas características específicas dentro de un texto”. Se han analizado las orientaciones curriculares referentes a la educación sobre el uso de los gráficos estadísticos en Costa Rica, y dos series de libros de primer a sexto grado de las editoriales que se utilizan con mayor frecuencia en Costa Rica, las cuales son, Asociación Libros para Todos (AL) y Editorial Santillana (S). La muestra de editoriales corresponde a las más difundidas en las escuelas del país. En total se analizaron 167 unidades de registro en donde se encontraron gráficos estadísticos y para los cuales se analizó el nivel de complejidad semiótico (Arteaga, 2011; Batanero et al., 2009). Adicionalmente, para cada gráfico se realizó un análisis de las 398 actividades propuestas, que fueron estudiadas considerando el nivel de lectura del gráfico. Dichos estudios se realizaron contemplando la editorial y nivel educativo como variables independientes.

## 4. Resultados

### 4.1. Complejidad semiótica de los gráficos

Esta variable se valora de acuerdo con la clasificación propuesta por Batanero, Arteaga y Ruiz (2010), tomando en cuenta los siguientes niveles:

*N1. Representa solo sus resultados individuales:* corresponde a la actividad semiótica de más bajo nivel, que consiste en representar solo datos aislados, olvidando el resto. No se han encontrado actividades en este nivel.

*N2. Representación de un conjunto de datos uno a uno:* en este nivel de complejidad no se forma la distribución de datos. Es posible la “extracción de datos” al visualizarse todos los valores de las variables, pero no lo suficiente para llegar a la “extracción de tendencias”. Un ejemplo se muestra en la Figura 1 donde se representa un listado de datos sin formar su distribución de frecuencias.

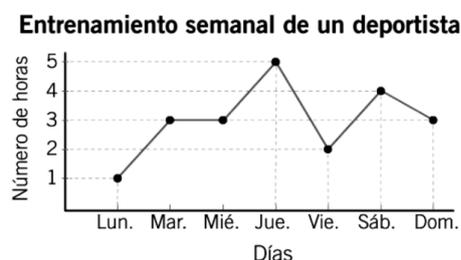


Figura 1. Ejemplo de complejidad semiótica de nivel 2 (AL4, p. 278)

*N3. Representación de una única distribución de frecuencias:* en este nivel de complejidad semiótica, se resume una sola distribución de datos, lo que permite identificar medidas de tendencia central como moda y mediana. Un ejemplo de este tipo de complejidad semiótica se puede observar en la Figura 2.



Figura 2. Ejemplo de complejidad semiótica 3 (AL5, p. 146)

*N4. Representación de dos distribuciones sobre un mismo gráfico:* este es el más alto nivel de complejidad semiótica establecido para un gráfico (Arteaga, 2011; Batanero et al., 2009). Un ejemplo de este nivel de complejidad se muestra en la Figura 3, en la que se visualizan dos series de datos que representan los pasatiempos preferidos de niños y adultos.



Figura 3. Ejemplo de complejidad semiótica 4 (S6, p. 263)

Como se puede observar en la Tabla 1, la mayoría de los gráficos corresponden al nivel 3, “representación de una distribución”, siguiendo los niveles 2 y 4, proponiendo la editorial S comparativamente más gráficos de nivel N2. Los datos generales coinciden con los resultados de Díaz-Levicoy, Batanero, Arteaga, y Gea (2016) donde el nivel 3 se encuentra en el 58,6% en los textos españoles y 66,1% en los chilenos. El segundo nivel semiótico más frecuente planteado en el estudio español fue el nivel 4 (22,3%) que sólo representa el 8,4% de gráficos en Costa Rica, mientras el nivel 2 aparece con 24,0% y 27% respectivamente en España y Chile.

La Tabla 2, muestra el incremento del nivel de complejidad de los gráficos conforme se avanza en el nivel escolar. En el primer año solo se encontraron actividades del nivel 2, mientras que en sexto año se encontraron actividades de todos los niveles de complejidad. De 2° al 5° grado predominan las actividades del nivel 3 y solo en el 6° año las de nivel 4. En el estudio de Díaz-Levicoy et al. (2016), encontramos en los textos españoles actividades de nivel de complejidad semiótica de nivel 4 a partir del segundo curso, predominando este nivel en el quinto y sexto curso. Por el contrario, al igual que en Costa Rica, estos gráficos fueron poco frecuentes en los textos chilenos donde este nivel de complejidad sólo aparece en los cursos quinto y sexto.

Tabla 1. Frecuencia y porcentaje de gráficos por nivel de complejidad y editorial

Nivel Complejidad	Editorial			
	AL		S	
	N	%	N	%
N2	6	10,7	34	30,6
N3	44	78,6	69	62,2
N4	6	10,7	8	7,2
Total	56	100	111	100

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de gráficos por nivel de complejidad y año escolar

Nivel de Complejidad	Año Escolar											
	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
N2	8	100	14	31,8			6	18,2	4	14,3	8	28,6
N3			30	68,2	26	100	25	75,8	24	85,7	8	28,6
N4							2	6,1			12	42,9
Total	8	100	44	100	26	100	33	100	28	100	28	100

## 4.2. Nivel de lectura de los gráficos

Como se ha descrito anteriormente, el estudio de este aspecto se fundamenta en la clasificación realizada por Curcio (1987) y Shaughnessy, Garfield y Greer (1996), asumida por Friel, Curcio y Bright (2001) donde se consideran cuatro niveles de lectura en un gráfico estadístico:

*N1. Leer los datos:* Este nivel la actividad se concentra en responder preguntas sobre la frecuencia de un valor de una variable (o el valor al que corresponde una frecuencia), sin llegar a establecer otras conexiones ni a realizar otros cálculos con los datos. Un ejemplo se muestra en la Figura 4, donde se pide completar un gráfico de barras para representar la frecuencia de una serie de objetos (previamente clasificados) que se muestran en una imagen.

*N2. Leer dentro de los datos:* este nivel se presenta cuando se deben realizar comparaciones u operaciones con los datos obtenidos de un gráfico para resolver la actividad. Involucra identificar relaciones entre los datos, como ocurre en las preguntas a y c de la actividad presentada en la Figura 5. En la primera de ellas se pide determinar la tendencia creciente o decreciente de la gráfica, lo que requiere la comparación de los datos en diferentes años, mientras que en la segunda deben compararse las dos gráficas entre sí.

*N3. Leer más allá de los datos:* Este nivel de lectura se logra en actividades donde se pide obtener datos no representados explícitamente dentro del gráfico, es decir, interpolar o extrapolar un dato en el gráfico. Así en la Figura 5 la pregunta *f* corresponde a este nivel de lectura, pues dependiendo del año de nacimiento el estudiante ha de localizar este dato en la gráfica y posiblemente si el año no es múltiplo de 10 debe localizarlo en el eje X para luego identificar la esperanza de vida que corresponde a dicho año.

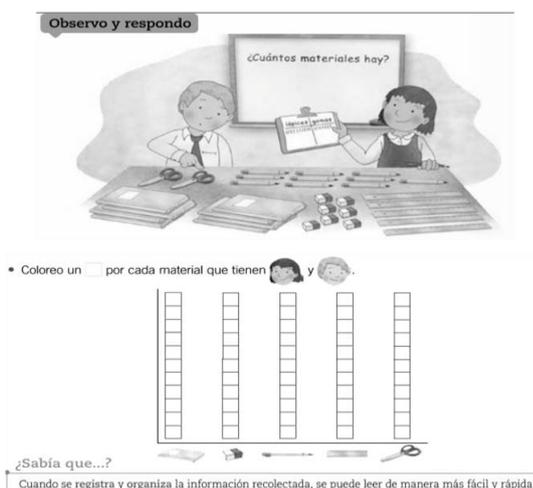


Figura 4. Ejemplo de nivel de lectura N1 “leer los datos” (S1, p. 298)

*N4. Leer detrás de los datos.* Consiste en realizar una valoración crítica con respecto al método de recolección de datos, validez y fiabilidad, que permita justificar las conclusiones realizadas. Si bien este nivel de lectura no es común en la educación primaria, lo consideramos en actividades como la presentada en la pregunta *d* de la Figura 5, donde se pide al estudiante que piense en algunas razones del aumento de la esperanza de vida.

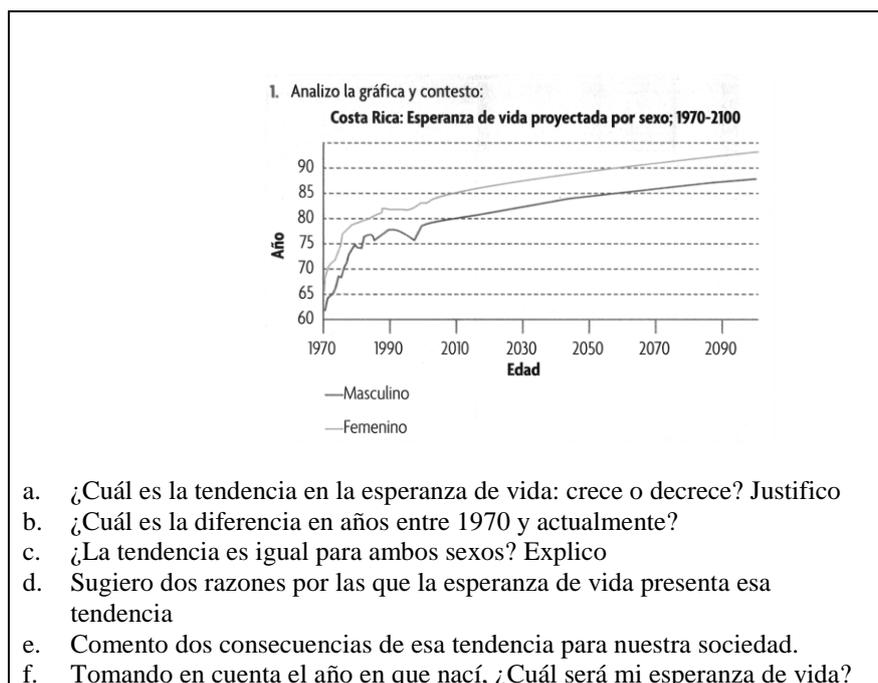


Figura 5. Ejemplo de nivel de lectura “leer más allá de los datos” (AL5 p. 166)

Tabla 3. Nivel de lectura y frecuencia en los libros de texto analizados

Nivel de lectura	Editorial			
	AL		S	
	N	%	N	%
N1	40	27,2	86	34,3
N2	80	54,4	116	46,2
N3	13	8,8	34	13,5
N4	14	9,5	15	6,0
Total	147	100	251	100

En esta variable (Tabla 3), ambas editoriales, evidencian un interés en promover una lectura sencilla de los datos en un gráfico, al proponer actividades de los niveles de lectura N1 “Leer los datos” (27,2% y 34,3%) y N2 “Leer dentro de los datos” (54,4% y 46,2%) principalmente. Esta misma situación se presenta en el estudio realizado por Díaz-Levicoy et al. (2016), donde resulta más frecuente el tipo de lectura N2 de “leer dentro de los datos” tanto en Chile como en España; sin embargo, el porcentaje acumulado en los niveles N3 y N4 representan en Costa Rica un 19,5%, mientras que en España y Chile solo el 6,1% y el 7,4% respectivamente.

La Tabla 4 muestra como el nivel de lectura se va incrementando conforme se avanza en el nivel escolar. Se inicia con niveles 1 y 2 en primer año y se incorporan los niveles 3 y 4 paulatinamente desde el segundo al sexto curso. Esta situación contrasta con lo reflejado en el estudio descrito por Díaz-Levicoy et al. (2016), donde los libros españoles y chilenos se mantienen en el nivel de lectura 1 en los dos primeros cursos y sube a partir del tercero (Chile) o cuarto curso (España). En Costa Rica, los niveles de lectura 3 y 4 aparecen significativamente a partir del segundo año y se incrementa su frecuencia hasta el sexto año. En el contexto español, el máximo nivel de lectura solo se

presenta en el quinto curso, en cambio en el contexto chileno, se incorpora de manera sostenida desde el cuarto grado, coincidiendo con las recomendaciones dadas en NCTM (2000) de promover la realización de inferencias y la obtención de predicciones a partir de los datos analizados.

Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de gráficos por nivel de lectura y año escolar

Nivel de Lectura	Año Escolar											
	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
N1	21	65,6	33	37,5	28	50,9	21	25,9	12	17,6	11	14,9
N2	10	31,3	41	46,6	22	40	39	48,1	39	57,4	45	60,8
N3	1	3,1	7	8	4	7,3	16	19,8	12	17,6	7	9,5
N4			7	8	1	1,8	5	6,2	5	7,4	11	14,9
Total	32	100	88	100	55	100	81	100	68	100	74	100

## 5. Conclusiones

Como se ha descrito, el estudio sobre los gráficos estadísticos en los libros de texto en la educación primaria en Costa Rica, se aborda a través del grado escolar y el editorial como variables independientes, considerando los aspectos de nivel de lectura y complejidad semiótica del gráfico, en el cual se desarrolla la actividad donde se incluye el gráfico. El estudio se realizó mediante el análisis de contenido, revisando 167 unidades de registro que incluían gráficos estadísticos y 398 actividades asociadas a ellos, distribuidas en dos series de libros de texto, cada una con seis niveles educativos.

Las dos series de libros de Asociación Libros para Todos y Santillana, concentran sus actividades donde se requiere un nivel 2 de lectura; es decir “leer dentro de los datos”, pero también de los niveles 1 y 3, lo que coincide con estimular el análisis e interpretación de la información que comunican los datos, propuesto en las orientaciones curriculares.

El hecho de que los libros de texto analizados en Costa Rica, le brinden un espacio considerable a las actividades de nivel 3 de “leer más allá de los datos” (13,5%), también refleja una diferencia importante con respecto a los resultados españoles obtenidos en (Díaz-Levicoy et al., 2016), donde este nivel de lectura es muy poco explotado en los libros de texto analizados.

Con respecto al nivel de complejidad semiótica de un gráfico, los resultados establecen con claridad que el nivel 3 de “representación de una distribución de datos” es la actividad más frecuente en las series de libros analizadas, lo que también coincide con los estudios en (Díaz-Levicoy et al., 2016). De igual forma, se concluye que el nivel semiótico de los gráficos avanza en complejidad conforme se progresa en los años escolares; siendo el nivel 2 el que predomina en el primer año, pero el nivel 3, el más frecuente de segundo al quinto año. Por su parte, el sexto año escolar, es el que presenta una distribución más homogénea de actividades con niveles de complejidad semiótica, pero con un predominio del nivel 4.

**Agradecimiento:** Proyecto EDU2016-74848-P (AEI, FEDER).

### Anexo: Textos usados en el análisis

- AL1. Calderón, Y. (Ed.). (2017). *Matemática 1*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- AL2. Calderón, Y. (Ed.). (2017). *Matemática 2*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- AL3. Calderón, Y. (Ed.) (2017). *Matemática 3*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- AL4. Calderón, Y. (Ed.) (2017). *Matemática 4*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- AL5. Calderón, Y. (Ed.) (2017). *Matemática 5*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- AL6. Calderón, Y. (Ed.) (2017). *Matemática 6*. San José, Costa Rica: Asociación Libros para Todos.
- S1. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 1*. San José, Costa Rica: Santillana.
- S2. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 2*. San José, Costa Rica: Santillana.
- S3. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 3*. San José, Costa Rica: Santillana.
- S4. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 4*. San José, Costa Rica: Santillana.
- S5. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 5*. San José, Costa Rica: Santillana.
- S6. Equipo Santillana. (2016). *Matemática 6*. San José, Costa Rica: Santillana.

### Referencias

- Arteaga, P. (2009). *Análisis de gráficos estadísticos elaborados en un proyecto de análisis de datos*. Tesis de Máster. Universidad de Granada.
- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, J. M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números*, 76, 55-67.
- Batanero, C. (2000). ¿Hacia dónde va la educación estadística? *BLAIX 15*, 2-13.
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (2009). Análisis de la complejidad semiótica de los gráficos producidos por futuros profesores de educación primaria en una tarea de comparación de dos variables estadísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 141-154.
- Cazorla, I. (2002). *A relação entre as habilidades viso-pictóricas eo 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(5), 382-393.
- Curcio, F. R. (1991). *Developing graph comprehension : elementary and middle school activities*. Reston, VA: NCTM.
- Díaz-Levicoy, D., Batanero, C., Arteaga, P. y Gea, M. M. (2016). Gráficos estadísticos en libros de texto de Educación Primaria: un estudio comparativo entre España y Chile. *Bolema. Boletim de Educação Matemática*, 30(55), 713-737.
- 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(2), 124-158.
- Hoslti, O. (1969). *Content analysis for the social sciences and humanities*. New York: Addison-Wesley.
- M.E.P. (2012). *Programa de estudio matemáticas, I, II y III ciclos de la educación general básica y ciclo diversificado*. San José, Costa Rica: Ministerio de Educación Pública.

- NCTM (2014). *Executive summary: Principles for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGrawHill.
- Shaughnessy, J. M., Garfield, J. y Greer, B. (1996). Data handling. En A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 205-237). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher*, 21(1), 14–23. <https://doi.org/10.3102/0013189X021001014>.
- Watson, J. (2006). *Statistical literacy at school: growth and goals*. New York: Erlbaum.