

INTERPRETACIÓN CRÍTICA DE LA ALFABETIZACIÓN ESTADÍSTICA EN FUTUROS PROFESORES A PARTIR DE GRÁFICOS ESTADÍSTICOS ELEMENTALES

José Miguel Contreras García, Elena Molina Portillo, Juan Díaz Godino y Pedro Arteaga Cezón
jmcontreras@ugr.es, elemo@ugr.es, jgodino@ugr.es, parteaga@ugr.es
Universidad de Granada, España

Núcleo temático: VII. Investigación en Educación Matemática.

Modalidad: CB

Nivel educativo: primaria, secundaria, bachillerato y universitario.

Palabras clave: cultura estadística, statistical literacy, formación de profesores, gráficos

Resumen

La formación de profesores para enseñar estadística en educación primaria debe estar orientada a capacitarlos para que desarrollen la cultura estadística en los alumnos de los primeros niveles educativos.

La interpretación de gráficos estadísticos forma parte de la “cultura estadística” (statistical literacy) que cualquier ciudadano debe tener para poder desenvolverse plenamente en la actual sociedad de la información. El logro de este objetivo implica que los profesores de matemáticas deben tener dicha cultura y, además, estar capacitados para desarrollarla en sus alumnos. Esto requiere que los programas de formación de maestros contemplen de manera adecuada, tanto el desarrollo de los conocimientos, destrezas y disposiciones que caracterizan la cultura estadística como los conocimientos y competencias didácticas para diseñar procesos de educación estadística idóneos.

En este trabajo evaluamos aspectos importantes de la cultura estadística en futuros profesores de educación primaria, como es la interpretación crítica de las informaciones estadísticas dadas en los medios de comunicación mediante gráficos estadísticos elementales. Su aplicación al comienzo de su formación, ha permitido obtener información valiosa para los formadores al revelar el estado inicial de desarrollo de la mencionada cultura estadística, y servir de base para centrar la atención en puntos críticos del aprendizaje.

1. Introducción

Los gráficos son un elemento de gran importancia en la cultura o alfabetización estadística, al ser el tipo de resumen de la información más utilizado, ya que permite interpretar y evaluar críticamente la información estadística de forma visual. Por tanto, es necesario un conocimiento profundo de su problemática educativa, ya que un gráfico sesgado o mal construido provocará que la información no llegue de forma correcta al ciudadano que debe interpretar los datos estadísticos. Los gráficos de los medios de comunicación, por lo general, utilizan terminología técnica adecuada, pero también pueden contener elementos estadísticos ambiguos o erróneos, empleando

convenciones de comunicación de los resultados estadísticos que pueden llevar a una mala interpretación. Por tanto, se plantea la necesidad de que los profesores entiendan que la información estadística que aparece en los medios de comunicación puede estar sesgada, ya sea porque la validez de los mensajes, su naturaleza, la credibilidad de la información o las conclusiones que presentan no sean correctas, y que se debe promover acciones para facilitar la interpretación gráfica.

En este trabajo evaluamos aspectos importantes de la cultura estadística de futuros profesores de educación primaria, como es la interpretación crítica de las informaciones estadísticas dadas en los medios de comunicación mediante gráficos estadísticos elementales. La aplicación de un cuestionario a una muestra de estudiantes, al comienzo de su formación, nos ha permitido obtener información valiosa para los formadores al revelar el estado inicial de desarrollo de la mencionada cultura estadística, y servir de base para centrar la atención en puntos críticos del aprendizaje.

2. Marco teórico

Diversos autores han descrito los aspectos que se deben incluir en la noción de “cultura estadística” o “alfabetización estadística” (Wallman, 1993, Batanero, 2002). Para nuestro trabajo adoptaremos la descripción desarrollada por Gal (2002), con algunas adaptaciones, referida a los conocimientos estadísticos y disposiciones hacia el uso de la estadística que se espera tengan los adultos que viven en las sociedades industrializadas. En una primera aproximación Gal (2002) distingue dos componentes interrelacionados:

“(a) la habilidad de las personas para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos basados en datos, o los fenómenos estocásticos, que pueden encontrar en diversos contextos, y cuando sea relevante (b) su habilidad para discutir o comunicar sus reacciones a la información estadística, tales como su comprensión del significado de la información, sus opiniones sobre las implicaciones de esta información, o sus preocupaciones relativas a la aceptabilidad de las conclusiones dadas” (Gal, 2002, pp. 2-3).

Estas capacidades y conductas están fundadas en varias bases de conocimientos relacionados entre sí y disposiciones que se resumen en la Tabla 1. En dicha tabla sintetizamos la propuesta de Gal (2002), aunque también la interpretamos y completamos en algunos aspectos. Para el componente del contexto nos parece útil tener en cuenta la clasificación usada en los informes PISA, donde se distinguen los contextos, personal, profesional, social y científico; y para los elementos de

disposición y evaluación crítica de las informaciones estadísticas los incluimos como parte de la dimensión afectiva. En la dimensión afectiva, de acuerdo al modelo tetraédrico que proponen DeBelis y Goldin (2006) distinguimos cuatro tipos de entidades afectivas: actitudes, emociones, creencias y valores (p. 135), descritas según se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Componentes de la cultura estadística (síntesis de Gal, 2002, con adaptaciones)

<i>DIMENSIÓN COGNITIVA</i>	<i>DIMENSIÓN AFECTIVA</i>
Lengua natural (literacy skills): Destrezas sobre la lengua natural, procesamiento textual, tabular y gráfico	Actitudes: Orientaciones o predisposiciones hacia ciertos patrones de conducta. (Adoptar una posición de cuestionamiento hacia mensajes cuantitativos que pueden inducir a error, ser sesgados o incompletos; evaluación crítica de gráficos)
Estadística: 1. Conocer por qué se necesitan los datos y cómo se obtienen 2. Familiaridad con los términos e ideas básicas sobre la estadística descriptiva; 3. Familiaridad con las visualizaciones gráficas, tabulares y su interpretación (competencia gráfica). 4. Comprensión de nociones básicas de probabilidad 5. Conocer cómo se obtienen las conclusiones e inferencias estadísticas	Emociones: Estados rápidamente cambiantes de sentimientos experimentados de manera consciente o que ocurren de manera preconsciente o inconsciente ante determinadas situaciones.
Matemáticas: 1. Números y operaciones 2. Proporcionalidad 3. Geometría 4. Álgebra 5. Funciones	Valores: Se refieren a ‘verdades personales’ o compromisos profundamente apreciados por los individuos, incluyendo componentes éticos y morales. Ayudan a motivar elecciones a largo plazo o a establecer prioridades a corto plazo.
Contextos: 1) Personal 2) Profesional 3) Social 4) Científico	Creencias: Ideas u opiniones individuales sobre un tema, o dominio, sobre uno mismo, o un contexto social; implican la atribución de algún tipo de verdad o validez externa al sistema de proposiciones u otras configuraciones cognitivas.

El problema que se aborda en esta investigación consiste en describir el estado inicial de un aspecto importante de la “cultura estadística” de los estudiantes que inician los estudios de magisterio, como es la capacidad de interpretación crítica de gráficos estadísticos elementales usados en los medios de comunicación. Usaremos el modelo de cultura estadística de la Tabla 1 como guía para la selección y análisis de las tareas que incluimos en el cuestionario.

3. Antecedentes

Las escasas investigaciones centradas en la comprensión gráfica de los profesores se resumen en su mayoría en González, Espinel y Ainley (2011) y Arteaga, Batanero, Contreras y Cañadas

(2012). Entre ellos destacamos el de Bruno y Espinel (2005) que analizan la construcción de gráficos por futuros profesores a partir de una lista de datos. Los errores cometidos incluyen intervalos mal representados, omisión de intervalos de frecuencia nula, o uso de rectángulos no adosados en variables continuas. En el polígono de frecuencias, no unen las marcas de clase, omiten el intervalo de frecuencia nula o confunden la frecuencia y el valor de la variable. Espinel (2007) evalúa la interpretación de gráficos en futuros profesores, comparando los resultados con los de estudiantes universitarios americanos con un mismo cuestionario, convenientemente traducido. Encontró mayor dificultad en los futuros profesores, sobre todo al predecir la forma de un gráfico a partir de la descripción verbal de variables conocidas o al leer los histogramas. Todos estos errores se reproducen en los estudios de Arteaga y Batanero (2010) y Arteaga, Batanero, Contreras y Cañadas (2016).

Monteiro y Ainley (2007) estudian 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. Indican que la dificultad es debida a que la interpretación de gráficos moviliza conocimientos y sentimientos que inciden en su comprensión.

4. Metodología

El instrumento para la recogida de datos está constituido por un conjunto de 8 tareas, cada una de las cuales está formada por ítems que evalúan aspectos de la cultura estadística relacionada con la interpretación de gráficos estadísticos elementales (diagramas de barras, líneas y de sectores). Un ejemplo de tarea relativa al gráfico de líneas se muestra en la Figura 1, junto con las consignas de interpretación requeridas.

Los apartados 1, 6, 7 y 8 ponen en juego conocimientos estadísticos básicos sobre gráficos estadísticos; el apartado 2 evalúa el conocimiento del contexto y la competencia de expresión verbal; los apartados 3, 4 y 5 el nivel alcanzado en la lectura crítica de los gráficos de acuerdo a Curcio (1989) Friel, Curcio y Bright (2001) y conocimientos estadísticos básicos. En concreto las preguntas 4 y 5 requieren el nivel de lectura detrás de los datos y el resto de las preguntas al menos el nivel de leer dentro de los datos.

Cada tarea hace referencia a un tipo de gráfico simple creado de forma incorrecta por algún medio de comunicación. Se incluye un gráfico de dos barras adosadas, un gráfico, dos gráficos de líneas, dos diagramas de barras simple, un gráfico de áreas y un pictograma. En el conjunto de tareas se consideran un total de 56 ítems.

TAREA 3: Hipotecas constituidas. Gráfico de líneas

Sobre la información dada en el gráfico adjunto responde a las siguientes cuestiones:

- 1) Haz un resumen de la noticia indicando los datos representados en los ejes y las relaciones que se establecen entre los mismos.
- 2) Explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico.
- 3) Indica si se observa alguna tendencia en la serie de datos. Justifica la respuesta
- 4) Indica cuál es la fuente de procedencia de los datos, cómo se han recogido y si consideras que la información es fiable.
- 5) ¿Es un gráfico correcto para explicar la información? Justifica la respuesta
- 6) Representa la información usando una tabla
- 7) Representa la información usando un gráfico diferente que consideres apropiado. Justifica la elección.
- 8) Indica de que otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

Año	Número de Hipotecas Constituidas
2007	1.238.490
2008	1.027.538
2009	802.538
2010	602.538
2011	499.703
2012	402.954
2013	411.331
2014	424.000

HIPOTECAS CONSTITUIDAS

DL BARCELONA: Busqueta amplia su contrato un año más con el Barça, 1

Fig. 1. Ejemplo de tarea

Se han definido seis subescalas, sumando para las ocho tareas la puntuación en cada uno de los ítems considerados en las mismas:

1. Resumen (Ítem 1 de cada tarea): El alumno ha de resumir la noticia indicando los datos representados en los ejes y las relaciones que se establecen entre los mismos. Esta subescala se obtiene sumando las puntuaciones en todas las tareas en la primera pregunta.
2. Interés (Suma de las respuestas el Ítem 2 en cada tarea): El alumno ha de explicar el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico.
3. Tendencia (Suma de las respuestas el Ítem 3 en cada tarea): El alumno ha de justificar si observa alguna tendencia en la serie de datos.
4. Procedencia (Suma de las respuestas el Ítem 4 en cada tarea): El alumno ha de indicar cuál es la fuente de procedencia de los datos, cómo se han recogido y si considera que la información es fiable.
5. Gráfico correcto (Suma de las respuestas el Ítem 5 en cada tarea): El alumno ha de indicar si es un gráfico correcto para explicar la información justificando su decisión.
6. Tabla (Suma de las respuestas el Ítem 6 en cada tarea): El alumno ha de representar la información usando una tabla.
7. Otro gráfico (Suma de las respuestas el Ítem 7 en cada tarea): El alumno ha de representar la información usando otra gráfica.

8. Otra forma (Suma de las respuestas el Ítem 8 en cada tarea): El alumno ha de indicar de qué otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

La población de interés en esta investigación son futuros profesores españoles del Grado en Maestro en Educación Primaria. El cuestionario ha sido aplicado en forma piloto a un grupo de 45 estudiantes de la asignatura “Diseño y desarrollo del currículo de matemáticas en educación primaria”, que se imparte en el tercer curso del Grado de Primaria de la universidad de Granada. Estos estudiantes han cursado dos asignaturas previas relacionadas con la matemática y su didáctica, en las cuáles han estudiado los gráficos estadísticos considerados en el trabajo, aunque el tiempo dedicado a ello ha sido una o dos semanas por curso.

5. Resultados

Se ha realizado un estudio descriptivo de las respuestas de los alumnos para los diferentes ítems, clasificado los resultados en función de si la respuesta es correcta, parcialmente correcta o incorrecta (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de tipos de respuestas a los ítems

ITEM	Incorrecto	Par. correcto	Correcto	ITEM	Incorrecto	Par. correcto	Correcto
1.1	5 (11,1)	7 (15,6)	33 (73,3)	5.1	37 (82,2)	3 (6,7)	5 (11,1)
1.2	5 (11,1)	25 (55,6)	15 (33,3)	5.2	42 (93,3)	2 (4,4)	1 (2,2)
1.3	13 (28,9)	18 (40,0)	14 (31,1)	5.3	40 (88,9)	2 (4,4)	3 (6,7)
1.4	5 (11,1)	14 (31,1)	26 (57,8)	5.4	41 (91,1)	3 (6,7)	1 (2,2)
1.5	3 (6,7)	38 (84,4)	4 (8,9)	5.5	40 (88,9)	1 (2,2)	4 (8,9)
1.6	1 (2,2)	0 (0)	44 (97,8)	5.6	44 (97,8)	0 (0)	1 (2,2)
1.7	13 (28,9)	12 (26,7)	20 (44,4)	5.7	37 (82,2)	3 (6,7)	5 (11,1)
1.8	17 (37,8)	12 (26,7)	16 (35,6)				
2.1	24 (53,3)	12 (26,7)	9 (20,0)	6.1	6 (13,3)	1 (16)	23 (51,1)
2.2	20 (44,4)	18 (40,0)	7 (15,6)	6.2	9 (20,0)	20 (44,4)	16 (35,6)
2.3	28 (62,2)	12 (26,7)	5 (11,1)	6.3	14 (31,1)	22 (48,9)	9 (20,0)
2.4	9 (20,0)	24 (53,3)	12 (26,7)	6.4	9 (20,0)	31 (68,9)	5 (11,1)
2.5	4 (8,9)	35 (77,8)	6 (13,3)	6.5	4 (8,9)	3 (6,7)	38 (84,4)
2.6	5 (11,1)	4 (8,9)	36 (80,0)	6.6	15 (33,3)	13 (28,9)	17 (37,8)
2.7	10 (22,2)	4 (8,9)	31 (68,9)				
2.8	29 (64,4)	5 (11,1)	11 (24,4)				
3.1	21 (46,7)	10 (22,2)	14 (31,1)	7.1	6 (13,3)	1 (16)	23 (51,1)
3.2	21 (46,7)	11 (24,4)	13 (28,9)	7.2	9 (20,0)	20 (44,4)	16 (35,6)
3.3	27 (60,0)	9 (20,0)	9 (20,0)	7.3	14 (31,1)	22 (48,9)	9 (20,0)
3.4	23 (51,1)	10 (22,2)	12 (26,7)	7.4	9 (20,0)	31 (68,9)	5 (11,1)
3.5	26 (57,8)	17 (37,8)	2 (4,4)	7.5	4 (8,9)	3 (6,7)	38 (84,4)
3.6	24 (53,3)	4 (8,9)	17 (37,8)	7.6	15 (33,3)	13 (28,9)	17 (37,8)
3.7	36 (80,0)	2 (4,4)	7 (15,6)				

4.1	29 (64,4)	10 (22,2)	6 (13,3)	8.1	10 (22,2)	9 (20,0)	26 (57,8)
4.2	30 (66,7)	9 (20,0)	6 (13,3)	8.2	12 (26,7)	14 (31,1)	19 (42,2)
4.3	33 (73,3)	10 (22,2)	2 (4,4)	8.3	12 (26,7)	23 (51,1)	10 (22,2)
4.4	33 (73,3)	12 (26,7)	0 (0)	8.4	15 (33,3)	13 (28,9)	17 (37,8)
4.5	33 (73,3)	2 (4,4)	10 (22,2)	8.5	29 (64,4)	9 (20,0)	7 (15,6)
4.6	35 (77,8)	2 (4,4)	8 (17,8)				

Como se observa en la Tabla 2, los resultados indican la problemática que representa los gráficos simples en los futuros profesores. Entre ellos destacan los gráficos 3 (Diagrama de líneas), 4 (Diagrama de barras) y 5 (Diagrama de líneas) donde los porcentajes de ítem correctos no llegan al 30% (excepto en el ítem 3.1 y 3.6 que apenas lo superan). De las categorías, los resultados muestran que los futuros profesores no saben resumir correctamente los gráficos (solo cuatro de los ocho, pero con porcentajes muy bajos de respuestas correctas, excepto el 1.1 que fue resuelto correctamente por el 73,3%). Destacan los resultados sobre tendencia, procedencia e interés, cuyos valores indican la poca actitud crítica, e interpretación del contexto, de los futuros profesores. Los mejores resultados se alcanzan en los ítems relacionados con la transnumeración, paso de gráfico a tabla y a otro gráfico, aunque mayoritariamente el gráfico usado era otro gráfico simple.

6. Interpretación

Aunque los resultados son provisionales, al tratarse de una muestra piloto, son descorazonadores al mostrar la escasa comprensión gráfica de los estudiantes participantes en el estudio. En nuestro caso, como en el estudio de Monteiro y Ainley (2007) se pide a los profesores interpretar gráficos tomados de la prensa diaria. Al igual que dichos autores, nuestros resultados apuntan a que los participantes no alcanzan suficiente conocimiento matemático o competencia gráfica para llevar a cabo dicha lectura.

Son un poco mejores los resultados de traducir el gráfico a una tabla o a otro gráfico, en particular en aquellos estudiantes que son capaces de hacer un resumen del gráfico y de describir su utilidad. Estos dos puntos no han sido tenidos en cuenta en la investigación previa, pero pensamos que son parte de la cultura estadística (Gal, 2002) que debe tener todo futuro profesor. Sería necesario

realizar este tipo de actividades en la formación de profesores, que pensamos, tienen para ello interés, al tratarse de la interpretación de información tomada de los medios de comunicación.

Estos resultados proporcionan información para los formadores de profesores sobre la necesidad de plantear intervenciones sistemáticas orientadas a mejorar la educación estadística de los futuros maestros.

Reconocimiento: Trabajo realizado en el marco del Proyecto EDU2016-74848-P (MEC), FCT-16-10974, FECYT – MINECO y Grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias bibliográficas

- Arteaga, P., y Batanero, C. (2010). Evaluación de errores de futuros profesores en la construcción de gráficos estadísticos. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, & T.A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 211-221). Lleida: SEIEM
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J.M. y Cañadas, G. (2012). Understanding statistical graphs: A research survey. *BEIO*, 28(3), 261-277.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19 (1), 15.40.
- Batanero, C. (2002). Los retos de la cultura estadística. *Jornadas interamericanas de enseñanza de la estadística*, 5-7.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemáticas*, VII, 57-85.
- Curcio, F. R. (1989). Comprehension of mathematical relationships expressed in graphs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), 382-393
- DeBellis, V. A., y Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: A representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131-147.
- Espinel, C. (2007). Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores. En M. Camacho, P. Flores y P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 99-119). La Laguna, España: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- 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. doi: 10.2307/749671
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70, 1, 1-51.
- González, M. T., Espinel, M. C. y Ainley, J. (2011). Teachers' graphical competence. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-*

Challenges for teaching and teacher education. A Joint ICMI/IASE Study (pp. 187-197). New York, Estados Unidos: Springer.

Monteiro, C. y Ainley, J. (2007). Investigating the interpretation of media graphs among student teachers. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(3), 187-207.

Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 1-8.