

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación



CULTURA ESTADÍSTICA Y COMPETENCIA GRÁFICA EN LA
FORMACIÓN DE FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Elena Molina Portillo

TESIS DOCTORAL

Departamento de Didáctica de la Matemática

Universidad de Granada

Granada, 2021

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Elena Molina Portillo
ISBN: 978-84-1306-960-9
URI: <http://hdl.handle.net/10481/69856>

El estudio se enmarca en el proyecto B-SEJ-063-UGR18 de I+D+I en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

A José Miguel, mi inspiración.

Índice

RESUMEN	1
PRESENTACIÓN	5
Compendio de publicaciones	6
Configuración del documento	8
Capítulo 1 .	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 Motivación	15
1.2 Normativa curricular	17
1.3 Gráficos estadísticos. Convenciones y tipologías de estudio	23
1.4 Objetivos de investigación	25
1.5 Hipótesis	27
Capítulo 2 .	
MARCO TEÓRICO.....	29
2.1 Alfabetización estadística	30
Estudio 1. Statistical literacy in the information society.	30
Introducción.....	30
La alfabetización estadística. Definiciones y modelos generales.....	32
Componentes de la alfabetización estadística	38
Reflexiones finales	48
2.2 Marco teórico.....	56
2.2.1 Modelo de alfabetización estadística propuesto por Gal	56
2.2.2 Marcos teóricos específicos	62
Capítulo 3 .	
METODOLOGÍA.....	66
1.1 Diseño del instrumento	67
3.1.1 Gráficos estadísticos considerados en el diseño	68

3.1.2	Pilotaje del instrumento	72
	Estudio 2. Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros	72
	Resumen	72
	Objetivos	72
	Marco teórico	73
	Metodología.....	75
	Resultados	77
	Conclusiones	79
3.1.3	Determinaciones sobre el instrumento final	81
3.2	Muestra	83
3.3	Implementación del cuestionario	85
3.4	Análisis	86
Capítulo 4 .		
	RESULTADOS	91
4.1	Cuestionario final.....	92
4.2	Compendio de publicaciones	95
	Estudio 3. Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística.	95
	Resumen	95
	Introducción.....	96
	Actitud crítica en la cultura estadística.....	98
	Metodología de la evaluación y muestra	100
	Resultados	108
	Conclusiones	114
	Estudio 4. Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística	120
	Resumen	120
	Introducción.....	121
	Fundamentos teóricos.....	122
	Antecedentes	124
	Metodología.....	127
	Resultados	135
	Conclusiones	140

Estudio 5. Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria	146
Resumen	146
Introducción.....	147
Destrezas lingüísticas en la alfabetización estadística	149
Método.....	150
Resultados	158
Conclusiones	162
Estudio 6. Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.	168
Resumen	168
Introducción.....	169
Antecedentes	170
Metodología.....	173
Resultados	180
Conclusiones	185
Estudio 7. Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.....	191
Resumen	191
Introducción.....	192
Antecedentes	195
Metodología.....	197
Resultados	203
Conclusiones	211
Estudio 8. Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros.....	217
Resumen	217
Introducción.....	218
Actitud crítica en la alfabetización estadística	220
Metodología.....	223
Resultados	231
Conclusiones	237

4.3 Resultados globales	242
Capítulo 5 .	
CONCLUSIONES	251
5.1 Principales resultados. Contribución a los objetivos específicos	251
5.2 Consecución del objetivo general	259
5.3 Conexión con el proyecto B-SEJ-063-UGR18.....	261
5.4 Principales aportaciones	262
5.5 Limitaciones y futuras líneas de investigación	263
BIBLIOGRAFÍA	265

RESUMEN

La gran cantidad de información disponible en cualquier ámbito de conocimiento promueve la utilización de la estadística con la finalidad, entre otras, de obtener una visión global pero simplificada del mensaje que entraña. Desde esta perspectiva, se considera el término *alfabetización estadística* como el conjunto de destrezas necesarias para desenvolverse con éxito en la actual sociedad de la información. La promoción de la estadística que se está realizando en las últimas décadas, ha propiciado la inclusión de esta de forma explícita en la mayoría de normativas curriculares de la educación obligatoria. Por tanto, cabría esperar que los ciudadanos que bajo dichas directrices curriculares hayan sido instruidos, cuenten con la alfabetización estadística necesaria para enfrentarse con éxito a situaciones cotidianas en las que intervenga la estadística y la información basada en datos. No obstante, desde el ámbito de didáctica de la estadística se alerta de que este propósito no está siendo alcanzado.

Por otra parte, para la representación de la información basada en datos destaca la representación mediante gráficos estadísticos debido, principalmente a su enorme capacidad de síntesis y transmisión de la información de una forma atractiva.

En este contexto, en el marco del proyecto de investigación B-SEJ-063-UGR18 de I+D+I en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 denominado *Desarrollo y transferencia de la cultura estadística en el ámbito de la educación obligatoria en Andalucía*, se plantea el objetivo general de la presente investigación de evaluar la alfabetización estadística de los encargados de transferir tal conocimiento en las aulas, mediante su evaluación en los gráficos estadísticos extraídos de los medios de comunicación, el cual queda así enunciado:

‘Objetivo General: Evaluar la alfabetización estadística, mediante su evaluación en los gráficos estadísticos extraídos de medios de comunicación, en los futuros profesores de Educación Primaria’

Para este fin, la presente Tesis Doctoral se organiza en la modalidad de compendio de publicaciones y se estructura en 5 capítulos.

En el primer capítulo, se expone el problema de investigación. En este apartado se presenta la motivación del tema de estudio, las normativas curriculares españolas vigentes que atañen a esta investigación, las convenciones y tipologías de estudio de los gráficos estadísticos utilizados y los objetivos generales, los objetivos específicos y las hipótesis del estudio. Cabe destacar que el objetivo general previamente presentado se concreta en dos objetivos específicos:

‘Objetivo específico 1. Construir y validar un cuestionario orientado a evaluar la competencia de interpretación de gráficos estadísticos y adecuarlo para los futuros profesores.’

‘Objetivo específico 2. Estudiar los elementos de la alfabetización estadística que urge fomentar en los futuros profesores de Educación Primaria.’

En el segundo capítulo, se detalla la fundamentación teórica del trabajo de investigación. En primer lugar, se hace una contextualización del término ‘alfabetización estadística’, el cual es el foco del primer estudio presentado en el compendio de publicaciones. Seguidamente, se concreta el marco teórico de alfabetización estadística que será el que sirva de base en la investigación, el marco teórico propuesto por Gal (2002). En esta línea, se incluye también una sección específica que sintetiza los diversos marcos teóricos que, conjuntamente con el marco de referencia descrito, han fundamentado los diferentes estudios de resultados orientados a concluir el segundo objetivo específico, contribuyendo a la consecución del objetivo general.

En el tercer capítulo se presenta la metodología del estudio. En ella se describen las fases de diseño del cuestionario, haciendo alusión explícita a la fase de pilotaje del instrumento que se presenta en una de las publicaciones que componen esta investigación, el estudio 2, y concluyendo con algunas determinaciones sobre el instrumento final. A continuación, se describe la muestra sobre la que se ha llevado a cabo la evaluación de la alfabetización estadística en los términos descritos previamente y se comentan detalles sobre la implementación del instrumento. Finalmente se concluye el apartado con la sección que expone de forma explícita y sintética los análisis llevados a cabo durante la investigación de forma sistemática.

En el cuarto capítulo se aportan los artículos del compendio que forman parte de los resultados de investigación. En concreto, son seis los artículos proporcionados en este apartado de los cuales uno ha sido publicado en la revista *Educación Matemática*, otro está aceptado para su publicación en la revista *PNA. Revista de Educación Matemática* y cuatro se encuentran en la fase de revisión de distintas revistas de investigación del área. Para concluir el apartado, se agrupan los principales resultados y se sintetizan, especialmente de forma gráfica, aportando nuevas informaciones respecto a la consecución del objetivo general o estudios detallados sobre ciertas variables consideradas en el estudio. Destaca como resultado general la baja alfabetización estadística de los futuros docentes de Educación Primaria si bien, el estudio en profundidad de las distintas componentes, muestran resultados buenos en ciertos aspectos.

En el quinto y último capítulo, se exponen las principales conclusiones. Estas se generan en base a los principales resultados de investigación, junto a su contribución a los objetivos específicos, concluyendo en cómo estos han contribuido a la consecución del objetivo general propuesto. Finalmente se realiza una breve reflexión sobre las principales aportaciones del trabajo junto a sus limitaciones y las líneas futuras de investigación que se plantean. Entre las principales aportaciones de la investigación se señala el diseño de la herramienta de recogida de información para la evaluación de la alfabetización estadística de los futuros profesores, la evaluación integral de la alfabetización estadística estudiada en cada una de sus componentes mediante el análisis de dicho cuestionario y el establecimiento de puntos fuertes y debilidades encontradas en base a la comparación coherente entre los resultados anteriores evaluados en la misma muestra.

PRESENTACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación constituye la Tesis Doctoral de Elena Molina Portillo para optar al grado de Doctora en el Programa de Doctorado de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

El estudio se enmarca en el proyecto B-SEJ-063-UGR18 de I+D+I en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 denominado *Desarrollo y transferencia de la cultura estadística en el ámbito de la educación obligatoria en Andalucía*, cuyo objetivo principal es evaluar y crear herramientas para fomentar la cultura estadística de los estudiantes andaluces de primaria y secundaria obligatoria. En esta línea de investigación, uno de sus objetivos específicos comprende “Evaluar y desarrollar los conocimientos didáctico-matemáticos de los futuros profesores de educación primaria y secundaria obligatoria, en relación a la enseñanza de la cultura estadística. Se pretende realizar algunos estudios puntuales de evaluación en relación con la comprensión y conocimientos de estos futuros profesores sobre cultura estadística”. En este aspecto, la presente investigación se focaliza en la evaluación de la cultura estadística, manifestada en el análisis e interpretación de gráficos estadísticos, en los futuros profesores de Educación Primaria. Debido al incremento de los softwares estadísticos disponibles para la construcción de gráficos y, por tanto, al auge de estos como representación de la información basada en datos, junto con las recomendaciones del uso en contextos educativos de gráficos estadísticos tomados de contextos reales, en el estudio se consideran distintos gráficos sesgados extraídos de distintos medios de comunicación tales como la prensa o la televisión. Los datos analizados fueron recogidos para dicho propósito en el Grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada.

Compendio de publicaciones

La Tesis Doctoral se presenta bajo la modalidad de agrupamiento de publicaciones. A continuación, se incluye un listado de estas junto a los indicios de calidad requerido por el Programa de Doctorado de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

Estudio 1.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Ruz, F. (2019). Statistical literacy in the information society. *BEIO. Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 35(2), 148-169.

Indicios de calidad

Factor de impacto: SCOPUS (2019): SRJ 0,123. Q4- Statistics, Probability and Uncertainty (140/146), Management Science and Operations Research (155/161).

Estudio 2.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 4787-4794.

Indicios de calidad

Factor de impacto JCR (2017): 0,672 Q4 Education & Educational Research (201/238), JIF Percentile (15.756)

Factor de impacto SCOPUS (2017): SRJ 1,1 Q3-Education (547/1024)

Estudio 3.

Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 98-120.

Indicios de calidad

Factor de impacto: SCOPUS (2019): SRJ 0,2. Q4-Education (1079/1254), Mathematics Miscellaneous (41/52)

Estudio 4.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en prensa). Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *PNA. Revista de investigación en Didáctica de la Matemática*.

Indicios de calidad

Factor de impacto SCOPUS (2019): SRJ 0,127. Q4-Education (1140/1254), Mathematics (miscellaneous) (42/52).

Estudio 5.

Molina-Portillo, E., Ruz, F., Molina-Muñoz, D., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 6.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Bizet-Leyton, V. y Molina-Muñoz, D. (en revisión). Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 7.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Ruz, F. y Contreras, J. (en revisión). Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria

Estudio 8.

Molina-Portillo, E., Martínez-Ortiz, F., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros.

Configuración del documento

Esta investigación tiene como principal interés evaluar el nivel de alfabetización estadística que tienen los futuros profesores de Educación Primaria focalizando la atención en la interpretación de gráficos estadísticos simples extraídos de medios de comunicación tales como la prensa o la televisión. Destacar que, en la denominación de *gráficos estadísticos simples* se engloban aquellos cuyas tipologías son de estudio habitual en Educación Primaria tales como gráficos de barras, de sectores, de líneas, de áreas y pictogramas. Respecto a la terminología, señalar también que en el documento se utiliza indistintamente el término *alfabetización estadística o cultura estadística*. Esto se debe principalmente a que el término inglés que acuñó el concepto, ‘statistical literacy’, habitualmente ha recibido ambas traducciones. En esencia, además de la sinonimia de ambas palabras, esta dualidad es debida a la concepción peyorativa que en español tiene el término para designar a la persona que no lo posee ya que, siendo ambas dos negativas, la expresión analfabeto/a produce mayor desafección. Indistintamente de la terminología utilizada, se hace referencia a esta como el conjunto de destrezas más básicas en las que tener una adecuada alfabetización funcional hacia la estadística que permita desenvolverse en la actual sociedad de la información.

En este contexto, el documento se estructura en 5 capítulos que se describen brevemente a continuación.

Capítulo 1. El problema de investigación.

En este primer capítulo se expone la motivación e interés del tema de estudio. Por un lado, se alude a la promoción de la estadística que se ha realizado desde distintas instituciones, organizaciones e investigadores quedando incluida en las normativas curriculares de educación obligatoria vigentes, entre ellas las españolas. Por otra parte, se hace referencia a la cotidianidad del uso de gráficos estadísticos para comunicar información basada en datos. Así, siendo los profesores los responsables de transferir al alumnado, y futuros ciudadanos adultos, el conocimiento relacionado con la alfabetización estadística, centramos el foco de interés en evaluar el nivel que muestran en la interpretación de gráficos estadísticos los futuros profesores de Educación Primaria.

A continuación, tanto para poner en contexto el conocimiento estadístico que se debe adquirir durante la educación obligatoria, como para caracterizar el conocimiento estadístico mínimo que deben poseer los sujetos de estudio, se hace un recorrido por la

normativa curricular vigente. De igual forma se describe brevemente las tipologías de gráficos estadísticos que, siendo las habituales en Educación Primaria, se consideran en el estudio, focalizando el interés en los convenios relativos a estos tanto de uso como de construcción.

Las dos últimas secciones del capítulo se destinan a establecer el objetivo general de la investigación: *evaluar de la cultura estadística, manifestada en el análisis e interpretación de gráficos estadísticos, en los futuros profesores de Educación Primaria*. Para este fin se definen también los objetivos específicos de la investigación junto con las principales hipótesis de estudio resumidas, en base a la normativa curricular considerada, en una buena capacidad transnumerativa y dificultades en interpretación y comunicación de la información.

Capítulo 2. Marco teórico

En este apartado, una vez expuesto el problema de investigación, se describe el marco teórico en el que se fundamenta el trabajo.

En primera instancia se realiza una revisión de la literatura sobre el concepto de alfabetización estadística detallando las principales concepciones y componentes de estudio en relación al término. Esto queda recogido en el primer estudio presentado en el compendio de publicaciones, Estudio 1: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Ruz, F. (2019). Statistical literacy in the information society. *BEIO. Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 35(2), 148-169. Cabe destacar que dicho estudio, por su cronología, no contempla modelos que actualmente están teniendo gran repercusión en el ámbito de didáctica de la estadística. Tal es el caso del marco conceptual de conocimiento y destrezas estadísticas propuesto en el modelo de alfabetización estadística conocido como marco de las estadísticas cívicas (Nicholson et al., 2018).

En la sección 2.2, se aborda la fundamentación teórica del trabajo, para la cual se ha considerado el modelo de alfabetización estadística propuesto por Gal (2002). En base a ella se entiende el concepto de alfabetización estadística y se consideran para el estudio las 7 componentes incluidas en las dimensiones de conocimiento y actitudes, las cuales son brevemente descritas en el manuscrito. De igual manera, en virtud de las cuestiones contempladas en el instrumento implementado creadas en base a las componentes de dicho modelo, posteriormente, se concretan brevemente los denominados modelos teóricos específicos. Estos modelos recogen las principales aportaciones para el análisis

de cada uno de los aspectos de estudio en los que se focaliza la investigación, proporcionando herramientas de valoración específicas, en última instancia y a través de las tareas propuestas, sobre cada una las componentes estudiadas.

Capítulo 3. Metodología

La descripción de la metodología se centra en cuatro focos: el diseño del instrumento que facilitará la recogida de la información, la descripción de la muestra sobre la que se realiza el estudio, la implementación de la herramienta y los análisis realizados.

En la primera sección se indica el proceso llevado a cabo para diseñar y validar un cuestionario orientado a evaluar el análisis e interpretación de gráficos estadísticos simples extraídos de los medios de comunicación. Los medios revisados proporcionaron multitud de posibles gráficos en los que establecer el estudio siendo necesario, tras una primera selección, establecer un juicio de expertos que determinasen aquellos que mejor se ajustaban a la evaluación que se pretende. El diseño del instrumento como tal queda recogido en el trabajo presentado como Estudio 2, publicado en la revista *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, indexada en JCR y SCOPUS: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 4787-4794. De igual manera se realizaron estudios posteriores en base a los cuales se realiza una nueva desestimación de algunos de los gráficos aquí considerados, con la finalidad de ajustar el tiempo de ejecución y la dificultad entre los gráficos propuestos.

A continuación, se describe la muestra de participantes en el estudio. Su descripción además de referirse a las variables recogidas en el cuestionario, hace referencia a la formación estadística recibida que, curricularmente, les habilita para la realización correcta de las actividades propuestas. Considerando las características descritas de la muestra se indica también aspectos sobre la implementación de dicha herramienta.

Para finalizar este apartado se describen los análisis que, de forma casi homogénea se han realizado en cada uno de los estudios que se presentan en la sección de resultados, así como las características comunes que estos comparten tales como la categorización

inicial de las respuestas. Posteriormente se describen los análisis finales globales realizados de forma conjunta para caracterizar, en virtud de lo estudiado, la alfabetización estadística de los participantes.

Capítulo 4. Resultados

El epígrafe de resultados se estructura dando respuesta en primer lugar a los objetivos específicos de la investigación y, posteriormente, en base a ellos, atendiendo al objetivo de esta. Por tanto, en primer lugar, el epígrafe de resultados comienza presentando la herramienta de recogida de información fruto de los estudios de diseño que se han llevado a cabo, el cuestionario final.

Posteriormente, atendiendo el segundo objetivo específico se presentan los diferentes estudios de evaluación de la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria. Cada uno de dichos estudios se realiza sobre una, o en el caso de la transnumeración sobre varias, de las actividades propuestas para cada uno de los gráficos, relacionándose así con las componentes de alfabetización estadística del modelo adoptado en la investigación en atención a la evaluación de la interpretación de gráficos estadísticos. Los estudios que se presentan en este apartado se listan a continuación:

Estudio 3: Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 98-120.

Estudio 4: Molina-Portillo, E., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en prensa). Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *PNA. Revista de investigación en Didáctica de la Matemática*.

Estudio 5: Molina-Portillo, E., Ruz, F., Molina-Muñoz, D., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 6: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Bizet-Leyton, V. y Molina-Muñoz, D. (en revisión). Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 7: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Ruz, F. y Contreras, J. (en revisión). Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria

Estudio 8: Molina-Portillo, E., Martínez-Ortiz, F., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros.

Finalmente, para concluir el capítulo se determina la alfabetización estadística de los futuros maestros presentando los principales resultados de la investigación de forma integrada. Para ello se realizan diferentes análisis sobre la variable puntuación total del cuestionario teniendo en cuenta la variable género, gráfico de estudio e ítem de respuesta. Análogamente, mediante la dicotomización de dicha variable se considera la variable alfabetización estadística con dos posibles categorías alfabetizado o no alfabetizado, realizando también el análisis de esta según las variables previamente citadas.

Capítulo 5. *Conclusiones*

Los resultados de la presente investigación proporcionan información tanto global como detallada de la alfabetización estadística que posee el alumnado que ha sido partícipe de esta, parte del cual se incorporará en breve al cuerpo de profesores de Educación Primaria. En este capítulo, se presentan las conclusiones a partir de la síntesis de los principales resultados, argumentando su contribución a los objetivos específicos y, por ende, al objetivo general planteados en la tesis doctoral. Posteriormente, se observa la conexión del estudio con los objetivos planteados en el proyecto de investigación que ha constituido su marco de trabajo.

De igual manera en este epígrafe se recogen los principales aportes de la investigación a su ámbito de conocimiento, entre los cuales destaca el diseño de la herramienta de recogida de información para la evaluación de la alfabetización estadística de los futuros profesores y la evaluación integral de la alfabetización estadística estudiada en cada una de sus componentes mediante el análisis de dicho cuestionario. En base a ello, contemplando que el estudio se realiza sobre una muestra concreta, se hacen comparaciones y se establecen puntos fuertes y debilidades encontradas a este respecto.

Para finalizar, se contemplan algunas posibles limitaciones del estudio junto con las líneas de investigación futuras que cabe albergar en el contexto en el que se enmarca la presente tesis doctoral.

Capítulo 1.

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo comienza estableciendo el interés de estudio, destacando el concepto de alfabetización estadística y cómo esta se promueve desde la escuela. Esto queda reflejado en las normativas curriculares españolas de educación obligatoria las cuales, en los aspectos que concierne a esta investigación, son detalladas en la sección 1.2.

Posteriormente, haciendo alusión a los gráficos estadísticos que en ellas se nombra, entre los cuales se encuentran los que son objeto del presente estudio, se hace una breve reseña de las convenciones establecidas en torno a dichas tipologías.

Se concluye el capítulo exponiendo el objetivo general de la presente investigación, junto con los objetivos específicos marcados para la consecución de tal fin y las hipótesis de estudio al respecto.

1.1 Motivación

La gran cantidad de información disponible en cualquier ámbito de conocimiento promueve la utilización de la estadística con el fin, entre otros, de obtener una visión global pero simplificada del mensaje que entraña. Desde esta perspectiva, se considera término *alfabetización estadística* como el conjunto de destrezas necesarias para desenvolverse con éxito en la actual sociedad de la información. En esta línea, instituciones internacionales como la Organización de Naciones Unidas (ONU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) o la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promueven una creciente concienciación sobre la importancia de la estadística en la sociedad. Asimismo, proyectos internacionales como el International Statistical Literacy Project (ISLP), promovido por la International Association for Statistical Education, así como

distintos foros de investigación estadística, entre los que cabe destacar el Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy, han hecho énfasis en la promoción de la estadística.

Formando parte de esta corriente numerosos autores en el ámbito de la investigación estadística consideran que dichas destrezas deben introducirse desde los primeros años de vida (Alsina, 2017; Alsina, 2019; Bryant y Nunes, 2012; Jones, 2005; NCTM, 2003) y fomentarse desde los primeros niveles de escolarización como parte de la educación general necesaria en los ciudadanos, considerando la alfabetización estadística como un resultado de esta (Alsina et al., 2020; Franklin et al., 2005; Garfield y Ben-Zvi, 2007; Vásquez et al., 2020). Así, la estadística aparece incluida de forma explícita en la mayoría de las normativas curriculares de la educación obligatoria, entre ellas las españolas (Real Decreto 126/2014; Real Decreto 1105/2014). En este sentido, dicha educación general capacita a los ciudadanos para la interpretación de la información estadística que aparece en la vida diaria. No obstante, la literatura alerta de que tradicionalmente la estadística ha supuesto un capítulo marginal de la enseñanza de las matemáticas (Ben-Zvi y Makar, 2016; Moore, 1998), así como que frecuentemente se tiende a focalizar en los aspectos más conceptuales y procedimentales, mermando la atención en la interpretación y argumentación de la información estadística (Eichler y Zapata-Cardona, 2016; Watson y Kelly, 2007). En el ámbito de didáctica de la estadística se incide en fomentar el desarrollo de los elementos propios de la estadística en la escuela (Ben-Zvi et al., 2017; Gal, 2002), enfatizando también en la identificación de sesgos, errores o manipulaciones intencionadas de la información.

Entre las formas de representación de los datos, tanto en el ámbito escolar como en la sociedad, destaca el uso de gráficos estadísticos. Principalmente, esto es debido a su enorme capacidad de síntesis y transmisión de la información de una forma atractiva. En esta línea contribuye también el desarrollo de innumerables técnicas de visualización, así como de los softwares disponibles para construirlos de forma sencilla. No obstante, cabe preguntarse si los ciudadanos están capacitados para comprender la información que mediante ellos se representa, cuestionarse si los gráficos utilizados son pertinentes, así como para detectar un tratamiento inadecuado, bien mediante una manipulación intencionada a través de la introducción de sesgos o bien debida a errores en su diseño. En esta línea, Friel et al. (2001) destacan su papel fundamental en el proceso de instrucción, y autores como Makar y Fielding-Wells (2011) o Espinel et al. (2009) instan

al trabajo en las aulas con datos e ilustraciones reales para la fortalecer la alfabetización estadística desde el ámbito escolar.

En este contexto se hace necesario indagar sobre la alfabetización estadística de los encargados de transferir tales conocimientos y destrezas. Diversos estudios han focalizado su atención en los profesores, indagando sobre su autopercepción para la enseñanza de la estadística (Arteaga et al., 2011; Budgett y Rose, 2017; Groth y Meletiou-Mavrotheris, 2018), o, más concretamente sobre los gráficos estadísticos, se ha evaluado tanto el conocimiento del contenido como su conocimiento didáctico (Arteaga, 2011), se han analizado distintas competencias como la representación gráfica (Bruno y Espinel, 2009; Fernandes y Freitas, 2019) y, principalmente, se ha focalizado en la evaluación del nivel de lectura gráfica (Arteaga et al., 2011; Espinel et al., 2008; González et al., 2011). Otras investigaciones, han analizado la consecución de distintas componentes de alfabetización estadística (Monteiro y Ainley, 2007; Pierce et al., 2012).

En esta línea de investigación, se propone la evaluación de la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria de forma integral, analizando el grado de consecución de las distintas componentes. Para ello se considera el modelo de alfabetización estadística propuesto por Gal (2002), vinculándolo a la interpretación de gráficos estadísticos en futuros profesores de Educación Primaria.

1.2 Normativa curricular

Específicamente, el *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, entre otros, incluye los siguientes elementos curriculares que atañen explícitamente a nuestra investigación:

1. Contenidos

- Gráficos y parámetros estadísticos.
- Recogida y clasificación de datos cualitativos y cuantitativos.
- Construcción de tablas de frecuencias absolutas y relativas.
- Realización e interpretación de gráficos sencillos: diagramas de barras, poligonales y sectoriales.
- Análisis crítico de las informaciones que se presentan mediante gráficos estadísticos.

2. Criterios de evaluación

- Recoger y registrar una información cuantificable, utilizando algunos recursos sencillos de representación gráfica: tablas de datos, bloques de barras, diagramas lineales, comunicando la información.
- Realizar, leer e interpretar representaciones gráficas de un conjunto de datos relativos al entorno inmediato.

3. Estándares de aprendizaje

- Identifica datos cualitativos y cuantitativos en situaciones familiares.
- Recoge y clasifica datos cualitativos y cuantitativos, de situaciones de su entorno, utilizándolos para construir tablas de frecuencias absolutas y relativas.
- Aplica de forma intuitiva a situaciones familiares, las medidas de centralización: la media aritmética, la moda y el Iniciación intuitiva a las medidas de rango.
- Realiza e interpreta gráficos muy sencillos: diagramas de barras, poligonales y sectoriales, con datos obtenidos de centralización: la media aritmética, la moda y el rango.
- Realiza análisis crítico argumentado sobre las informaciones que se presentan mediante gráficos estadísticos.

Por su parte, el *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en lo referente a los elementos curriculares relativos a nuestra investigación, durante la Educación Secundaria Obligatoria establece:

1. Contenidos

Matemáticas, 1º y 2º ESO

Variables estadísticas. Variables cualitativas y cuantitativas. Frecuencias absolutas y relativas. Organización en tablas de datos recogidos en una experiencia. Diagramas de barras, y de sectores. Polígonos de frecuencias. Medidas de tendencia central. Medidas de dispersión.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

VARIABLES ESTADÍSTICAS: cualitativas, discretas y continuas. Representatividad de una muestra. Frecuencias absolutas, relativas y acumuladas. Agrupación de datos en intervalos. Gráficas estadísticas. Parámetros de posición. Cálculo, interpretación y propiedades. Parámetros de dispersión. Interpretación conjunta de la media y la desviación típica.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

VARIABLES ESTADÍSTICAS: cualitativas, discretas y continuas. Representatividad de una muestra. Frecuencias absolutas, relativas y acumuladas. Agrupación de datos en intervalos. Gráficas estadísticas. Parámetros de posición: media, moda, mediana y cuartiles. Cálculo, interpretación y propiedades. Parámetros de dispersión: rango, recorrido intercuartílico y desviación típica. Cálculo e interpretación. Interpretación conjunta de la media y la desviación típica.

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

GRÁFICAS ESTADÍSTICAS: Distintos tipos de gráficas. Análisis crítico de tablas y gráficas estadísticas en los medios de comunicación. Detección de falacias. Medidas de centralización y dispersión: interpretación, análisis y utilización.

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

Análisis crítico de tablas y gráficas estadísticas en los medios de comunicación. Interpretación, análisis y utilidad de las medidas de centralización y dispersión. Comparación de distribuciones mediante el uso conjunto de medidas de posición y dispersión.

2. Criterios de evaluación

Matemáticas, 1º y 2º ESO

- Formular preguntas adecuadas para conocer las características de interés de una población y recoger, organizar y presentar datos relevantes para responderlas, utilizando los métodos estadísticos apropiados y las herramientas adecuadas, organizando los datos en tablas y construyendo gráficas, calculando los parámetros relevantes y obteniendo conclusiones razonables a partir de los resultados obtenidos.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

- Elaborar informaciones estadísticas para describir un conjunto de datos mediante tablas y gráficas adecuadas a la situación analizada, justificando si las conclusiones son representativas para la población estudiada.
- Calcular e interpretar los parámetros de posición y de dispersión de una variable estadística para resumir los datos y comparar distribuciones estadísticas.
- Analizar e interpretar la información estadística que aparece en los medios de comunicación, valorando su representatividad y fiabilidad.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

- Elaborar informaciones estadísticas para describir un conjunto de datos mediante tablas y gráficas adecuadas a la situación analizada, justificando si las conclusiones son representativas para la población estudiada.
- Calcular e interpretar los parámetros de posición y de dispersión de una variable estadística para resumir los datos y comparar distribuciones estadísticas.
- Analizar e interpretar la información estadística que aparece en los medios de comunicación, valorando su representatividad y fiabilidad

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

- Utilizar el lenguaje adecuado para la descripción de datos y analizar e interpretar datos estadísticos que aparecen en los medios de comunicación.
- Elaborar e interpretar tablas y gráficos estadísticos, así como los parámetros estadísticos más usuales, en distribuciones unidimensionales y bidimensionales, utilizando los medios más adecuados (lápiz y papel, calculadora u ordenador), y valorando cualitativamente la representatividad de las muestras utilizadas.

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

- Utilizar el vocabulario adecuado para la descripción de situaciones relacionadas con el azar y la estadística, analizando e interpretando informaciones que aparecen en los medios de comunicación.
- Elaborar e interpretar tablas y gráficos estadísticos, así como los parámetros estadísticos más usuales, en distribuciones unidimensionales, utilizando los medios más adecuados (lápiz y papel, calculadora, hoja de cálculo), valorando cualitativamente la representatividad de las muestras utilizadas.

3. Estándares de aprendizaje

Matemáticas, 1º y 2º ESO

- Reconoce y propone ejemplos de distintos tipos de variables estadísticas, tanto cualitativas como cuantitativas.
- Organiza datos, obtenidos de una población, de variables cualitativas o cuantitativas en tablas, calcula sus frecuencias absolutas y relativas, y los representa gráficamente.
- Calcula la media aritmética, la mediana (intervalo mediano), la moda (intervalo modal), y el rango, y los emplea para resolver problemas.
- Interpreta gráficos estadísticos sencillos recogidos en medios de comunicación.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

- Valora la representatividad de una muestra a través del procedimiento de selección, en casos sencillos.
- Distingue entre variable cualitativa, cuantitativa discreta y cuantitativa continua y pone ejemplos.
- Elabora tablas de frecuencias, relaciona los distintos tipos de frecuencias y obtiene información de la tabla elaborada.
- Construye, con la ayuda de herramientas tecnológicas si fuese necesario, gráficos estadísticos adecuados a distintas situaciones relacionadas con variables asociadas a problemas sociales, económicos y de la vida cotidiana.
- Calcula e interpreta las medidas de posición (media, moda, mediana y cuartiles) de una variable estadística para proporcionar un resumen de los datos.

- Calcula los parámetros de dispersión (rango, recorrido intercuartílico y desviación típica. Cálculo e interpretación) de una variable estadística (con calculadora y con hoja de cálculo) para comparar la representatividad de la media y describir los datos.
- Utiliza un vocabulario adecuado para describir, analizar e interpretar información estadística de los medios de comunicación.

Matemáticas, 3º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

- Valora la representatividad de una muestra a través del procedimiento de selección, en casos sencillos.
- Distingue entre variable cualitativa, cuantitativa discreta y cuantitativa continua y pone ejemplos.
- Elabora tablas de frecuencias, relaciona los distintos tipos de frecuencias y obtiene información de la tabla elaborada.
- Construye, con la ayuda de herramientas tecnológicas si fuese necesario, gráficos estadísticos adecuados a distintas situaciones relacionadas con variables asociadas a problemas sociales, económicos y de la vida cotidiana.
- Calcula e interpreta las medidas de posición de una variable estadística para proporcionar un resumen de los datos.
- Calcula los parámetros de dispersión de una variable estadística (con calculadora y con hoja de cálculo) para comparar la representatividad de la media y describir los datos.
- Utiliza un vocabulario adecuado para describir, analizar e interpretar información estadística en los medios de comunicación.

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas académicas.

- Interpreta críticamente datos de tablas y gráficos estadísticos.
- Representa datos mediante tablas y gráficos estadísticos utilizando los medios tecnológicos más adecuados.

Matemáticas, 4º ESO

.... orientadas a las enseñanzas aplicadas.

- Emplea el vocabulario adecuado para interpretar y comentar tablas de datos, gráficos estadísticos y parámetros estadísticos.
- Interpreta un estudio estadístico a partir de situaciones concretas cercanas al alumno.
- Discrimina si los datos recogidos en un estudio estadístico corresponden a una variable discreta o continua.
- Elabora tablas de frecuencias a partir de los datos de un estudio estadístico, con variables discretas y continuas.
- Calcula los parámetros estadísticos (media aritmética, recorrido, desviación típica, cuartiles,...), en variables discretas y continuas, con la ayuda de la calculadora o de una hoja de cálculo.
- Representa gráficamente datos estadísticos recogidos en tablas de frecuencias, mediante diagramas de barras e histogramas.

1.3 Gráficos estadísticos. Convenciones y tipologías de estudio

En cualquier ámbito de conocimiento la información basada en datos suele ser difícil de comprender. La organización de los datos, ya sea en formato tabular o gráfico o mediante medidas de resumen, permite una lectura e interpretación clara del mensaje implícito en estos. Por tanto, se considera que un *gráfico estadístico* es una representación visual de los datos que, generalmente, muestra las relaciones entre estos y permite obtener información de una forma clara. Esta herramienta resulta útil y atractiva pues permite sintetizar el comportamiento y relaciones de los datos de una forma ágil.

Existe gran variedad de gráficos estadísticos disponibles para visualizar la información. Sin embargo, en algunos casos la comprensión de estos puede resultar difícil e incluso conducir a error. En este aspecto, cabe destacar ciertas características importantes a la hora de seleccionar, construir o interpretar un gráfico estadístico. La primera, y también la más comúnmente olvidada, es que dicha representación de la información debe ser auto-explicativa, transmitiendo todo lo que ella entraña. Esto es, esta visualización de los datos debe ser necesaria y suficiente para entender la información implícita en estos. Por otra parte, dado que existen multitud de tipologías de gráficos estadísticos, otro aspecto a tener en cuenta es su ámbito de aplicación. Así, ciñéndonos a las tipologías de interés en la presente investigación y habituales en Educación Primaria, para variables cualitativas o cuantitativas discretas se utilizan los

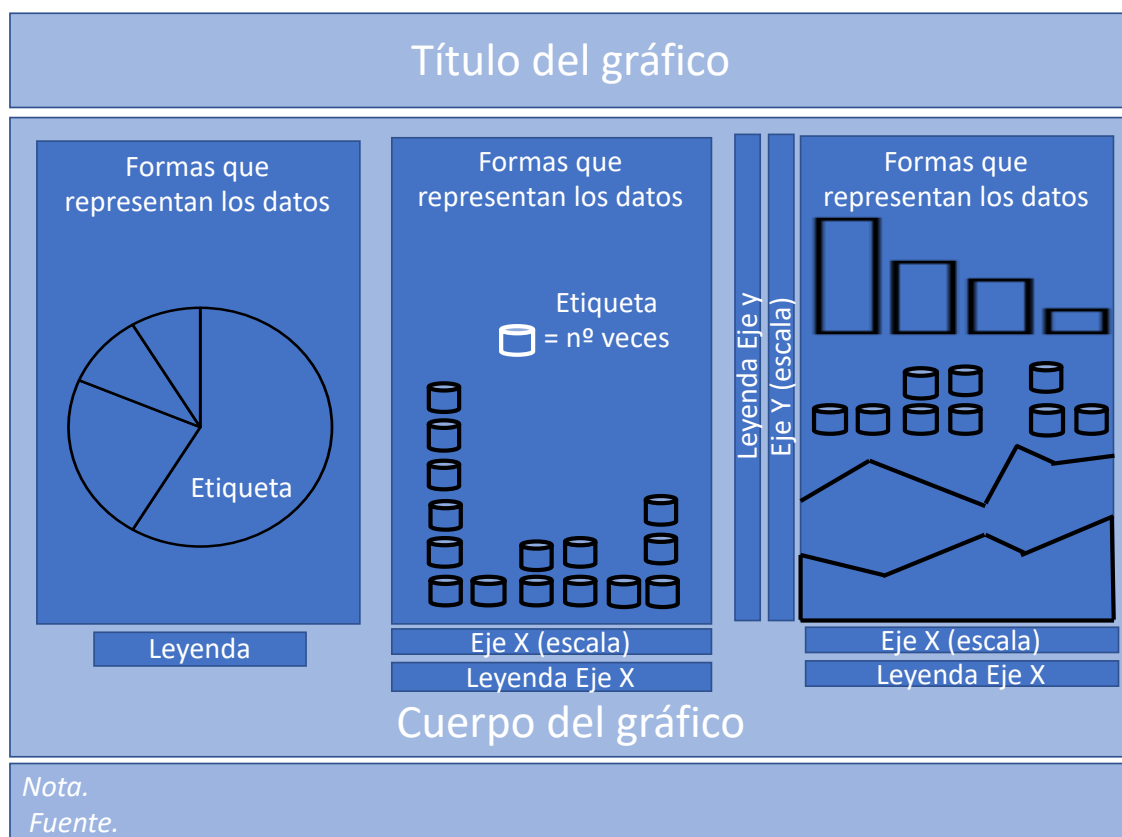
gráficos de barras, sectores o pictogramas; mientras que, para variables cuantitativas continuas, o también para las llamadas de intervalo (como por ej. temperatura), se utilizan los diagramas de líneas y de áreas. Los de la primera agrupación descrita suelen utilizarse para comparar magnitudes, teniendo la variable de estudio normalmente representada en el eje horizontal y en el eje vertical su frecuencia (relativa o absoluta), o en el caso del diagrama de sectores la variable de estudio viene determinada por las categorías de esta y es el sector circular lo que indica su frecuencia. En general, estas tipologías son útiles cuando existen pocas categorías o valores de la variable. Además, el pictograma y diagrama de barras se emplean también para ver la evolución en el tiempo de una categoría, al igual que el gráfico de líneas y de áreas los cuales se usan principalmente para presentar tendencias temporales. En estas aplicaciones, habitualmente en el eje de abscisas suele representarse la variable que indica las unidades de tiempo, siendo la/s variable/s de estudio la/s que aparece/n en el eje de ordenadas.

La Figura 1 ilustra que cualquiera de estas tipologías se debe regir por la siguiente estructura común (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2013):

1. *Título del gráfico*, que proporciona el contenido de la información que está representada, atendiendo o describiendo los siguientes interrogantes:
 - ¿qué? Contenido, característica o variable principal
 - ¿cómo? Indica las categorías en las que se organiza la información
 - ¿cuándo? Referencia temporal a los datos
 - ¿dónde? Referencia geográfica de los datos
2. *Cuerpo del gráfico*, es la representación de los datos. En el se distinguen:
 - La figura o forma con la que se representarán los datos, prestando especial interés a la proporcionalidad entre estas
 - Ejes y escalas, que sirven de referencia de posición y de comparación entre las distintas categorías, respectivamente
 - Leyendas o etiquetas, aportan información sobre los ejes, las escalas o las categorías
3. *Notas y fuente*, las primeras son aclaraciones de carácter conceptual o metodológico de los datos, mientras que la segunda, ubicada al final del gráfico, señala la procedencia de los datos o información que se muestra

Figura 1

Estructura de un gráfico



Fuente: elaboración propia

1.4 Objetivos de investigación

La presente investigación, llevada a cabo en el marco del proyecto de investigación denominado “*Desarrollo y transferencia de la cultura estadística en el ámbito de la educación obligatoria en Andalucía*”, se integra en una de sus líneas principales de investigación, evaluar la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria. Dado que uno de los componentes fundamentales de la cultura estadística es la comprensión gráfica (Patahuddin y Lowrie, 2018), y dado que la gran presencia de los gráficos estadísticos en los medios de comunicación y cómo se presentan a veces de forma sesgada o incorrecta, los hacen idóneos para establecer el debate en el aula (Espinel et al., 2009), podrían considerarse también este tipo de gráficos para tal fin.

En consecuencia, el objetivo general de la presente investigación es *evaluar la alfabetización estadística, mediante su evaluación en los gráficos estadísticos extraídos de medios de comunicación, en los futuros profesores de Educación Primaria.*

Para llevar a cabo dicha evaluación se considera necesario establecer dos objetivos específicos:

Objetivo específico 1. Construir y validar un cuestionario orientado a evaluar la competencia de interpretación de gráficos estadísticos y adecuarlo para los futuros profesores.

Para la recogida de la información ha sido necesario diseñar un instrumento que permita evaluar la alfabetización estadística de los futuros maestros en armonía con el marco teórico en el que se fundamenta tal valoración y los objetos estadísticos que se consideran para dicho análisis. Uno de los principales desafíos para la consecución de este primer objetivo específico ha sido la selección de los gráficos estadísticos apropiados para evaluar las componentes de alfabetización estadística que se pretendía, de entre la gran cantidad que proporcionan los distintos medios de comunicación. En este sentido, cabe destacar el aporte realizado en el juicio de expertos en base al cual se logró reducir los gráficos seleccionados a un total de 10. Otro de los principales desafíos ha sido adaptarlo a la temporalización que se requería para su cumplimentación. Este hecho requirió de estudios complementarios para identificar duplicidades y rendimientos distintos entre los diferentes gráficos.

Objetivo específico 2. Estudiar los elementos de la alfabetización estadística que urge fomentar en los futuros profesores de Educación Primaria.

La adherencia al marco teórico que fundamenta el diseño del instrumento resultado del objetivo específico anterior, conlleva la formulación de distintas actividades para describir la alfabetización estadística que se quiere evaluar. En este sentido, el estudio individual de las distintas actividades propuestas permitirá analizar aquellas componentes del modelo utilizado que necesiten mayor refuerzo en el colectivo evaluado. Aunque el planteamiento del segundo objetivo es claro, ha supuesto todo un reto en su desarrollo debido a las relaciones establecidas entre las distintas componentes y dimensiones, optando en algunos de los ítems por la evaluación de las componentes de forma interrelacionada.

1.5 Hipótesis

En base a la formación reglada recibida, basada en el currículum durante la educación obligatoria, que contempla elementos propios de la alfabetización estadística, se establece como primera hipótesis de estudio (H1) una buena competencia en los niveles inferiores de lectura gráfica, así como en la traducción del gráfico a una tabla de frecuencias o a otro gráfico.

En relación al formato, diseño y estructura de difusión de la estadística en la sociedad de la información, se formula como segunda hipótesis de estudio (H2) las limitaciones de los participantes en la lectura crítica de gráficos estadísticos tales como identificar sesgos presentes en una representación gráfica, extraer la información verdaderamente relevante (y no necesariamente la destacada en su diseño), construir opiniones razonadas sobre la información expuesta y analizar críticamente la fuente de procedencia de los datos.

Finalmente, considerando que la educación estadística obligatoria está basada en los aspectos estadísticos procedimentales, se introduce como la tercera hipótesis de estudio (H3) las dificultades de los futuros profesores de Educación Primaria en la expresión verbal y en el resumen comprensivo de la información recogida en los gráficos.

Capítulo 2.

MARCO TEÓRICO

Este capítulo presenta la fundamentación teórica de la investigación, que comienza con la concepción de la noción de “alfabetización estadística” o “statistical literacy” y se desarrolla en concordancia con su evolución hasta la actualidad.

Por consiguiente, en primera instancia se aborda el concepto de alfabetización estadística, mostrando la gran variedad de concepciones en relación al término. Esto se trata en la sección 2.1 del capítulo, mediante el Estudio 1 publicado en la revista BEIO, Boletín de Estadística e Investigación Operativa, indexada en Scopus: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Ruz, F. (2019). Statistical literacy in the information society. *BEIO. Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 35(2), 148-169.

Posteriormente se plantea de forma explícita el marco teórico sobre el que se sustenta la presente investigación, destacando la definición adoptada para el término alfabetización estadística propuesta en el modelo de Gal (2002), así como las dimensiones y componentes que en él se contemplan. A estas se aluden como objeto de estudio de la presente investigación, concretamente a través del objetivo específico 2.

En la sección 2.3, se presentan brevemente los denominados modelos teóricos específicos. En ellos se describen las aportaciones consideradas para el análisis de cada una de las actividades evaluadas en los diferentes estudios que recoge la investigación, proporcionando instrumentos mediante los cuales realizar la valoración del grado de consecución de las destrezas que se pretenden evaluar.

2.1 Alfabetización estadística

Estudio 1¹. Statistical literacy in the information society.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Ruz, F. (2019). Statistical literacy in the information society. BEIO. Boletín de Estadística e Investigación Operativa, 35(2), 148-169.

Abstract

After the presentation and discussion of different interpretations of the concept of statistical literacy, the necessity of the different levels of knowledge, competence and disposition on the treatment and interpretation of the data (statistical sense) is concluded. This paper analyzes the components of the statistical sense that is appropriate to the first level, that is, the statistical literacy, which we can and, should be, developed at the levels of primary and secondary education. This establishes the bases of the statistical literacy that should have for all citizens to face the information society with guarantees.

Keywords: Statistical literacy, Obligatory education, Knowledge, Interpretation, Disposition.

AMS Subject classifications: 97kXX, 62PXX.

Introducción

La estadística es una de las áreas de conocimiento que, en las últimas décadas, ha adquirido mayor relevancia y reconocimiento, en parte debido a su estrecha relación con áreas científicas, sociales y humanísticas. Para la sociedad, la estadística es un conjunto de herramientas que permiten ofrecer argumentos sólidos, basados en la evidencia, para

¹ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

evaluar críticamente las afirmaciones basadas en datos. Dicha capacidad de evaluación crítica es una habilidad importante para todo ciudadano, ya que los datos se utilizan cada vez más para añadir credibilidad a informaciones, argumentos, noticias, investigaciones, etc.

En esta creciente concienciación sobre la importancia de la estadística en la sociedad, instituciones internacionales como la Organización de Naciones Unidas (ONU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) o la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), destacan la necesidad de promover la implementación de políticas de desarrollo económico y cultural, que incluyan no sólo la alfabetización lingüística básica, sino también la numérica (Batanero, 2002), proporcionando a los ciudadanos herramientas de información y toma de decisiones para crear una sociedad más democrática. Como indica Ottaviani (1998), la difusión de la estadística, no solo como un conjunto de herramientas para tratar los datos cuantitativos, sino como una cultura, se ha convertido en una necesidad para promover la capacidad de comprender la abstracción lógica que hace posible el estudio de los fenómenos colectivos. Esta idea no es nueva, por ejemplo, el escritor H. G. Wells ya resaltaba la importancia de la estadística a finales del siglo XIX cuando expuso que el pensamiento estadístico un día sería tan necesario para la ciudadanía eficiente como la capacidad de leer y escribir.

En las últimas décadas se ha venido forjando el término “alfabetización estadística” o “cultura estadística”, *statistics literacy* en inglés, para reconocer el papel del conocimiento estadístico en la educación básica. Surge entonces, la necesidad de medir la capacidad de los “consumidores”, término con el que Gal (2002) define a los ciudadanos receptores de información estadística, de valorar dicha información para ser estadísticamente cultos. Es decir, consumidores informados, capaces de hacer juicios sólidos y de tratar de manera analítica y crítica la información, en la que con frecuencia se involucran datos complejos. Por ello, organismos como la International Association for Statistical Education (IASE), sección destinada a la educación estadística dentro del International Statistical Institute (ISI), inicia en 2002 un proyecto a nivel internacional, The International Statistical Literacy Project (ISLP), cuyo objetivo es contribuir a la promoción de la cultura estadística en todo el mundo, y en todos los ámbitos de la vida.

Actividades como el ICOTS-6 (6th International Conference on Teaching Statistics), celebrado en la Ciudad del Cabo en Julio del 2002, cuyo lema fue: “El desarrollo de una sociedad estadísticamente culta”, así como las ediciones del foro International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy tenían como objetivo fomentar estudios de investigación que examinasen la naturaleza y el desarrollo de la alfabetización estadística, claro indicador de la relevancia que está tomando este tema como campo de reflexión e investigación educativa.

En este trabajo se presenta el estado de la cuestión sobre los modelos y definiciones relacionados con la alfabetización estadística que actualmente destacan en la literatura. Se describen los elementos principales de la alfabetización estadística que la mayoría de las definiciones relacionan con un consumidor estadísticamente culto, mostrando algunas características de cada uno de ellos.

La alfabetización estadística. Definiciones y modelos generales

El término “alfabetización o cultura estadística” ha ido surgiendo para resaltar el hecho de que la estadística sea considerada como parte de la herencia cultural necesaria para el ciudadano educado (Batanero, 2002). El uso de dos terminologías, cultura o alfabetización, es debida, principalmente, a la traducción literal al castellano del término inglés “literacy”. La mayoría de los autores utilizan la traducción literal del término como “alfabetización”, aunque encontramos autores, como Batanero (2002), que traducen el término como “cultura”. Una de las causas del uso del término “cultura” puede ser debida a la concepción peyorativa del término “analfabeto” en castellano. Otro motivo sería, como indica Rumsey (2002), que el uso de la noción “alfabetización estadística” es demasiado amplio.

A lo largo de estos años, se han presentado definiciones o modelos para representar la alfabetización estadística. A continuación, presentamos, ordenados por fecha de publicación, algunos de los más destacados.

La primera definición sobre alfabetización estadística, que podemos considerar como relevante, es la descrita por Wallman (1993), quien define la alfabetización estadística como: “la habilidad de entender y evaluar críticamente los resultados

estadísticos que inundan nuestra vida diaria, unida a la habilidad de apreciar las contribuciones que el razonamiento estadístico puede hacer en público y en privado a las decisiones personales y profesionales”.

Watson (1997) describe un modelo referente al desarrollo de la alfabetización estadística en adultos, que comprende las habilidades necesarias para interpretar la información estadística presentada en la sociedad. El modelo se organiza en una jerarquía de tres componentes o niveles: a) una comprensión básica de la terminología estadística, b) una comprensión del lenguaje probabilístico y estadístico, así como de los conceptos cuando éstos se presentan en un contexto social más amplio, por ejemplo, los medios de comunicación o el trabajo y c) un cuestionamiento o actitud crítica hacia argumentos o afirmaciones hechas sin fundamento estadístico.

Schild (1999) define la alfabetización estadística como la habilidad de utilizar argumentos críticos en razonamientos usando la estadística como evidencia. El autor argumenta que para no ser estadísticamente analfabeto es necesario que a nivel cognitivo se razone de forma crítica frente a información estadística, tomándola como otra competencia más, como puede ser hablar, leer o escribir. Para el autor, la alfabetización estadística implica principalmente dos habilidades lectoras, la comprensión y la interpretación.

En la literatura destaca la descripción desarrollada por Gal (2002), cuyo modelo, basado en el de Watson (1997), incluye destrezas estadísticas y matemáticas, habilidades básicas de lectura, conocimiento del contexto, capacidad crítica referida a los conocimientos estadísticos, disposiciones hacia el uso de la estadística, creencias y actitudes, que se espera tengan los ciudadanos. Este modelo distingue dos componentes básicos interrelacionados: a) “capacidad para 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) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante” (Gal, 2002).

Todas las definiciones anteriores destacan que la cultura estadística es algo más que capacidad de cálculo y conocimiento de definiciones. Como indica Batanero (2002), el objetivo principal no es convertir a los futuros ciudadanos en “estadísticos

aficionados”, puesto que la aplicación razonable y eficiente de la estadística para la resolución de problemas requiere un amplio conocimiento de esta materia y es competencia de los estadísticos profesionales. Tampoco se trata de capacitarlos en el cálculo y la representación gráfica, puesto que los ordenadores hoy día resuelven este problema. Lo que se pretende es proporcionar una cultura estadística para que el ciudadano pueda desempeñar su papel en la sociedad.

Otros autores, como Ben-Zvi y Garfield (2004), Watson (2006) o Chick y Pierce (2011) enfatizan que para ser estadísticamente culto se requiere tener comprensión y conocimientos de estadística, aritmética, alfabetización general, representación gráfica y realización de resúmenes, en un entorno personal. Además, incluyen la capacidad de cuestionar la recogida de datos, evaluar sus interpretaciones, las consecuencias de ellas e identificar sus limitaciones.

Garfield, delMas y Chance (2003) consideran la alfabetización estadística como la capacidad de comprender la información estadística presente en contextos cotidianos. Por ello, se requiere de habilidad para organizar y representar los datos, junto con un manejo de conceptos, vocabulario y símbolos estadísticos, al igual que el reconocimiento de la probabilidad como una medida de incertidumbre.

En el mismo año, Watson y Callingham (2003) proponen un modelo con seis niveles jerárquicos que representan una alfabetización estadística cada vez más sofisticada, ligada principalmente, con el contexto y la crítica: 1) *Nivel Idiosincrásico*: este nivel parte de las habilidades adquiridas en un determinado contexto, por ejemplo, el uso de terminología o destrezas matemáticas básicas asociadas con la lectura de datos. 2) *Nivel Informal*: en este nivel se requiere de un compromiso coloquial o informal con el contexto, en el que a menudo se reflejan creencias intuitivas no estadísticas, elementos básicos de terminología y algunas configuraciones complejas; por ejemplo, el uso de cálculos sencillos a partir de las tablas, gráficos y el cálculo de resultados sencillos. 3) *Nivel Inconsistente*: en este nivel se espera un compromiso selectivo con el contexto, un reconocimiento apropiado de las conclusiones, pero sin justificación y un uso cualitativo y no cuantitativo de las ideas estadísticas. 4) *Nivel consistente no crítico*: en este nivel se requiere un compromiso apropiado, pero no crítico con el contexto, múltiples aspectos del uso de la terminología, la apreciación de la variabilidad del azar y las habilidades

estadísticas asociadas con la media, las probabilidades simples y las características del gráfico. 5) *Nivel Crítico*: este nivel requiere una intervención crítica y cuestionada de los elementos estadísticos en contextos familiares y no familiares, que no impliquen razonamiento proporcional, pero que impliquen el uso apropiado de la terminología, la interpretación cualitativa del azar y la apreciación de la variación. 6) *Nivel matemático crítico*: en este nivel se exige un planteamiento crítico, cuestionando el compromiso con el contexto, utilizando el razonamiento proporcional (particularmente en los medios o contextos fortuitos), mostrando la apreciación de la necesidad de incertidumbre al hacer predicciones e interpretando aspectos sutiles del lenguaje. De acuerdo con este modelo, sería deseable que los ciudadanos posean una apreciación de cada nivel con el fin de que sean capaces de desarrollar conocimientos y habilidades estadísticas, comunicar ideas y ser críticos.

En los últimos años han aparecido algunas definiciones, adaptaciones de las anteriores, que focalizan su definición en aspectos críticos. Franklin et al. (2005) definen la alfabetización estadística como la interpretación de la información estadística “crítica” a la que nos enfrentamos en los medios de información, ya sea cuando leemos información económica, utilizamos datos en el aula, los vemos en películas, deportes, alimentación, etc., cuya percepción puede quedar afectada por la interpretación que se realice. Por tanto, para ser un ciudadano estadísticamente culto es necesario comprender el lenguaje básico de la estadística, por ejemplo, saber qué significan los términos, símbolos, gráficos e ideas fundamentales de la estadística.

Schmit (2010) define la alfabetización estadística como la capacidad de leer e interpretar estadísticas resumidas en los medios de comunicación y estudios, siendo el puente entre la información cuantitativa y el significado social.

Para Burril y Biehler (2011) la alfabetización estadística es una combinación de cinco componentes, todos necesarios y relacionados: 1) Conocimiento de por qué los datos son necesarios y cómo se producen; 2) Familiaridad con los términos básicos y las ideas relativas a la estadística descriptiva; 3) Familiaridad con los términos básicos y las ideas relativas a muestras, gráficas y tablas; 4) Comprensión básica de nociones de probabilidad y 5) Conocimiento de cómo las conclusiones estadísticas o inferencias son alcanzadas.

Batanero et al. (2013) van más allá del término cultura estadística y definen el “sentido estadístico”, término que engloba a la cultura estadística, para mostrar la interacción de la comprensión de las ideas estadísticas fundamentales, la competencia en el análisis de datos y el razonamiento a partir de los datos, para tomar decisiones acertadas en situaciones inciertas.

El proyecto Oceans of Data Institute (2015) realizó una definición de quien sería un individuo estadísticamente alfabetizado. Según los autores, este sería un individuo que entiende, explica y documenta la utilidad y las limitaciones de los datos al convertirse en un consumidor crítico, que controla sus datos personales, busca su sentido y toma decisiones basadas en ellos. Es decir, un individuo que sabe leer los datos, puede identificar, recopilar, evaluar, analizar, interpretar, presentar y proteger esos mismos datos.

Como indican Nicholson, Ridgway y McCusker (2013) y Wild (2017) la alfabetización estadística está en continuo cambio, las nuevas formas de comunicación y discurso, y las nuevas formas de visualización e interacción humana con datos conlleva que aquello que era de utilidad hace unos años, puede que no lo sea ahora. Los autores proponen que la alfabetización estadística debe centrarse en la comprensión personal de los datos y su utilidad. Pero dando más relevancia a aquellos elementos de la alfabetización estadística que no estén condicionados por los avances tecnológicos y/o cambios sociales.

Gould (2017) aboga por una definición más amplia que denomina “Alfabetización de los datos”, que incluye unos principios mínimos: 1) Comprender quién recopila datos, por qué los recogen y cómo se recogen. 2) Saber analizar e interpretar datos de muestras aleatorias y no aleatorias. 3) Comprender los problemas de privacidad y propiedad de los datos. 4) Saber cómo crear representaciones descriptivas básicas de los datos para responder a las preguntas sobre los procesos de la vida real. 5) Comprender la importancia de la procedencia de los datos. 6) Entender cómo se almacenan los datos. 7) Entender cómo las representaciones realizadas por ordenadores pueden variar y por qué los datos a veces se alteran antes del análisis. 8) Comprender algunos aspectos del modelado predictivo.

Prodromou y Dunne (2017) proponen unos elementos y disposiciones que introducen nuevos constructos y principios que adaptan las definiciones anteriores a la era de los datos abiertos (disponibles de forma libre para todo el mundo). Prodromou y Dunne presentan dos ramas: 1) Elementos de conocimiento, compuesto a su vez de: i) Grandes ideas: datos abiertos, datos grandes, conjuntos de datos variables, visualización de datos, correlación y causalidad. ii) Lenguaje. iii) Contexto. iv) Vista crítica de los datos. 2) Elementos de disposición: i) Capacidad para considerar el contexto, la correlación, la causalidad. ii) Capacidad para evaluar datos: evaluar la calidad de la evidencia, como buscar información sobre las fuentes de datos; concebir las estadísticas como modelos para ajustar los datos; y percibir las estadísticas como orientadas a la acción y visualización de los datos, por lo que se necesitará una comprensión de las técnicas adecuadas para analizar datos de gran volumen.

Schild (2017) considera dos definiciones en función de si se considera como habilidad o como disciplina: 1) Como habilidad, la alfabetización estadística es la capacidad de leer e interpretar las estadísticas más relevantes para los consumidores y los tomadores de decisiones. 2) Como disciplina, la alfabetización estadística estudia el significado de las estadísticas más pertinentes para los consumidores y los tomadores de decisiones.

Como vemos, la definición de qué es ser estadísticamente alfabeto o culto, es una tarea ardua, aunque, por lo general, las diferentes definiciones publicadas en la literatura son variaciones o simples puntos de vista de definiciones anteriores, principalmente la de Wallman (1993). Por ejemplo, la definición de Sutherland y Ridgway (2017) incide en que la definición de Wallman es demasiado pasiva ya que utiliza verbos como 'comprender', 'apreciar' y 'evaluar' que no reflejan la participación activa del consumidor de datos. Como indica Schild (2017), hay una dificultad para llegar a un acuerdo sobre una definición, que sea aceptada de forma general. Razón por la que el proyecto GAISE (2016) en su nueva edición, enfatiza más en el pensamiento estadístico que en la alfabetización, al contrario de la versión GAISE (2005). El porqué de tantas definiciones no está claro, pero como señala Schild, quizás puede ser debido a que la alfabetización estadística implica dos palabras y no hay acuerdo sobre si el término alfabetización es primario o secundario respecto del término estadístico.

En el presente estudio se considera esencial distinguir, al menos, cuatro niveles de conocimiento, competencia y disposición sobre el tratamiento e interpretación de los datos, relacionados con el sentido estadístico. El primer nivel, que se asocia propiamente al de alfabetización estadística, se corresponde con el sentido estadístico (Batanero, 2013) que se puede y debe desarrollar en los niveles de educación primaria y secundaria obligatoria. De este modo se liga a la cultura estadística que debe tener cualquier ciudadano. Un segundo nivel corresponde al sentido estadístico que se debe desarrollar en bachillerato y estudios universitarios de carácter general, no ligados a ninguna especialización, que son preparatorios para cursos especializados posteriores. Un tercer nivel se puede asociar al sentido estadístico desarrollado en cursos especializados para el ejercicio profesional (psicólogos, economistas, biólogos, etc.) en los cuales los problemas y técnicas estadísticas que se estudian y deben dominarse pueden ser avanzadas, pero con tratamientos no necesariamente formales y ligados a los contextos de aplicación. El cuarto nivel corresponde al profesional que aborda cualquier problema con métodos formales generales y desarrolla nuevos recursos para su resolución cuando sea necesario. En el siguiente apartado analizamos con más detalle los componentes del sentido estadístico que corresponden al primer nivel, esto es, a la alfabetización estadística.

Componentes de la alfabetización estadística

Hay componentes de la alfabetización estadística que son básicos en la mayoría de las definiciones, como los relacionados con las destrezas lingüísticas, los conocimientos y destrezas estadísticas, conocimientos y procedimientos matemáticos, el contexto, las intuiciones, las actitudes y las habilidades críticas. En los siguientes apartados describiremos cada uno de estos elementos.

2.1.1 Destrezas lingüísticas y conocimientos de terminología estadística

Para hacer frente a los mensajes estadísticos, los lectores tienen que ser conscientes de que los significados de ciertos términos estadísticos utilizados en los medios de comunicación (por ejemplo, aleatorio, representativo, porcentaje, promedio, fiable) pueden ser diferentes de su significado coloquial o cotidiano. Los mensajes pueden utilizar términos técnicos de una manera profesional adecuada, pero también pueden

contener jerga estadística que es ambigua o errónea (Laborde, 1990; Gal, 1999). Por ejemplo, algunos medios de comunicación tienden a emplear las convenciones de comunicación de los resultados estadísticos, como refiriéndose a un “error de muestreo” (o “margen de error”) cuando se habla de los resultados de las encuestas, pero sin explicar el significado de los términos utilizados (Gal, 2002).

Watson y Kelly (2007) indican que la relación entre el lenguaje y la comprensión del sujeto (en este caso la estadística) es compleja. Como los autores mencionan, hasta hace relativamente poco tiempo, la medición de la comprensión estadística se ha centrado en procedimientos con respuestas numéricas y no en descripciones de terminología, debido principalmente a que los profesionales que analizan la alfabetización estadística, tienen tendencia a centrarse más en aspectos procedimentales, como encontrar probabilidades de eventos, dibujar gráficas o calcular promedios, que en la alfabetización. Los aspectos de alfabetización como comunicar resultados o ser capaces de describir los conceptos involucrados correctamente, a menudo reciben poca o ninguna atención.

La estadística requiere de la comprensión básica de los conceptos estadísticos, mientras que la alfabetización requiere de la capacidad de expresar esa comprensión en palabras, no en fórmulas matemáticas, por tanto, se ha de hacer hincapié en poder describir adecuadamente el significado de los conceptos que son la base del pensamiento estadístico.

Cuando se trabaja con terminología específica, las cuestiones de comprensión también están relacionadas con la especificidad o generalidad con la que se expresa el significado y cómo esto puede crear dificultades de comunicación cuando se introducen diferentes contextos. Por tanto, el interés de los profesionales encargados de la enseñanza de la estadística, tienen que ir más allá de la descripción de los niveles de comprensión del concepto personal de los estudiantes. Se trata de la cuestión de si es posible mejorar la capacidad de los estudiantes para explicar el vocabulario estadístico y, en caso afirmativo, cuánto tiempo puede durar la mejoría, ya que es probable que la enseñanza específica del vocabulario produzca los resultados deseados a corto plazo. Es por ello que se plantea necesario una formación más específica para los profesores en este campo, ya que como demuestran algunas investigaciones (Malone y Miller, 1993; Miller, 1993) algunos profesores de matemáticas no siempre usan una terminología correcta en su

lenguaje de instrucción, y en su lugar utilizan el lenguaje cotidiano. Como indican Watson y Kelly (2007) algunos profesores pueden incluso sentirse incómodos con la terminología estadística y, por lo tanto, evitar el uso de estos términos en la instrucción para evitar tener que explicar a la clase el significado de los conceptos formales subyacentes. Esto puede provocar una problemática ya que algunos términos tienen acepciones diferentes en su uso diario y su uso especializado (Watson y Kelly, 2007).

La capacidad de discernir el significado de los términos estadísticos dentro de los contextos de lenguaje natural es un aspecto primordial, dado que esta es la manera, como indica Schmit (2010), en la que la mayoría de los estudiantes se encontrarán con la estadística en la vida cotidiana.

2.1.2 Conocimientos y destrezas estadísticas

Como indica Batanero (2002), es necesario educar los componentes conceptuales y procedimentales básicos de la estadística. Según Moreno (1998) esto incluiría la comprensión de ideas básicas sobre gráficos, resúmenes estadísticos, diferencia entre estudios observacionales y experimentales, encuestas, incertidumbre, probabilidad y riesgo. Posteriormente se pueden relacionar estas ideas con otras áreas y adquirir los rudimentos de comprensión del método científico y los conceptos y procesos implicados en el análisis de datos.

¿Cuáles serían las áreas básicas de la estadística que se necesitarían conocer? Algunos autores, siguen la línea de Holmes (1980), que identificó cinco áreas básicas de la estadística: recopilación de datos; tabulación y representación de datos; reducción de datos; probabilidad; y por último, la interpretación.

Básicamente, se ha de pretender que el consumidor de estadísticas progresivamente sea capaz de ver el conjunto de datos como un todo, describir su forma y usar las características estadísticas para comparar conjuntos de datos. Como indica Holmes (1980), estos deben considerar que los datos son muestras recogidas de poblaciones mayores y llevar a cabo investigaciones y proyectos, considerando el ciclo: formular preguntas, recoger datos y representarlos. Analizar si sus datos proporcionan la información necesaria para responder a sus preguntas. Podrían recoger datos o usar otros disponibles en la escuela o en su entorno. La experiencia con una variedad de gráficos les

permitirá comprender los valores en los ejes horizontal y vertical, la utilidad de las escalas y cómo representar el cero en una gráfica. Los estudiantes deberían también usar programas de ordenadores que les ayuden a representar gráficos, por ejemplo, las hojas de cálculo o softwares especializados.

Gal (2002) propone como base de la alfabetización estadística cinco conocimientos estadísticos: 1) Conocer qué datos son necesarios y cómo se producen; 2) La familiaridad con los términos básicos e ideas relacionadas con la estadística descriptiva; 3) La familiaridad con los términos básicos e ideas relacionadas con las gráficas y tablas; 4) Nociones básicas de comprensión de probabilidad; y 5) Saber realizar conclusiones o inferencias. Los conocimientos descritos por Gal hacen referencia a que la alfabetización se puede describir como un subconjunto mínimo de “habilidades básicas” que se esperan de todos los ciudadanos, en oposición a un conjunto más avanzado de habilidades y conocimientos que sólo algunas personas pueden lograr. En este sentido, la alfabetización estadística puede ser entendida como el conocimiento mínimo de conceptos y procedimientos básicos sobre estadística. Sin embargo, cada vez más el término alfabetización, sugiere un amplio cúmulo no sólo del conocimiento de hechos y ciertas habilidades formales e informales, sino también de un conocimiento general de la estadística (Batanero, 2002).

Wild y Pfannkuch (1999) presentaron un modelo que describe las cinco componentes fundamentales del conocimiento estadístico: 1) *Reconocer la necesidad de los datos*: comprender que muchas situaciones de la vida cotidiana dependen de que los datos hayan sido recogidos en forma adecuada. 2) *Transnumeración*: Los autores usan esta palabra para indicar la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. Puede haber tres tipos de transnumeración: i) a partir de la medida que “captura” las cualidades o características del mundo real; ii) al pasar de los datos brutos a una representación tabular o gráfica que permita extraer sentido de los mismos; iii) al comunicar este significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros. 3) *Percepción de la variación*. La recogida adecuada de datos y los juicios correctos a partir de los mismos requieren la comprensión de la variación que hay y se transmite en los datos, así como de la incertidumbre originada por la variación no explicada. La estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación y

aprender del contexto. 4) *Razonamiento con modelos estadísticos*. Cualquier herramienta estadística, incluso un gráfico simple, una línea de regresión o un resumen puede contemplarse como modelo, puesto que es una forma de representar la realidad. Lo importante es diferenciar el modelo de los datos y al mismo tiempo relacionar el modelo con los datos. 5) Integración de la estadística y el contexto: Es también un componente esencial del razonamiento estadístico.

Finzer (2013) destaca conocimientos importantes para comprender el mundo a través de la estadística: 1) Reconocer la necesidad de datos para obtener información; 2) Buscar en los datos: cuestionarse ¿Qué datos podrían ser útiles para llegar a conclusiones, obtener información, o construir argumentos? 3) Graficar los datos: Construir representaciones gráficas que sean potencialmente útiles para crear patrones en los datos; patrones que son difíciles de discernir mirando una tabla; 4) Sumergirse en los datos: Usar medidas, buscar el contexto detrás de los datos; 5) Desarrollar una postura crítica hacia la calidad y procedencia de los datos. Por ejemplo, cuestionarse ¿Cómo se recogieron los datos? ¿Cómo se definen las variables? ¿Por qué, con qué propósito y qué interés han tendido los datos recogidos?

2.1.3 Conocimientos matemáticos

Las matemáticas que hay que saber para entender los conceptos estadísticos más sofisticados han sido fuente de debate entre los estadísticos y los educadores matemáticos (Moore, 1997). Aunque la estadística a menudo se considera como una rama de las matemáticas, la estadística es una disciplina que implica actividades no matemáticas (Cobb y Moore, 1997), debido principalmente a la dependencia estadística de los datos y el contexto (Cobb y Moore, 1997; delMas, 2004). Pero para una comprensión adecuada de los resultados estadísticos básicos se requiere de una familiaridad, intuición y cierta medida formal con procedimientos matemáticos subyacentes o cálculos utilizados para generar estadísticas (Garfield y Gal, 1999).

Los consumidores de estadísticas necesitan tener habilidades numéricas a un nivel suficiente para permitir la interpretación correcta de los datos utilizados en los informes estadísticos (Gal, 2002). Como DeVeaux y Velleman (2008) señalan, el reto de la enseñanza de la estadística es enseñar una amplia variedad de habilidades que, en su mayoría, requieren juicio además de la manipulación matemática.

Los ejemplos relativos a porcentajes, cálculos de medias y medianas en los medios de comunicación implican cierta familiaridad con su obtención, por tanto, al menos de manera informal, deben conocer algunas de las matemáticas involucradas en la generación de ciertos indicadores estadísticos, así como la conexión matemática entre los estadísticos de resumen, las gráficas o tablas y los datos brutos sobre los que se basan (Gal, 2002).

Un conocimiento formal de estadística proporciona recursos importantes para el funcionamiento eficaz en entornos que valoran la información y la aritmética, ya que son fundamentales para tomar decisiones basadas en datos numéricos (Gal, 2002; Utts, 2003).

2.1.4 Habilidades críticas

Schild (2000) afirma que para ser estadísticamente cultos debemos de ser capaces de preguntarnos si una afirmación puede ser verdadera en lugar de si es verdadera.

Las personas que reciben información estadística deben estar preocupados por la validez de los mensajes, su naturaleza y la credibilidad de las pruebas en que la información o las conclusiones se presentan, y ser capaces de reflexionar sobre posibles interpretaciones alternativas a las conclusiones que se les comunica (Gal, 1994; Garfield y Gal, 1999). Un ejemplo claro es la investigación de Orcutt y Turner (1993) que muestran cómo algunos medios de comunicación analizan selectivamente, manipulando intencionadamente, los datos para crear una imagen pública diferente de la real, seleccionando a conveniencia solamente algunos de los datos o usando métodos gráficos para aumentar pequeñas diferencias porcentuales. Este caso es tratado por Paulos (1995), quien señala que los mensajes pueden hacerse más sobresalientes y aterradores con la elección de valores absolutos o por el contrario puede restar importancia a ellos mediante el uso de la tasa de incidencia.

Gal (2002) presenta una serie de cuestiones "preocupantes" acerca de los mensajes estadísticos que todo consumidor de datos ha de plantearse:

1. ¿De dónde vienen los datos (en los que se basa esta afirmación)? ¿Qué tipo de estudio era? ¿Es este tipo de estudio razonable en este contexto?
2. ¿Se utilizó una muestra? ¿Cómo se tomaron muestras? ¿Cuántas personas realmente participaron? ¿Es la muestra lo suficientemente grande? ¿La muestra

- incluye personas / unidades que son representativos de la población? ¿Se obtiene la muestra sesgada de alguna manera? En general, ¿podría esta muestra razonablemente conducir a inferencias válidas sobre la población objetivo?
3. ¿Qué tan confiables o precisos fueron los instrumentos o medidas (pruebas, cuestionarios, entrevistas) utilizados para generar los datos informados?
 4. ¿Cuál es la forma de la distribución subyacente de los datos en bruto (en el que se basa este resumen estadístico)? ¿Importa cómo se forma?
 5. Son las estadísticas reportadas apropiadas para este tipo de datos, por ejemplo, ¿es un promedio, utilizado para resumir los datos ordinales, un modo un resumen razonable?
 6. ¿El gráfico se ha creado apropiadamente?, ¿Qué ocurre si se distorsionan las tendencias en los datos?
 7. ¿Cómo se derivó esta afirmación probabilística? ¿Hay suficientes datos creíbles para justificar la estimación de la probabilidad dada?
 8. En general, ¿son las afirmaciones hechas sensibles y apoyadas por los datos? por ejemplo, ¿se confunde la correlación con la causalidad?
 9. ¿Los datos están disponibles para poder evaluar la sensibilidad de los argumentos, la información o procedimientos adicionales? ¿Les falta algo? por ejemplo, ¿el escritor “convenientemente ha olvidado” especificar la base de unos datos, o el tamaño real de la muestra?
 10. ¿Hay interpretaciones alternativas para el significado de los resultados? por ejemplo, ¿un valor intermedio o toda una variable moderadora afectados los resultados? ¿Hay implicaciones adicionales o diferentes que no se mencionan?

2.1.5 Intuiciones

Trabajos como los de Kahneman, Slovic y Tversky (1982) hacen hincapié en la investigación psicológica sobre el razonamiento humano en situaciones de incertidumbre, y en particular muestran que las intuiciones en el campo de la probabilidad y estadística nos engañan con frecuencia. Al enfrentarnos a las situaciones cotidianas y tareas profesionales en que es preciso tomar decisiones basadas en la evaluación de datos o probabilidades utilizamos heurísticas inconscientes que nos llevan a suprimir una parte de la información y producen decisiones sesgadas.

Un ciudadano estadísticamente culto debe ser capaz de controlar sus intuiciones sobre el azar, diferenciar las que son correctas e incorrectas y aplicar el razonamiento estadístico para controlar sus intuiciones en las situaciones de riesgo y toma de decisión. Sin embargo, los alumnos llegan a la universidad con conocimientos casi nulos e intuiciones incorrectas sobre estadística y probabilidad, que les dificultarán la comprensión posterior de los conceptos de inferencia (Carrera, 2002).

Como indica Batanero (2002), las intuiciones erróneas no se corrigen con una mera enseñanza expositiva, ni tampoco con la ejercitación en el cálculo o en la resolución de problemas rutinarios, será por tanto necesario que la introducción de la estadística en las escuelas vaya acompañada de una renovación de los métodos de enseñanza, para que llegue a ser realmente efectiva y que minimice las intuiciones erróneas.

2.1.6 Actitudes

La cultura no es solamente conocimiento y capacidad. La parte emocional: sentimientos, valores, actitudes, es también un componente importante de la educación. Como indica Batanero (2002), una persona puede ser brillante en la resolución de problemas estadísticos y poseer un vasto conocimiento de conceptos y desconocer las aplicaciones de la estadística y el papel que juega en la sociedad. Por ejemplo, podría conocer todo esto, y, sin embargo, odiar la materia, menospreciar su valor o estar convencido que la mayor utilidad de la estadística es la posibilidad de usarla para manipular la verdad.

Gal et al. (1997) definen las actitudes como una suma de emociones y sentimientos que se experimentan durante el período de aprendizaje de la materia objeto de estudio. Son bastante estables, se expresan positiva o negativamente (agrado/desagrado, gusto/disgusto) y pueden referirse a elementos vinculados externamente a la materia (profesor, actividad, libro, método de enseñanza etc.). Según Gal y Ginsburg (1994) las actitudes y creencias y especialmente las negativas, pueden tener un impacto directo en el clima de la clase y llegar a constituir un auténtico bloqueo del aprendizaje si no se controlan.

Como sugiere Cox (1997), ha habido un aumento notable del uso de ideas estadísticas en diferentes disciplinas, que se observa en las revistas científicas y en la

creciente implicación de los estadísticos en los equipos de trabajo interdisciplinario. Sin embargo, como indica Batanero (2001) la estadística se usa de forma incorrecta, no se comprenden conceptos aparentemente elementales y no hay una valoración suficiente del trabajo del estadístico, dentro de los equipos de investigación, por lo que la actitud hacia la estadística suele ser negativa. En el mismo sentido, Gordon (2004) y Wilensky (1995, 1997), en varios estudios sobre percepción hacia estadística, indican que la mayoría de los estudiantes tienen una visión negativa de la estadística.

Estrada, Batanero y Fortuny (2004) indican que aquellos individuos que no han estudiado nunca estadística son los que presentan actitudes más negativas, por lo que hacen hincapié en la necesidad de potenciar la formación para mejorar la educación estadística.

Por el contrario, una buena actitud hacia la estadística puede conllevar a una adecuada concepción de los elementos estadísticos. En este sentido, Evans (2007) examinó la relación entre las actitudes y concepciones hacia la estadística. Los resultados de este estudio mostraron una correlación significativa entre las actitudes positivas y concepciones precisas sobre la estadística.

2.1.7 Interés

En el contexto estadístico, los altos niveles de ansiedad estadística reportada por Onwuegbuzie y Wilson (2003) y la escasez de estadísticos calificados (Trewin, 2005) podrían ser el resultado de que los estudiantes desarrollaran un efecto negativo hacia la alfabetización estadística durante la adolescencia. Según Gal et al. (1997), los estudiantes pueden transferir sus percepciones hacia las matemáticas al dominio de la estadística.

Carmichael et al. (2010) sugieren que los factores que influyen en el desarrollo del interés hacia la estadística pueden clasificarse en factores ambientales e individuales. Aunque el entorno social puede jugar un papel importante en su desarrollo. El autor divide el interés relacionado con la alfabetización estadística en dos vertientes. La primera relacionada con intereses individuales, metas, creencias y conocimientos y la segunda con el interés individual por el interés situacional. En este contexto, Carmichael y colaboradores muestran que las estrategias pedagógicas promueven el interés hacia la estadística. Por ejemplo, el uso de clips de vídeo que muestre aplicaciones de la estadística

a la vida real (Allredge et al., 2006); incorporación de actividades estadísticas en cuentos (D'Andrea y Waters, 2002); utilización de escenarios reales, basados en personas (Leong, 2006); realización de proyectos (Batanero et al., 2011), etc. Sin embargo, algunas pruebas sugieren que las prácticas pedagógicas dirigidas a mejorar el interés hacia la estadística, de hecho, promueven actitudes hacia la clase, curso o hacia el maestro en particular donde se produce el aprendizaje, pero no hacia el campo de la estadística (D'Andrea y Waters, 2002).

Otros autores enfatizan el uso del contexto para fomentar el interés hacia la estadística. Hannigan, Hegarty and McGrath (2014) abordan que el uso del contexto en la enseñanza de la estadística puede reducir la ansiedad de los estudiantes y la percepción de su dificultad al comienzo de su experiencia de aprendizaje y alentar a los estudiantes en su uso futuro.

2.1.8 Contexto

Una correcta interpretación de los mensajes estadísticos depende de la capacidad para colocarlos en un contexto (Gal, 2002). Pero como indican Bond, Perkins y Ramírez (2012) existe cierta confusión con respecto al término estadística o sobre los contextos de la vida donde esta se utiliza. La consideración del contexto es fundamental para el pensamiento estadístico, y cualquier enseñanza de la estadística debe incorporar este aspecto. Por ejemplo, Chick y Pierce (2011) enfatizan la importancia del contexto en la enseñanza de la estadística, donde la utilización de datos del mundo real puede motivar el aprendizaje de los principios estadísticos.

Gal (2002) estudia la capacidad de las personas para actuar como eficaces "consumidores de datos" en diversos contextos de la vida. Estos contextos surgen, por ejemplo, cuando la gente está en casa y ve la televisión o lee un periódico, cuando ven los anuncios, cuando visita Internet, cuando participan en actividades de una comunidad o asisten a un evento cívico o político, cuando leen los materiales o escuchan informes en el trabajo, etc. Los contextos incluyen, pero no se limitan, a la exposición de los medios impresos y visuales, y representan los momentos en que los ciudadanos se enfrentan a "ambientes" cargados de información. En tales contextos, la información estadística puede ser representada de tres maneras: a través de texto (escrito u oral), números y símbolos, gráficos y tablas, o a menudo en alguna combinación de estos (Achugar, 2012).

Moore (1990) argumenta que el contexto es la fuente de sentido y base para la interpretación de los resultados estadísticos. Si un oyente o un lector no está familiarizado con el contexto en el que se recogieron los datos, puede que no pueda percibir que un estudio podría ir mal (Gal, 2002). El conocimiento del contexto, combinado con algunas habilidades de alfabetización, son requisitos previos para permitir la reflexión crítica acerca de los mensajes estadísticos y para la comprensión de las implicaciones de los resultados percibidos.

Prodromou y Dunne (2017) indican que la práctica de articular el contexto permite la canalización de la exploración y una atención crítica más profunda. Los autores inciden en la necesidad del conocimiento de diferentes contextos, ya que estos generan diferentes tipos de datos, y consideran una amplia gama de fuentes (por ejemplo, datos web, datos científicos, datos de gráficos, datos de transición, etc.). Si un consumidor no conoce el contexto en el que se generan los datos, es muy difícil que identifique las relaciones que se establecen entre ellos.

Reflexiones finales

Como queda expuesto en este trabajo, la cultura o alfabetización estadística es un concepto que trata de dar sentido a un conglomerado de elementos en continua evolución. Las definiciones expuestas presentan los elementos básicos que toda persona ha de conocer para poder identificar correctamente la información estadística que podemos encontrar en cualquier lugar, pero también presentan los elementos fundamentales que se han de impartir en la enseñanza obligatoria. Como refiere Engel (2017), es esperable que nuestros estudiantes se conviertan en ciudadanos activos que puedan entender las estadísticas de la esfera pública (medios de comunicación, productores de estadísticas oficiales, etc.). Es por ello, que tenemos que provocar que estos puedan comprobar por su cuenta la validez de los datos a partir de una base de conocimientos sólida, incluyendo el conocimiento del contexto y las matemáticas básicas; que estén familiarizados con (al menos) estadísticas elementales, las herramientas gráficas y numéricas apropiadas para la representación de datos; que tengan un pensamiento crítico y una disposición a comprometerse con la evidencia. Por tanto, existe la necesidad de incorporar a los

currículos introductorios de matemáticas, elementos fundamentales de la educación estadística para conseguir estudiantes estadísticamente cultos.

Agradecimientos: Trabajo realizado en el marco de los proyectos FCT-1610974, EDU2016-74848-P y del Grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Achugar, E. (2012). *Textos discontinuos: ¿Cómo se leen? La competencia lectora desde PISA*. INEE, Ciudad de México (México).
- Allredge, J. R., Johnson, H. D. y Sanchez, J. J. (2006). Does viewing videos of statistics in action affect student attitudes? En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. International Statistical Institute, Voorburg (The Netherlands).
- Batanero, C. (2001). (Ed.), *Training researchers in the use of statistics*. International Association for Statistical Education e International Statistical Institute, Granada (España).
- Batanero, C. (2002). *Los retos de la cultura estadística*. Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. Buenos Aires(Argentina). Disponible en: <http://www.ugr.es/local/~batanero>.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico. Componentes y desarrollo. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 55-61). Granada (España).
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 83, 7-18.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Arteaga, P. (2011) Enseñanza de la estadística a través de proyectos. En Batanero, C. y Díaz, C. (Eds.). *Estadística con proyectos* (pp. 9-46). Granada (España).
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Kluwer Academic, Dordrecht (The Netherlands).

- Bond, M. E., Perkins, S. N. y Ramirez, C. (2012). Students' perceptions of statistics: an exploration of attitudes, conceptualizations, and content knowledge of statistics. *Statistics Education Research Journal*, 11(2), 6-25.
- Broers, N. J. (2006). Learning goals: The primacy of statistical knowledge. En *Proceedings of the 7th Annual Meeting of ICOTS* (Vol. 7).
- Burrill, G. y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education - A joint ICMI/IASE study* (pp. 57-69). Springer, Dordrecht (The Netherlands).
- Carmichael, C., Callingham, R., Hay, I. y Watson, J. (2010). Statistical Literacy in the Middle School: The Relationship between Interest, Self-Efficacy and Prior Mathematics Achievement. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*, 10, 83-93.
- Carrera, E. (2002). Teaching statistics in secondary school. An overview: From the curriculum to reality. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. IASE, Ciudad del Cabo (South Africa).
- Chick, H. L. y Pierce, R. (2011). Teaching for statistical literacy: Utilising affordances in real-world data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 339-362.
- Cobb, G. y Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *American Mathematical Monthly*, 104(9), 801-823.
- Cox, D. R. (1997). The current position of statistics: a personal view. *International statistical review*, 65(3), 261-276.
- D'Andrea, L. y Waters, C. (2002). Teaching statistics using short stories: Reducing anxiety and changing attitudes. En B. Phillip (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. IASE, Cape Town (South Africa).
- del Mas, R. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79- 95). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (The

Netherlands).

DeVeaux, R. D. y Velleman, P. F. (2008). Math is music; statistics is literature. *Amstatnews*, 365, 54–58.

Engel, J. (2017). Statistical Literacy For Active Citizenship: A Call For Data Science Education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 4449.

Estrada, A., Batanero, C. y Fortuny, J. M. (2004). Un estudio comparado de las actitudes hacia la estadística en profesores en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(2), 263-273.

Evans, B. (2007). Student attitudes, conceptions, and achievement in introductory undergraduate college statistics. *The Mathematics Educator*, 17(2), 24–30.

Finzer, W. (2013). The data science education dilemma. *Technology Innovations in Statistics Education*, 7(2), 1-9.

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Schaeffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report*. American Statistical Association, Alexandria (USA).

GAISE (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education. PreK-12 and College report*. American Statistical Association, Alexandria (USA).

GAISE (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education. College report*. American Statistical Association, Alexandria (USA).

Gal, I. (1994). Assessment of interpretive skills. Summary of working group, *Conference on Assessment Issues in Statistics Education*. Philadelphia (USA).

Gal, I. (1999). Links between literacy and numeracy. *Literacy: An international handbook*, 227-231.

Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.

Gal I. y Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: towards an assesment framework. *Journal of Statistics Education*, 2(2), 1-15.

Gal, I., Ginsburg, L. y Schau, C. (1997). Monitoring attitudes and beliefs in statistics

- education. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 37-51). IOS Press, Amsterdam (The Netherlands).
- Garfield, J., del Mas, R. y Chance, B. (2003). The Web-based ARTIST: Assessment resource tools for improving statistical thinking. En *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago (USA).
- Garfield, J. y Gal, I. (1999). Assessment and statistics education: Current challenges and directions. *International statistical review*, 67(1), 1-12.
- Gordon, S. (2004). Understanding students' experiences of statistics in a service course. *Statistics Education Research Journal*, 3(1), 40-59.
- Gould, R. (2017). Data literacy is statistical literacy. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 22-25.
- Hannigan, A., Hegarty, A. C. y McGrath, D. (2014). Attitudes towards statistics of graduate entry medical students: the role of prior learning experiences. *BMC medical education*, 14(1), 70-77.
- Holmes, P. (1980). *Teaching Statistics*. Foulsham Educational, Slough (United Kingdom).
- Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (1982). *Judgement under uncertainty: heuristics and biases*. Cambridge University Press, Cambridge (United Kingdom).
- Laborde, C. (1990). Language and mathematics. En P. Nesher and J. Kilpatrick (Eds.) *Mathematics and cognition* (pp. 53-69). Cambridge University Press, New York (USA).
- Leong, J. (2006). *High school students' attitudes and beliefs regarding statistics in a service-learning-based statistics course*. PhD thesis, Georgia State University, Atlanta (USA).
- Malone, J. y Miller, D. (1993). Communicating mathematical terms in writing: Some influential variables. In M. Stephens, A. Waywood, D. Clarke y J. Izard (Eds.), *Communicating mathematics: Perspectives from classroom practice and current research* (pp. 177-190). The Australian Council for Educational Research Ltd, Hawthorn (Australia).
- Miller, D. (1993). Making the connection with language. *Arithmetic Teacher*, 40(6), 311-

317.

- Moore, D. (1990). Uncertainty. En L.A. Steen (Ed.), *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (pp. 95-137). National Academies Press, New York (USA).
- Moore, D.S. (1997). New pedagogy and new content: The case of statistics. *International Statistical Review*, 65(2), 123-165.
- Moreno, J. (1998). Statistical literacy: statistics long after school. En *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics* (pp. 445-450). International Statistical Institute, Voorburg (The Netherlands)
- Nicholson, J., Ridgway, J. y McCusker, S. (2013). Statistical literacy and multivariate thinking. En *Proceedings of the 59th World Statistics Congress*. ISI, The Hague (The Netherlands).
- Oceans of Data Institute (2015). *Building global interest in data literacy: a dialogue*. Educational Development Center, Waltham (USA)
- Onwuegbuzie, A. J. y Wilson, V. A. (2003). Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and treatments a comprehensive review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195-209.
- Ottaviani, M. G. (1998). Developments and perspectives in statistical education. En *Proceedings IASS/IAOS Joint Conference, Statistics for Economic and Social Development*, Aguascalientes (Mexico), CD-ROM.
- Orcutt, J.D. y Turner, J.B. (1993). Shocking numbers and graphic accounts: Quantified images of drug problems in the print media. *Social Problems*, 40(2), 190-206.
- Paulos, J.A. (1995). *A mathematician reads the newspaper*. Anchor BooksDoubleday, New York (USA).
- Prodromou, T. y Dunne, T. (2017). Statistical literacy in data revolution era: Building Blocks And Instructional Dilemmas. *Statistics Education Research Journal*, 17(1), 38-43.
- Rumsey, D. J. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 6-13.

- Schiold, M. (1999). Statistical literacy: Thinking critically about statistics. *Of Significance*, 1(1), 15-20.
- Schiold, M. (2000). Statistical literacy and mathematical reasoning. Proceedings of *the Ninth International Conference on Mathematics Education (ICME-9)*, Tokyo (Japan).
- Schiold, M. (2017). *A history of statistical literacy. Technical Report*. [Online: www.StatLit.org/StatLitHistory.htm]
- Schmit, J. (2010). Teaching Statistical Literacy as a Quantitative Rhetoric Course, VOL 31. In *American Statistical Association Joint Statistical Meetings*. Vancouver (Canada).
- Sutherland, S y Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics education research journal*, 16(1), 26-30.
- Trewin, D. (2005). Improving statistical literacy: The respective roles of schools and the National Statistical Offices. In *Twentieth biennial conference of the Australian Association of Mathematics Teachers* (pp. 11-19). Australian Association of Mathematics Teachers, Adelaide (Australia).
- Utts, J. (2003). What educated citizens should know about statistics and probability. *The American Statistician*, 57(2), 74–79.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1–8.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107-121). IOS Press and The International Statistical Institute, Amsterdam (The Netherlands).
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum, Mahwah (USA).
- Watson, J. M. y Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3–46.
- Watson, J. M. y Kelly, B. A. (2007). Sample, random and variation: The vocabulary of statistical literacy. *International Journal of Science and Mathematics*

Education, 6(4), 741-767.

Wild, C. J. (2017). Statistical literacy as the earth moves. *Statistics Education Research Journal*, 16(1) 31-37.

Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

Wilensky, U. (1995). Paradox, Programming and Learning Probability. *Journal of Mathematical Behavior*, 14, 231-280.

Wilensky, U. (1997). What Is Normal Anyway? Therapy for Epistemological Anxiety. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 171-202.

2.2 Marco teórico

Entre las definiciones y modelos de alfabetización estadística que se han mostrado en la revisión de la literatura, la presente investigación se focaliza en el modelo propuesto por Gal (2002). Por tanto, se expone explícitamente la definición que considera dicho modelo, así como las dimensiones y componentes que en él se contemplan.

2.2.1 Modelo de alfabetización estadística propuesto por Gal

La definición de *alfabetización estadística* adoptada en la presente investigación, propuesta por Gal (2002), distingue dos dimensiones interrelacionadas:

- (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)

A su vez para cada una de estas, el autor distingue en su modelo varios elementos de análisis y reflexión sobre las que concretar la definición previamente expuesta. Estableciendo que la primera de ellas engloba componentes relativas al conocimiento (habilidades lingüísticas, destrezas estadísticas, destrezas matemáticas, conocimiento del contexto y evaluación crítica) y la segunda dimensión las relativas a las actitudes o disposiciones (creencias y actitudes, y posicionamiento crítico), se esquematiza el modelo propuesto mediante la Figura 2, describiéndose a continuación las componentes que lo integran.

Figura 2

Representación de modelo alfabetización estadística (Gal, 2002)



Fuente: elaboración propia

La descripción de las componentes clave propuestas por el autor, se resume en:

1. Dimensión cognitiva

- *Habilidades lingüísticas (literacy skills)*: las principales formas de comunicación incluyen la expresión verbal o escrita, tabular o gráfica del mensaje a transmitir. En este sentido, claramente se requieren determinadas destrezas lingüísticas para comprender, así como para argumentar y debatir, aquella información que sea expresada mediante texto, pero también para aquella que se represente en formato tabular o gráfico. En este último caso, es de destacar la comprensión y procesamiento de la información que aparece en el denominado texto circundante, es decir aquel que, acompañando la representación, y formando parte de esta, tales como título, etiquetas, leyendas, escalas o notas, informa de lo que allí se representa. Estos elementos, entre otras cuestiones como por ejemplo aquellas relacionadas con las destrezas

matemáticas, informan sobre el contexto en el que interpretar los datos estadísticos. Este es un nexo entre la alfabetización general y la alfabetización estadística.

Sin embargo, esta competencia en el marco de la alfabetización estadística demanda una mayor dimensión. Esto se debe a que en esta asimismo se requiere la comprensión e interpretación del lenguaje y conceptos puramente estadísticos, diferenciándolos también de su uso cotidiano (por ej. términos tales como confiabilidad, significatividad, ...). Además, ella igualmente engloba la necesidad de hacer inferencias cuando la información es escasa, requiriendo mayor esfuerzo para su desempeño.

- *Destrezas estadísticas*: parece obvio que para comprender e interpretar mensajes estadísticos es necesario el conocimiento de conceptos y procedimientos estocásticos básicos, entre los que se incluye el tema que nos ocupa, la interpretación de gráficos. No obstante, el grado de conocimiento de estos necesario no está consensuado, debiendo considerarse aquel que es necesario para entender los mensajes estadísticos de la vida diaria. Así, el autor contempla 5 cuestiones claves en el conocimiento estadístico básico:
 - a. *Saber por qué se necesitan datos y cómo se pueden producir*. Esto incluye el interés por el origen de los datos, la apreciación del diseño en su comunicación, así como el valor de la información basada en datos como instrumento para la toma de decisiones. Conceptualmente implica conocer, al menos informalmente, nociones como la variación, la reducción a las características relevantes, la identificación de tendencias, el uso de distintas formas de representación de los datos (bien mediante gráficos, tablas o resúmenes estadísticos), la noción de muestreo, de representatividad y de sesgo, o la influencia del proceso del muestreo, así como del tamaño de la muestra de estudio, junto con nociones de inferencia y probabilidad.
 - b. *Familiaridad con términos e ideas básicos relacionados con la estadística descriptiva*, incidiendo en la forma en que por ejemplo las distintas medidas de resumen pueden producir puntos de vista diferentes, e incluso contradictorios, de un mismo fenómeno.

- c. *Familiaridad con términos e ideas básicos* relacionados con presentaciones gráficas y tabulares. En este sentido destaca la realización de la lectura literal de datos en tablas o gráficos, así como el conocimiento de sus convenciones de creación y su adecuado uso, siendo conscientes de su utilización malintencionada en los momentos que lo requieran. Incluye también, los niveles más avanzados de lectura de gráficos de Curcio (1989), contemplando las tendencias, inferencias o proyecciones que se puedan deducir de estos.
- d. *Comprender nociones básicas de probabilidad*, incluyendo ideas sobre azar, sucesos aleatorios, probabilidad de eventos o grado de confianza de ocurrencia de estos, o incluso incapacidad de predicción de determinados sucesos, basándose en la información que producen los datos y la fuente de procedencia de estos.
- e. *Saber cómo se llegan a conclusiones o inferencias estadísticas*, refiriéndose a la idea del conocimiento de cómo se analizan los datos y se llegan a conclusiones, siendo sensibles tanto a la posibilidad de diferentes errores o sesgos, como a la desestimación de conclusiones cuando los datos no muestren su importancia.

Esto hace referencia a la estadística básica que cualquier ciudadano debe conocer para comprender la estadística en el ámbito social, completándose con habilidades y conocimientos más avanzados si se requiere en el campo de actuación personal, por ejemplo, para interpretar y comunicar estadísticas en el ámbito laboral.

- *Destrezas matemáticas* en números, operaciones, proporcionalidad, geometría, álgebra y funciones, y, en general, en cualquier procedimiento matemático básico que subyace a la producción de la información estadística. Habiendo debate sobre el nivel general de matemáticas que se necesita dominar en esta materia, para la alfabetización estadística solo se espera una cantidad limitada de conocimiento matemático, entre los que destacan las habilidades aritméticas, el sentido numérico y la comprensión de términos, que pudiendo resultar muy complejos matemáticamente hablando, se dominan en el ámbito informal, tales como el concepto de porcentaje.

- *Conocimiento del contexto*: es la fuente de significado y la base para la interpretación de los resultados obtenidos (Moore, 1990) y, en parte, depende del detalle y claridad de la información representada, siendo determinante para identificar las fuentes de variación y error, así como para su correcta interpretación. Es especialmente relevante ante estadísticas en las que los medios de comunicación hayan sesgado los datos para crear las opiniones deseadas. Como se mencionaba anteriormente, este conocimiento en conjunción con las habilidades lingüísticas son la base para la reflexión crítica de los mensajes estadísticos.
- *Evaluación crítica*, de los mensajes estadísticos que conduzcan a interpretaciones y juicios bien fundamentados. En este sentido, destaca que los datos pueden enfatizarse o ignorarse para ceñirse mejor a necesidades específicas, produciendo informaciones sesgadas. Por ello, debe procurarse examinar la información así representada, tomando en consideración, entre otras, la validez de los mensajes, su naturaleza y la credibilidad de la evidencia subrayada. Para ello el autor propone una serie de cuestiones preocupantes que han sido descritas en la sección 2.1.4, que pueden utilizarse, entre otras, para la realización de dicha evaluación crítica.

Claramente las componentes descritas no funcionan de forma independiente, sino que también están relacionadas como hemos visto, por ejemplo, en la propia descripción de las componentes de habilidades lingüísticas y conocimiento del contexto, o en la de destrezas matemáticas y destrezas estadísticas. Asimismo, se puede pensar en las interrelaciones de cada una de ellas con el resto, del mismo modo que la evaluación crítica interactúa con todas las restantes.

2. Dimensión actitudinal

Comprende la participación activa en la interpretación, argumentación y comunicación de la información estadística que se recibe, supone activar las componentes de conocimiento descritas, y bajo ella se engloban los conceptos disposicionales interconectados que se presentan a continuación.

- *Disposición crítica*, o cuestionadora hacia la información estadística pudiendo y queriendo invocar las preguntas que susciten preocupación ante la interpretación de información basada en datos.

- *Creencias y actitudes*, que habitualmente subyacen en la postura crítica. Ambos términos se consideran en el sentido descrito por (McLeod, 1992) en el que las actitudes se consideran como sentimientos intensos, relativamente estables y desarrollados por la internalización de respuestas emocionales. Las creencias se entienden como ideas u opiniones individuales, que necesitan tiempo para desarrollarse y en los que los factores culturales juegan un papel importante en su desarrollo, siendo estables y bastante resistentes al cambio en comparación con las actitudes. En este sentido, la propensión al razonamiento lógico, la curiosidad y el pensamiento de mente abierta (Baron, 1988), así como la autopercepción de dominio estocástico, la seguridad y la comodidad en estados de incertidumbre, juegan un papel esencial.

El marco teórico del trabajo se modifica convenientemente en el diseño del instrumento de recogida de información, para la formulación de las actividades a realizar sobre los diferentes gráficos de estudio. Tales modificaciones, aunque incluidas también como parte del Estudio 2, se muestran en la Tabla 1 que describe las componentes de Gal con adaptaciones propias consideradas.

Tabla 1

Componentes de la cultura estadística (modelo Gal, 2002, con adaptaciones propias)

DIMENSIÓN COGNITIVA	DIMENSIÓN AFECTIVA
Destrezas lingüísticas: Destrezas sobre la lengua natural, procesamiento textual, tabular y gráfico. Capacidad de lectura y comunicación de la información de forma oral o escrita.	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: Conocer por qué se necesitan los datos y cómo se obtienen Familiaridad con los términos e ideas básicas sobre la estadística descriptiva Familiaridad con las visualizaciones gráficas, tabulares y su interpretación (competencia gráfica y transnumeración) Comprensión de nociones básicas de probabilidad 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: <ul style="list-style-type: none">• Números y operaciones• Proporcionalidad• Geometría• Álgebra• 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: <ul style="list-style-type: none">• Personal• Profesional• Social• 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.

2.2.2 Marcos teóricos específicos

Los resultados se articulan en relación a las cuestiones desarrolladas en el instrumento de recogida de información con el fin de analizar la alfabetización estadística y cada una de las componentes descritas en el modelo de Gal (2002). No obstante, para cada una de las facetas analizadas se consideran los denominados marcos teóricos específicos. La inclusión de estos se considera pertinente en la medida que, junto con la fundamentación general del estudio, dichas concepciones teóricas ayudan a establecer el grado de consecución de la/s componente/s considerada/s. Los distintos estudios de resultados de la presente investigación detallan y sitúan históricamente tales fundamentaciones. No obstante, se contempla en este apartado las más relevantes para la

investigación, estableciendo la relación con las distintas componentes consideradas. Notar que, aunque se pretenden estudiar las distintas componentes del modelo de alfabetización estadística de forma específica, como se ha comprobado, en ocasiones y debido a la interrelación entre las distintas facetas analizadas, resulta inviable.

Para la *evaluación crítica* de la información representada mediante gráficos estadísticos, analizada en el Estudio 3, se ha profundizado el análisis de esta componente descrita en el marco teórico general mediante los modelos de Watson y Callingham (2003) y Weiland (2017). El primer modelo establece dos niveles de conocimiento estadístico: el *nivel crítico*, que establece un compromiso crítico y cuestionador que implica el uso apropiado de la terminología, la interpretación cualitativa del azar y la apreciación de la variación; y el *nivel crítico matemático*, en el que se exige un compromiso crítico y cuestionador con el contexto, particularmente en contextos de medios o de azar, mostrando aprecio por la necesidad de incertidumbre al hacer predicciones e interpretando aspectos sutiles del lenguaje. Por su parte, Weiland (2017) en su marco de cultura estadística crítica, propone dos niveles de alfabetización estadística el *nivel de cultura estadística* y el *nivel de cultura estadística crítica*. Desde el primer nivel, y más elemental, se enfatiza la necesidad de evaluar la fuente, la recopilación y la generación de informes que contengan información estadística. El nivel más alto, además, y entre otras cuestiones, se debe comprender cómo influye esta en la interpretación de la información.

Para *evaluar el nivel de lectura gráfica*, y por ende las destrezas estadísticas y matemáticas, Estudio 4, se contemplan las principales investigaciones al respecto tales como la de Bertin (1983), Curcio (1989), Friel et al. (2001) o Arteaga et al. (2011). De entre los modelos descritos, el estudio se desarrolla sobre el propuesto por Friel et al. (2001) quienes partiendo de la clasificación propuesta por Curcio (1989), con tres niveles de concreción (*leer entre los datos*, *leer dentro de los datos* y *leer más allá de los datos*), los autores la extienden definiendo un cuarto nivel: "*leer detrás de los datos*". Así la evaluación incluye desde el nivel más básico, de lectura literal del gráfico, hasta este nivel más avanzado en el que, además de valorar críticamente el método de recogida, validez y fiabilidad de los datos, extiende la evaluación a las posibilidades de generalización de las conclusiones. Focalizando el interés en este último nivel, se considera el modelo de Aoyama (2007), el cual considera i) el *nivel racional/literal*, en el que aun realizando una lectura, identificación de tendencias y predicción correctas, no se cuestiona la

información; ii) el *nivel crítico*, en el que además de lo anterior se evalúa la fiabilidad de la información pero no se formulan hipótesis para explicar discordancias entre datos e interpretación; y, iii) el *nivel hipotético*, en el que se lee el gráfico, se interpreta y se evalúa la información, formando hipótesis y modelos propios.

Complementando al modelo teórico general expuesto, para determinar el nivel de *destrezas lingüísticas*, relacionadas también con el *conocimiento del contexto*, Estudio 5, se ha considerado el descrito por Watson y Moritz (2000). Los autores establecen tres niveles, i) el *nivel más elemental*, concerniente a una comprensión básica de la terminología estadística; ii) *un nivel intermedio*, cuando se integran estos en una discusión social; y, iii) el *nivel sofisticado*, relacionándose este con una actitud de cuestionamiento.

En el estudio de la pertinencia de los gráficos estadísticos utilizados y la detección de los sesgos que estos presentan, se evalúa la *destreza estadística* (Estudio 6). Para ello se hace referencia a los distintos grandes modelos tales como el de Kosslyn (1985) y Curcio (1989), así como a aquellos más actuales sobre los que se basa el estudio (Arteaga et al., 2011). Así, mientras que Kosslyn (1985) diferencia entre 4 componentes estructurales: i) el fondo del gráfico, ii) su estructura, iii) el contenido pictórico y, iv) el título y etiquetas del gráfico, los demás autores previamente mencionados y Arteaga et al. (2011) establecen solo 3. La descripción de los componentes estructurales de Curcio (1989) como: i) conocimiento matemático, ii) título y etiquetas, y , iii) convenios específicos en cada tipo de gráfico, en concreto, la tercera de ellas, nos sugiere el estudio de la pertinencia de la utilización de gráficos estadísticos como resultado clave de nuestra investigación. No obstante, los resultados se analizan considerando el modelo de Arteaga et al. (2011) cuyas componentes estructurales quedan especificadas por: i) títulos y etiquetas, ii) el marco del gráfico, y, iii) los especificadores. Desde esta perspectiva no solo se evalúa el conocimiento estadístico sino también se evidencia carencias en cuanto al Conocimiento Especializado del Profesor en Matemáticas (MTSK) (Aguilar et al., 2013) tales como el conocimiento de dificultades, errores y obstáculos en el aprendizaje de dichos contenidos matemáticos.

Pfannkuch y Wild (2004) describen la *transnumeración* como representaciones de datos cambiantes para engendrar comprensión, capturar las características de una situación real y comunicar mensajes presentes en los datos. Así, aunque en principio la relación con las componentes de conocimiento de *destrezas matemáticas y estadísticas* es directa, en el estudio también se analiza de forma implícita el *conocimiento del*

contexto. Así, ciertos autores como English y Watson (2018) refieren el papel específico del contexto en la transnumeración, así como el papel de esta en la interpretación y comprensión de los datos en un contexto dado. Particularmente para la evaluación de las destrezas matemáticas y estadísticas previamente mencionadas (Estudio 7), se considera el marco de transnumeración propuesto por Chick (2004) para encontrar el comportamiento de los datos, en el que detalla las principales técnicas transnumerativas, así como la caracterización del pensamiento transnumerativo mediante las etapas descritas por Chick et al. (2005) i) *captación de los datos del mundo real*, ii) *reorganización y cálculo a partir de los datos*, y iii) *comunicación de los datos*.

Finalmente, para evaluar las disposiciones, y cómo estas son esenciales para la alfabetización estadística (Estudio 8), el principal marco teórico específico considerado en el estudio es el expuesto por Weiland (2017). En el se consideran dos niveles, el nivel de alfabetización estadística y el nivel de alfabetización estadística crítica. Si bien en ambos se considera la evaluación crítica de la información estadística que basada en datos se presenta, el nivel más alto conlleva un planteamiento crítico con el contexto tomando conciencia de las estructuras sistémicas de la sociedad.

Capítulo 3.

METODOLOGÍA

Este capítulo presenta la fundamentación metodológica adoptada en el desarrollo de la investigación. Inicialmente se aborda el diseño de un instrumento que, basado en el marco teórico previamente expuesto, permita obtener información relevante sobre la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria. El desarrollo de dicho diseño se detalla en el trabajo que se presenta en la sección 1.1 el cual fue publicado en un número especial de la revista *Enseñanza de las Ciencias*, indexada en Scopus y Journal Citation Reports: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 4787-4794. En este sentido destacar que, aunque en dicho estudio se consideran 8 gráficos estadísticos, se observa que el tiempo es demasiado limitado para el correcto desarrollo del cuestionario en su totalidad, llevando incluso a que ciertos participantes escogiesen realizar las tareas solo en algunos gráficos de estudio. Por tanto, con el propósito de mejorar la temporalización, reducir duplicidades detectadas y retirar los extremos en cuanto a dificultad se refiere, basándonos en los resultados complementarios detallados en el estudio de Contreras et al. (2017), se opta por reducir el número de gráficos estadísticos en el instrumento final, siendo cinco los gráficos estadísticos diferentes finalmente analizados en esta investigación. El cuestionario constituido conforma el resultado del primer objetivo específico de investigación, por lo que su versión final se presentará en el capítulo de resultados.

En una segunda parte se aborda brevemente la descripción de la muestra de participantes en el estudio, que completaron las tareas sobre los gráficos estadísticos considerados en el cuestionario final y sobre la cual ha sido analizada la alfabetización estadística y las componentes descritas en el modelo propuesto por Gal (2002). De igual

manera se aporta información sobre el contexto en el que se obtienen los datos analizados, así como características que se creen relevantes en cuanto a la formación explícita sobre el contenido estadístico que se pretende evaluar.

En la última sección se resumen los diferentes análisis estadísticos realizados en los estudios de resultados, los cuales se han realizado de forma cuasi procedimental en cada uno de ellos, con el propósito de homogeneizar los resultados obtenidos y poder sintetizarlos en la evaluación global de alfabetización estadística fruto de la presente investigación.

3.1 Diseño del instrumento

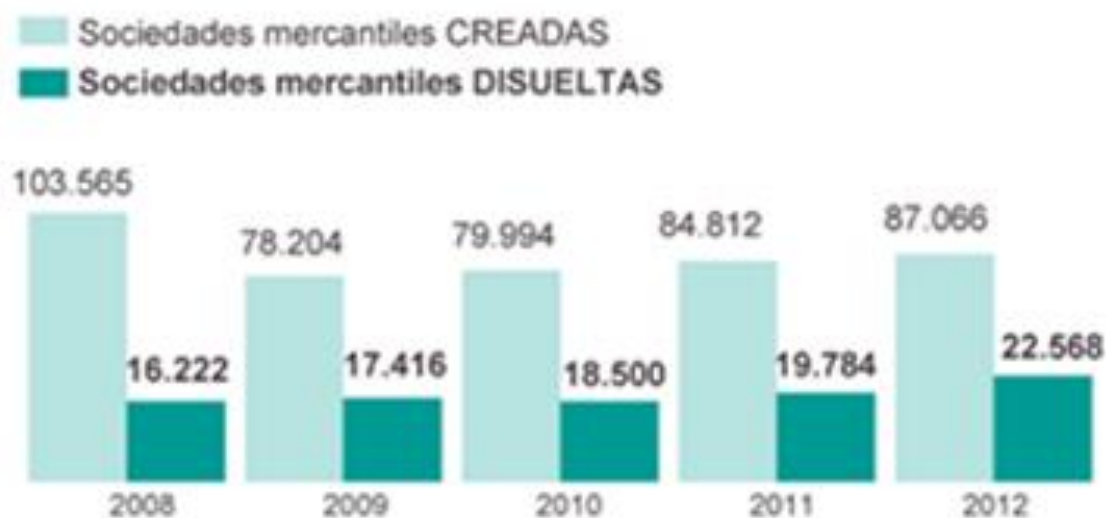
Concretamente la herramienta, basada en las componentes descritas por Gal (2002) y con adaptaciones propias, se centra en la evaluación de la cultura estadística mostrada en la interpretación de gráficos estadísticos elementales extraídos de los medios de comunicación. Según las normativas curriculares para educación obligatoria (Real Decreto 126/2014; Real Decreto 1105/2014) vigentes en el momento de creación de dicha herramienta, se consideran para el estudio como *gráfico estadístico elemental* aquellos incluidos en las siguientes tipologías: gráficos de barras, de sectores, de líneas, de áreas y pictograma. En línea con las investigaciones de Espinel et al. (2009), Makar y Fielding-Wells (2011) o Watson (1997) se analizaron 106 gráficos extraídos de distintos medios de comunicación tales como prensa y televisión, los cuales presentaban algún sesgo en su edición. Posteriormente, teniendo en cuenta la adecuación respecto a las características que se pretenden evaluar se lleva a cabo la selección de 10 de estos gráficos mediante la realización de un juicio de expertos, los cuales toman en consideración 2 de ellos por cada tipología de gráfico citadas. Con esta muestra de 10 gráficos se realizan distintas pruebas para determinar la temporalización de la realización del cuestionario. Dichas pruebas revelan falta de respuesta en gráficos de la misma tipología por lo que se procedió a reducir a 8 el número de gráficos seleccionados, que se muestran en la sección 1.1.1, para el diseño del instrumento que se detalla mediante el Estudio 2 en la sección 1.1.2.

3.1.1 Gráficos estadísticos considerados en el diseño

Figura 3

Creación y disolución de empresas

CREACIÓN Y DISOLUCIÓN DE EMPRESAS EN ESPAÑA



Fuente: IINE / EL PAÍS

Fuente: Diario elpais.com

Figura 4

Tipo de votaciones



Fuente: Web limmeridge.wordpress.com

Figura 5

Hipotecas constituidas



Fuente: Canal 24 horas

Figura 6

Candidata preferida



Fuente: Telemadrid

Figura 7

Desempleo



Fuente: Televisión Española

Figura 8

Remuneración de asalariados



Fuente: Diario elpais.com

Figura 9

Exportaciones de vino



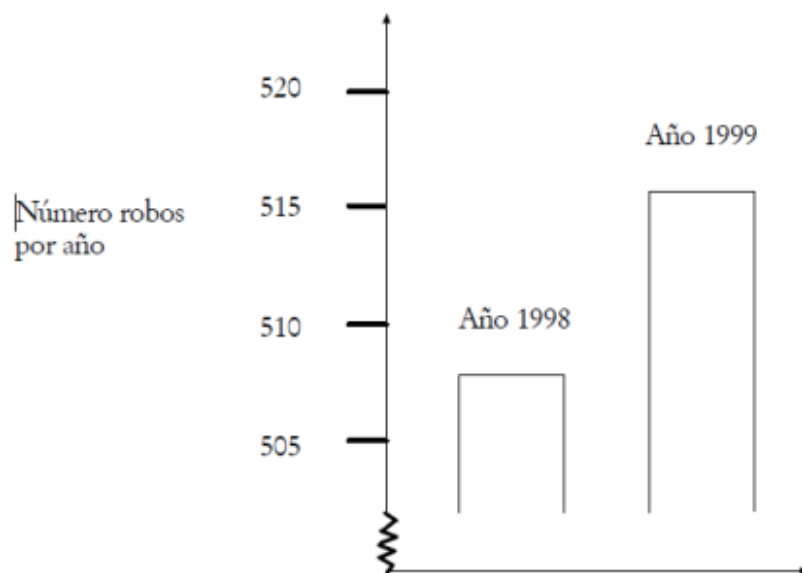
Fuente: Diario El Economista

Figura 10

Robos

Un presentador de TV mostró este gráfico y dijo:

"El gráfico muestra que hay un enorme aumento del número de robos comparando 1998 con 1999".



Fuente: PISA

3.1.2 Pilotaje del instrumento

Estudio 2². Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 4787-4794.

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.

Palabras clave: alfabetización estadística, gráficos estadísticos, futuros maestros.

Objetivos

En este trabajo abordamos un aspecto necesario en el proceso formativo de los profesores de educación primaria en el campo de la educación estadística. Se trata de la construcción de un instrumento (cuestionario) que permita evaluar aspectos importantes

² Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

de la cultura estadística de los estudiantes de magisterio, como es la interpretación crítica de las informaciones estadísticas dadas en los medios de comunicación mediante gráficos estadísticos elementales. Su aplicación a una muestra de estudiantes, al comienzo de su formación, nos permitirá 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.

Marco teórico

Diversos autores han descrito los aspectos que se deben incluir en la noción de “cultura estadística” (Wallman, 1993; Watson, 1997; Batanero, 2004). 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 y disposiciones que se resumen en la Tabla 2.1. 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 científico; y para los elementos de disposición y evaluación crítica de las informaciones estadísticas los incluimos como parte de la dimensión afectiva (actitudes, motivaciones, emociones y creencias).

En la dimensión afectiva, de acuerdo al modelo tetraédrico que proponen DeBellis y Goldin (2006) distinguimos cuatro tipos de entidades afectivas: actitudes, emociones, creencias y valores (p. 135), descritas según se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Componentes de la cultura estadística (síntesis del modelo Gal, 2002, con adaptaciones propias)

DIMENSIÓN COGNITIVA	DIMENSIÓN AFECTIVA
<p><i>Lengua natural (literacy skills):</i> Destrezas sobre la lengua natural, procesamiento textual, tabular y gráfico</p>	<p><i>Actitudes:</i> 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)</p>
<p><i>Estadística:</i> Conocer por qué se necesitan los datos y cómo se obtienen Familiaridad con los términos e ideas básicas sobre la estadística descriptiva; Familiaridad con las visualizaciones gráficas, tabulares y su interpretación (competencia gráfica). Comprensión de nociones básicas de probabilidad Conocer cómo se obtienen las conclusiones e inferencias estadísticas</p>	<p><i>Emociones:</i> Estados rápidamente cambiantes de sentimientos experimentados de manera consciente o que ocurren de manera preconsciente o inconsciente ante determinadas situaciones.</p>
<p><i>Matemáticas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Números y operaciones • Proporcionalidad • Geometría • Álgebra • Funciones 	<p><i>Valores:</i> 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.</p>
<p><i>Contextos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal • Profesional • Social • Científico 	<p><i>Creencias:</i> 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.</p>

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 2.1 como guía para la selección y análisis de las tareas que incluimos en el cuestionario.

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 se muestra en la Figura 2.1. Concretamente, para cada información de la prensa seleccionada, se plantea a los estudiantes algunas de las siguientes cuestiones (el nº depende de sus características):

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.

Figura 2.1

Ejemplo de tarea

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	Hipotecas Constituidas
2007	1.238.490
2008	607.039
2009	169.703
2010	202.954
2011	211.093
2012	246.000
2013	246.000
2014	246.000

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 grado de actitud crítica y conocimientos estadísticos básicos.

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 de sectores, dos gráficos de líneas, dos diagramas de barras simple, un gráfico de áreas y un pictograma.

En total se han considerado 53 ítems. Como cada ítem puntúa hasta 2, la puntuación total es de 106. Se han definido seis subescalas:

1. Resumen: 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 las variables.
2. Interés: El alumno ha de explicar el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico.
3. Tendencia: El alumno ha de justificar si observa alguna tendencia en la serie de datos.

4. Procedencia: 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: El alumno ha de indicar si es un gráfico correcto para explicar la información justificando su decisión.
6. Tabla: El alumno ha de representar la información usando una tabla.
7. Otro gráfico: El alumno ha de representar la información usando otra gráfica.
8. Otra forma: El alumno ha de indicar de que 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 a un grupo de 45 estudiantes de la asignatura “Diseño y desarrollo del currículo de matemáticas en educación primaria” del Grado de Primaria de la Universidad de Granada.

Resultados

Tras la comprobación de la normalidad de las puntuaciones totales y de las subescalas, se han estudiado algunas características psicométricas del cuestionario. Posteriormente se han analizado los resultados obtenidos sobre el nivel de conocimientos sobre cultura estadística.

Se ha realizado un estudio descriptivo (promedios, dispersiones), junto con los índices de dificultad de los ítems del cuestionario calculados para toda la muestra. Este índice no es el porcentaje de respuestas correctas ya que se han asignado puntuaciones de 0, 1 y 2, según el grado de corrección de las respuestas. La puntuación media obtenida ha sido de 39,6 (error típico, 9,766) (sobre una puntuación máxima de 106), lo cual indica que dichos conocimientos se pueden calificar de insuficientes. De hecho, únicamente 4 ítems han tenido un índice de dificultad superior a 1,5, contra los 49 con índice inferior a este nivel; además, 35 ítems tienen un índice de dificultad inferior a 1.

También se ha realizado el índice de discriminación de los ítems como la diferencia de medias entre el grupo de bajo rendimiento (percentil 33) y el grupo de rendimiento superior (percentil 66). Los resultados muestran que, aunque en general, hay una adecuada discriminación ($p < 0.05$), en la mayoría de los ítems de las subescalas 1, 2, 5, 6, 7 y 8 no existen diferencias significativas entre los grupos de alto rendimiento y rendimiento superior.

El análisis comparativo de los resultados de las puntuaciones de los futuros profesores de educación primaria, Tabla 2.2, en función de las distintas subescalas muestra que la única escala donde los resultados fueron positivos fue la que hace referencia a la representación tabular. En la última fila de la tabla se ha realizado una transformación para adaptar las medias de los resultados a una escala [0,10] para poder comparar las escalas de forma más simple. En la tabla se observa que los peores resultados se obtienen para la escala “realizar un gráfico correcto” con una media de 3,01 (sobre 10), aunque no hay mucha diferencia con los resultados del resto de escalas que no alcanzan valores positivos, ya que oscilan entre 3 y 4,38 sobre 10.

Tabla 2.2

Análisis descriptivo de las subescalas

	Resumen [0-16]	Interés [0-16]	Tendencia [0-12]	Proced. [0-10]	G.Correc. [0-16]	Tabla [0-16]	O.Gráf [0-16]	Otro [0-4]
Media	7,00	5,87	4,31	3,80	4,82	8,13	5,02	1,58
Des. T.	2,772	2,573	1,975	1,914	1,435	2,085	2,718	1,357
Mínimo	0	1	0	0	3	3	0	0
Máximo	14	12	10	9	8	14	12	4
Media (sobre 10)	4,375	3,669	3,592	3,8	3,012	5,081	3,138	3,950

Fuente: elaboración propia

Para comprobar si existen diferencias significativas entre las diferentes escalas se ha realizado una matriz de correlaciones (valores sin paréntesis) y un contraste de medias para muestras relacionadas (valores con paréntesis), Tabla 2.3. En ella se observa que no existen diferencias significativas entre la escala “tendencia” con la escala “procedencia”, “gráfico correcto” y “construir otro gráfico” y entre la escala “construir otro gráfico” con la escala “interés”, “gráfico correcto” y con la ya comentada “tendencia”. En el resto de contrastes los resultados muestran diferencias significativas entre las escalas. En el caso de las correlaciones existen correlaciones superiores a 0,5 en el caso de las escalas “resumen” e “interés”, “resumen” y “gráfico correcto” y “interés” y “gráfico correcto” aunque no son muy altas.

Tabla 2.3

Matriz de correlaciones y contraste de medias para muestras relacionadas

	Resumen	Interés	Tendencia	Proced.	G.Correc.	Tabla	O.Gráf.	Otro
Resumen		0,510 (0,006)	0,133 (0,000)	0,313 (0,000)	0,509 (0,000)	0,393 (0,000)	0,229 (0,000)	-0,018 (0,000)
Interés	0,510 (0,006)		0,406 (0,000)	0,331 (0,000)	0,615 (0,001)	0,262 (0,000)	0,111 (0,116)	0,140 (0,000)
Tendencia	0,133 (0,000)	0,406 (0,000)		0,167 (0,179)	0,204 (0,125)	0,067 (0,000)	0,011 (0,160)	-0,043 (0,000)
Proced.	0,313 (0,000)	0,331 (0,000)	0,167 (0,179)		0,318 (0,001)	0,104 (0,000)	0,097 (0,013)	-0,226 (0,000)
G.Correc.	0,509 (0,000)	0,615 (0,001)	0,204 (0,125)	0,318 (0,001)		0,570 (0,000)	0,397 (0,597)	0,182 (0,000)
Tabla	0,393 (0,008)	0,262 (0,000)	0,067 (0,000)	0,104 (0,000)	0,570 (0,000)		0,389 (0,000)	-0,012 (0,000)
O.Gráf.	0,229 (0,000)	0,111 (0,116)	0,011 (0,160)	0,097 (0,013)	0,397 (0,597)	0,389 (0,000)		0,317 (0,000)
Otro	-0,018 (0,000)	0,140 (0,000)	-0,043 (0,000)	-0,226 (0,000)	0,182 (0,000)	-0,012 (0,000)	0,317 (0,000)	

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

La evaluación muestra la problemática implícita en un elemento que recurrentemente aparece en cualquier medio, ya sea prensa, televisión, investigaciones, etc. y en el que, por desgracia, los conocimientos previos de los consumidores, en la mayoría de los casos, no son suficientes para interpretar correctamente la información implícita en ellos. Es por ello que se ha de hacer hincapié en evaluar aspectos importantes de la cultura estadística en los futuros profesores, como es la interpretación crítica de las informaciones, para conocer si son capaces de afrontar con garantías la formación de esta área en su futuro profesional.

Los bajos resultados de los futuros profesores de la muestra, entre 3 y 4,38 sobre 10 de media por ítem, indican una preocupante dificultad de realizar una evaluación crítica de los gráficos de los medios de comunicación, siendo el comportamiento de sus respuestas muy homogéneas, no existen diferencias significativas entre grupos de alto y bajo rendimiento en la mayoría de los ítems. Es por ello que se precisa de una formación más adecuada para los futuros profesores en estadística ya que, no solo la han de enseñar en su futura aula, sino que han de proveer a los alumnos de conocimientos estadísticos básicos para poder desenvolverse con garantías en la sociedad de la información.

Agradecimientos: al proyecto FCT-16-10974 y al grupo FQM126 (Junta de Andalucía).

Bibliografía

- Batanero, C. (2004). Los retos de la cultura estadística. *Yupana*, 1(1), 27-37.
- 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.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 1-8.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107-121). IOS Press and The International Statistical Institute, Amsterdam (The Netherlands).

3.1.3 Determinaciones sobre el instrumento final

En la realización del Estudio 2 se constató la limitación de tiempo para realizar las 8 tareas propuestas sobre los 8 gráficos seleccionados. En la misma línea los estudios complementarios puestos en marcha por Contreras et al. (2017) (Tabla 2), constatan que algunos de esos gráficos suponen mucha más, o mucha menos, dificultad que el resto.

Tabla 2

Frecuencia 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	37 (82,2)	3 (6,7)	5 (11,1)
2.2	20 (44,4)	18 (40,0)	7 (15,6)	6.2	42 (93,3)	2 (4,4)	1 (2,2)
2.3	28 (62,2)	12 (26,7)	5 (11,1)	6.3	40 (88,9)	2 (4,4)	3 (6,7)
2.4	9 (20,0)	24 (53,3)	12 (26,7)	6.4	41 (91,1)	3 (6,7)	1 (2,2)
2.5	4 (8,9)	35 (77,8)	6 (13,3)	6.5	40 (88,9)	1 (2,2)	4 (8,9)
2.6	5 (11,1)	4 (8,9)	36 (80,0)	6.6	44 (97,8)	0 (0)	1 (2,2)
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)				

Fuente: Contreras et al., 2017

En base a dicho análisis, y manteniendo la determinación de analizar las 8 actividades en un gráfico por cada una de las tipologías de los denominados gráficos estadísticos elementales, los gráficos seleccionados para su inclusión en el cuestionario final, que se muestran en la sección 4.1 del capítulo de resultados, fueron:

1. *Gráfico de dos barras adosadas*, que informa de una serie temporal de dos variables estadísticas que indica para los años del 2008 al 2012 el número de sociedades creadas y disueltas en España, en el cual se ha omitido el eje de coordenadas y las escalas con las que se representan las dos funciones (años – cantidades de empresas) comparadas tienen distintas proporciones.
2. *Gráfico circular* que representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato, en el que el título del diagrama no refleja bien el contenido, la suma de los porcentajes suman 115% y las áreas de los sectores no guardan la proporción expresada en los porcentajes.
3. *Gráfico de líneas* que representa el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014, en el que el eje de ordenadas no ha sido incluido, y, por tanto, no se indica la escala que se usa para representar las cantidades y la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable y las alturas a las cuales se dibujan los puntos correspondientes.
4. *Gráfico de áreas* (variedad del de líneas) que representa el coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas desde 1985 a 2011. Se quiere el crecimiento del gasto en remuneraciones en el periodo 1985–2008, principalmente 1985-2000, y el estancamiento, reducción mínima respecto al aumento experimentado, en los años 2008-2011. Se toman intervalos de igual amplitud, pero que representan periodos de años diferentes, 15 años en el primer intervalo, 5 en el segundo y 3 en el tercero, y uno en el resto. Con ello se logra un

incremento en la pendiente de las rectas que no coincide con el incremento real, que es menos paulatino.

5. *Pictograma* que refiere las ventas de vinos españoles en siete países en tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008). En el gráfico no se representa el eje de ordenadas, lo cual dificulta la interpretación, además la imagen en perspectiva de las botellas, así como el orden en que están colocadas, también dificultad la interpretación de la importancia relativa de las cantidades representadas.

Finalmente cabe destacar que debido a que entre las finalidades del estudio nunca estuvo indagar sobre los diferentes niveles de alfabetización estadística en función de variables sociodemográficas, u otras tipologías, estas no se incluyeron en el momento del diseño del cuestionario, por lo que en esta categoría de variables únicamente se obtienen datos respecto al género de los participantes de forma indirecta.

3.2 Muestra

La muestra de estudio está compuesta por un total de 653 estudiantes del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada. Concretamente en el año académico correspondiente al periodo 2018-2019, los participantes habían recibido la formación matemática necesaria para afrontar el tercer curso de dichos estudios de educación superior. En particular, la muestra estaba conformada por 244 estudiantes que durante dicho curso escolar habían finalizado segundo curso y 407 estudiantes que se disponían a iniciar la formación correspondiente al tercer año del Grado. Se detalla también, aunque no ha sido objeto de los análisis realizados en los estudios parciales, que la participación según género no estuvo homogéneamente distribuida, constituyendo un porcentaje del 61,1% las chicas que colaboraron en el estudio y solo una contribución del 38,9% en el caso de los chicos.

Por otro lado, se presupone que el alumnado que forma parte del estudio ha recibido formación estadística durante la educación obligatoria en consonancia a las normativas curriculares españolas de Educación Primaria (Real Decreto 126/2014) y Educación Secundaria (Real Decreto 1105/2014), descritas en la sección 1.2. Además, dado que el cuestionario fue administrado a maestros en formación, se debe tener presente que, aunque actualmente haya cambiado la ley de educación (*Ley Orgánica 3/2020, de 29 de Diciembre, 2020*) y se prevean cambios en cuanto a las normativas curriculares,

cabe esperar que los elementos curriculares que se establezcan sean cuanto menos iguales a los requerimientos que tienen las normativas actuales. Por tanto, el futuro profesorado será el encargado de transferir a su alumnado, al menos, los conocimientos y destrezas citados, requiriendo sus mejores habilidades al respecto para formar ciudadanos estadísticamente alfabetizados desde la escuela.

Inciendo en esta necesidad, respecto a la matemática en general y a la estadística en particular, durante los cursos académicos de educación superior previos han recibido formación específica relacionada con las matemáticas y su didáctica, si bien el tiempo destinado a la estadística y su enseñanza-aprendizaje apenas alcanza las dos semanas por curso. Este hecho es debido a la limitación temporal de las asignaturas al curso académico, que junto a la gran extensión de contenidos que albergan, conlleva una temporalización delimitada en la planificación de cada tema de las correspondientes materias. Explícitamente a continuación se recogen los temas que son objeto de estudio en las mencionadas asignaturas:

1. En relación a *Bases Matemáticas para la Educación Primaria* (primer curso), el temario teórico recogido en la guía docente de la asignatura (Departamento de Didáctica de la Matemática, 2021a) engloba los siguientes temas (debido a su extensión detallamos únicamente el contenido teórico de estocástica):
 - Tema 1. *El número natural. Sistemas de numeración.*
 - Tema 2. *Aritmética.*
 - Tema 3. *Números racionales.*
 - Tema 4. *Figuras geométricas.*
 - Tema 5. *Transformaciones geométricas planas. Orientación espacial.*
 - Tema 6. *Magnitudes y su medida.*
 - Tema 7. *Introducción a la estadística y a la probabilidad.* La Estadística y sus aplicaciones. Estudios estadísticos: Población, censo y muestra. Variables estadísticas, distribución. Tablas y gráficos. Medidas de posición central. Medidas de dispersión. Fenómenos y experimentos aleatorios. Sucesos. Probabilidad: asignación subjetiva; estimación frecuencial y asignación clásica (regla de Laplace).
2. En relación a *Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria* (segundo curso), el detalle del temario teórico recogido en su guía docente

(Departamento de Didáctica de la Matemática, 2021b) indica el contenido estocástico que se trata:

- Tema 1. *Matemáticas, cultura y sociedad*. La importancia social y cultural de las matemáticas. Las matemáticas en el sistema educativo. Fines de la educación matemática. La resolución de problemas matemáticos.
- Tema 2. *Sentido matemático*. Sentido numérico. Sentido de la medida. Sentido espacial y geométrico. Sentido estocástico. Características y componentes.
- Tema 3. *Aprendizaje de las matemáticas* (aritmética, medida, geometría y estocástica). Expectativas de aprendizaje, etapas de aprendizaje, errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Diagnóstico y tratamiento de las dificultades en matemática.
- Tema 4. *La enseñanza de las matemáticas* (aritmética, medida, geometría y estocástica). El papel del profesor de matemáticas, técnicas y estrategias docentes. Actividades y tareas en matemáticas, el papel de los materiales y recursos. Metodología de enseñanza de las matemáticas basada en la resolución de problemas.

En consecuencia, en base a todo lo previamente descrito, el alumnado que conforma la muestra se considera que está suficientemente instruido en cuanto contenidos y competencias estadísticas que se requieren para el desarrollo de las tareas que se les proponen.

3.3 Implementación del cuestionario

Finalmente, la implementación del instrumento de recogida de información tuvo en cuenta la conformación de la muestra descrita realizándose en dos periodos de tiempo distintos. Análogamente, en cada uno de esos periodos su ejecución se realizó secuencialmente debido a que su administración se efectuaba en las clases de matemáticas de los grupos colaboradores. De este modo, el cuestionario fue cumplimentado durante las primeras clases del inicio del segundo semestre a los grupos que integraban el tercer curso del Grado de Educación Primaria y en las últimas clases del final de dicho semestre a los grupos que finalizaban segundo curso.

En cada uno de los grupos, al comienzo de la clase se administraba el instrumento de recogida de información, se informaba a los asistentes que disponían de dos horas para su cumplimentación y no se facilitaba información adicional sobre la resolución de las tareas a evaluar.

3.4 Análisis

De forma general, en todos los estudios realizados, las respuestas se clasifican en tres categorías atendiendo a su nivel de corrección, es decir, se organizan las respuestas como *respuesta correcta*, *respuesta parcialmente correcta* y *respuesta incorrecta*. Posteriormente, dependiendo del tipo de ítem de estudio se establecen distintas subcategorías para la respuesta parcialmente correcta y, principalmente, para la de respuesta incorrecta. Esto se realiza con la intención de profundizar en la detección de los errores y dificultades en cada tarea, y analizar también si dichas limitaciones dependen del gráfico sobre las que se realiza. Dado que las subcategorías de análisis son específicas de cada uno de los estudios que compendian este documento, estas quedan descritas en dichos trabajos en el capítulo de resultados.

Si bien podría considerarse un análisis cualitativo de las respuestas aportadas por los participantes, este no ha sido el objeto de estudio en la presente investigación. Por tanto, una vez realizada la valoración de las respuestas aportadas, la metodología desarrollada se focaliza en un análisis cuantitativo de tipo exploratorio descriptivo. De esta manera, para llevar a cabo algunos de los análisis propuestos se requiere la cuantificación de las repuestas aportadas por lo que, en todos los estudios realizados, se otorga 2 puntos a las respuestas correctas, 1 punto a las respuestas parcialmente correctas y 0 puntos a las respuestas incorrectas.

En base a la cuantificación de las respuestas previamente descritas se calculan las puntuaciones medias obtenidas para cada gráfico y su dispersión con la intención de conocer cual de los gráficos analizados presentan mayor grado de acierto, así como la representatividad de esta medida, en cada uno de las actividades propuestas. De forma análoga, mediante el cálculo de la variable suma de puntuaciones vemos la puntuación global de cada participante a la actividad propuesta, esto es, la puntuación obtenida en la actividad sobre el conjunto de los cinco gráficos analizados. Esta variable suma permite establecer si se realiza la actividad de forma correcta con un carácter general, es decir, al

menos en la mayoría de los gráficos planteados o si, por el contrario, no se logra salvo en algún caso aislado.

Considerando la variable suma previamente descrita, se calculan los valores asociados al percentil 25 (P_{25}) y al percentil 75 (P_{75}). Estas notas establecen dos puntos de corte: el primero, determinará el valor por debajo del cual se encuentra el 25% de los participantes que han tenido puntuaciones más bajas en el ítem evaluado; y, el segundo, por el contrario, determinará el valor por encima del cual se encuentra el 25% de los participantes que han tenido las puntuaciones más altas en dicho ítem. El primero de los grupos compuesto por el 25% de los participantes con peores notas conformará el grupo de bajo rendimiento y, de forma análoga, el otro 25% compondrá el grupo del alumnado de alto rendimiento. Así, mediante la caracterización de ambos grupos y observando los resultados obtenidos en cada uno de los gráficos analizados sobre estos, se estudia cual de los gráficos propuestos presentan mayor problema o desafío en la resolución de la actividad. Para ello se calcula el índice de dificultad (Morales, 2009), descrito como la proporción de aciertos (o porcentaje correspondiente) en este 50% del total que representa los grupos con puntuaciones extremas. De igual forma se estudia si los gráficos elegidos diferencian bien entre ambos grupos, observando si la respuesta en cada uno de estos se agrupa de forma característica en una tipología de respuesta concreta. En este sentido, se determina el índice de discriminación entre los participantes, definido como la diferencia entre la proporción de aciertos en el grupo de alto rendimiento menos la proporción de los mismos en el grupo de bajo rendimiento.

Por otra parte, se plantea el interrogante de si existe correlación entre las respuestas dadas para los distintos gráficos propuestos en cada ítem, es decir, si el alumnado que responde en un sentido, correcta o incorrectamente, a la actividad sobre una tipología de gráfico lo hace en el mismo sentido en dicha actividad para otra tipología considerada. Para abordar esta cuestión, dado que la naturaleza de la variable tipo de respuesta es cualitativa ordinal, se ha realizado un análisis de las correlaciones para escalas ordinales utilizando el coeficiente paramétrico Tau-b de Kendall. Este coeficiente permite estudiar la asociación, positiva o negativa, entre las puntuaciones obtenidas en una misma actividad en función del gráfico que sea objeto de estudio, indicando la magnitud de dicha asociación.

A continuación, en los estudios que conforman el apartado de resultados de este documento se incluyen de forma diferenciada la prueba no paramétrica de Wilcoxon, el contraste de hipótesis t de igualdad de medias para muestras independientes entre los grupos P_{25} y P_{75} o la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. En el primer caso, se establece como hipótesis nula que la puntuación obtenida en la tarea no depende del tipo de gráfico utilizado, comprobando si existe o no diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes a la tarea para cada uno de los gráficos. El segundo test, permite comprobar si para cada ítem existen diferencias significativas entre los estudiantes de bajo rendimiento y el alumnado de alto rendimiento.

Para concluir, con la intención de determinar la alfabetización estadística observada con carácter general, realizando una valoración conjunta de los resultados en los diferentes ítems analizados en los estudios que forman parte del compendio de artículos de este documento, se ha optado por realizar nuevos análisis que faciliten dicha interpretación conjunta del nivel de alfabetización estadística reportado. Entre los análisis realizados se ha calculado la variable puntuación total obtenida en el cuestionario. A saber, si para cada uno de los 8 ítem, la puntuación máxima para cada gráfico es de 2 puntos, dado que se analiza cinco gráficos distintos, la puntuación máxima para cada actividad es de 10 puntos, por lo que el rango de valores que puede tomar esta nueva variable suma total será entre 0 y 80 puntos. Análogamente se analiza esta información según la variable género. Para ambos casos, dado que la puntuación intermedia son los 40 puntos, se considerará a tales efectos ‘alfabetizado’ aquel participante cuya puntuación total iguale o supere dicha puntuación. En esta misma línea se ha observado de forma conjunta la distribución de la puntuación total en función de cada ítem, descrita de forma parcial en cada uno de los estudios, analizándose también según género. Y, análogamente, se ha realizado el análisis de la puntuación total en función del gráfico analizado. Dicha puntuación total, siguiendo el razonamiento semejante al realizado anteriormente fluctuará de los 0 a los 16 puntos. Notar que en todos los resultados obtenidos se refiere a los ítems además de por su numeración por la terminología utilizada en la definición de subescalas del Estudio 2, esto es: ítem 1 – ‘resumen’, ítem 2 – ‘interés’, ítem 3 – ‘tendencia’, ítem 4 – ‘procedencia’, ítem 5 – ‘gráfico correcto’, ítem 6- ‘tabla’, ítem 7 – ‘otro gráfico’ e ítem 8 – ‘otra forma’. Finalmente, se crea la variable alfabetización, dicotomizando la variable puntuación total. Para ello se considera las categorías de ‘alfabetizado’, o participante con puntuación total mayor o igual a 40 puntos, y ‘no

alfabetizado' en caso contrario, realizando una breve descripción de dicha variable según ítem, gráfico y sexo.

Capítulo 4.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales resultados de la investigación, los cuales se han organizado en compendio de publicaciones según la metodología descrita. En primer lugar, se presenta la versión final del instrumento de recogida de información que se utiliza para evaluar la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria. Dicha versión contiene los gráficos seleccionados resultantes de la fase de diseño del instrumento junto con los ítems utilizados en la fase de pilotaje de dicho instrumento

A continuación, se trata la sección que contiene parte del compendio de artículos de la presente tesis doctoral. De los estudios que se muestran en este apartado uno ha sido publicado en la revista *Educación Matemática*, otro está aceptado para publicación en la revista *PNA* y cuatro están en revisión. Los datos correspondientes a cada estudio son:

Estudio 3: Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 98-120.

Estudio 4: Molina-Portillo, E., Contreras, J. y Contreras, J. M. (aceptado). Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*.

Estudio 5: Molina-Portillo, E., Ruz, F., Molina-Muñoz, D., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 6: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Bizet-Leyton, V. y Molina-Muñoz, D. (en revisión). Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus

sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 7: Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Ruz, F. y Contreras, J. (en revisión). Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Estudio 8: Molina-Portillo, E., Martínez-Ortiz, F., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros.

Finalmente, para concluir el apartado se presentan en su última sección los resultados globales respecto a la alfabetización estadística evaluada en los futuros maestros, los cuales sintetizan los principales resultados de la investigación de forma integrada. Para ello se realizan diferentes análisis sobre la variable puntuación total del cuestionario teniendo en cuenta la variable género, tipología del gráfico de estudio e ítem de respuesta. Análogamente, mediante la dicotomización de dicha variable se considera la variable alfabetización estadística con dos posibles categorías alfabetizado o no alfabetizado, realizando también el análisis de esta según las variables previamente citadas.

4.1 Cuestionario final

El instrumento utilizado para la recogida de datos incluye los ítems explorados en la fase de diseño y validación del cuestionario sobre cinco de los 8 gráficos sobre los que se realizó dicho estudio. Su selección ya ha sido argumentada en el apartado de diseño del cuestionario y, a continuación, se presenta la versión final de dicha herramienta en la Figura 11.

Figura 11

Versión final del cuestionario de recogida de datos

INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

Nombre: _____ Grupo: _____

TAREA 1. Creación y disolución de empresas

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

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



TAREA 2. Tipo de votaciones

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

- Haz un resumen de la noticia indicando los datos representados y las relaciones que se establecen entre los mismos.
- Explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico.
- ¿Qué conclusiones se pueden obtener de los datos? Justifica la respuesta
- Indica cuál es la fuente de procedencia de los datos, cómo se han recogido y si consideras que la información es fiable.
- ¿Es un gráfico correcto para explicar la información? Justifica la respuesta.
- Representa la información usando una tabla.
- Representa la información usando el gráfico que consideres más apropiado. Justifica la elección.
- Indica de que otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

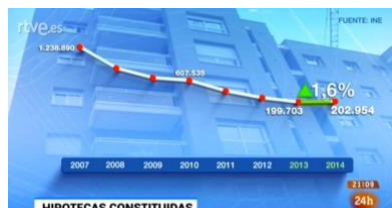
LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES



TAREA 3. Hipotecas constituidas.

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

- Haz un resumen de la noticia indicando los datos representados en los ejes y las relaciones que se establecen entre los mismos.
- Explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico.
- 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 el gráfico que consideres más apropiado. Justifica la elección.
8. Indica de que otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

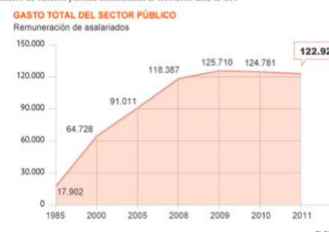
TAREA 4. Remuneración de asalariados

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 el gráfico que consideres más apropiado. Justifica la elección.
8. Indica de que otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta. Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010. Los sindicatos de función pública denuncian al Gobierno ante la OIT



TAREA 5. Exportaciones de vino

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. ¿Es un gráfico correcto para explicar la información? Justifica la respuesta.
5. Representa la información usando una tabla.
6. Representa la información usando un gráfico correcto. Justifica la elección.
7. Representa la información usando el gráfico que consideres más apropiado. Justifica la elección.
8. Indica de que otra manera y cómo se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.



4.2 Compendio de publicaciones

Estudio 3³. Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística.

Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 98-120.

Resumen

Durante las últimas décadas, la investigación en educación estadística ha incidido en la necesidad de fomentar el desarrollo de la cultura estadística y en especial, de uno de los elementos fundamentales de ella, la actitud crítica hacia la información basada en datos. Debido a que de los conocimientos y destrezas actuales de los futuros profesores de Educación Primaria para interpretar y argumentar críticamente la información estadística dependerá en el futuro su práctica profesional, vemos necesaria una evaluación que indique si es pertinente o no un refuerzo educativo en su formación actual. En este trabajo, se evalúa la actitud crítica de 653 futuros profesores de Educación Primaria, a la hora de identificar la fuente de procedencia de los datos y la fiabilidad de la información presente en gráficos simples, pero que presentan algún tipo de sesgo en su edición. Se ha realizado un análisis descriptivo e inferencial que pone de manifiesto la dificultad a la hora de interpretar críticamente la información presente en ellos, especialmente en los gráficos de sectores, áreas y pictogramas.

Palabras clave: Cultura estadística, futuros profesores, educación primaria, actitud crítica.

³ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

Abstract

For recent decades, research in statistical education has emphasized the need to promote the development of statistical literacy and especially, one of its key elements, the critical attitude towards data-based information. Because the teachers' future professional practice will depend on current knowledge and skills to critically interpret and argue statistical information, an evaluation is required to indicate whether an educational reinforcement of their current training is relevant. In this work, critical attitude of a sample of 653 prospective teachers of primary education when identifying the data source and the reliability of the information present in simple graphs is evaluated, but that present some type of bias in their edition. A descriptive and inferential analysis has been carried out that reveals the difficulty when critical interpretation of their information, especially in the pie charts, area graphs and pictograms.

Keywords: Statistical literacy, prospective teachers, primary education, critical attitude.

Introducción

La estadística es parte de la educación general cuyo dominio es deseable en los ciudadanos adultos, quienes precisan adquirir la capacidad de interpretar elementos estadísticos que con frecuencia se les presentan, tales como los que aparecen en los medios de comunicación. Según Lipič y Ovsenik (2020) los ciudadanos con destrezas estadísticas participan de forma más activa y completa en su entorno, tanto social, laboral como personal, siendo capaces de responder a los cambios de forma más eficaz. Además, su estudio ayuda al desarrollo individual, fomentando un razonamiento crítico basado en la valoración de la evidencia. Es por ello que, en muchos países, existe una tendencia conducente a la inclusión de la estadística, y el refuerzo de la cultura estadística de los estudiantes, en los currículos oficiales (Ben-Zvi y Makar, 2016). La escuela juega un papel fundamental en el desarrollo de la competencia estadística de los estudiantes, quienes a su vez entienden por qué, y cómo, las estadísticas son útiles para percibir e interpretar el mundo y su complejidad (Frankenstein, 1998). Sin embargo, muchos profesores no se consideran bien preparados para enseñar estadística, ni para enfrentar las dificultades de sus estudiantes (Arteaga et al., 2011). Es por ello que, a menudo, los profesores de matemáticas ven la estadística como un capítulo marginal en el plan de

estudios de matemáticas y, por tanto, minimizan o ignoran su enseñanza (Ben-Zvi y Makar, 2016).

La noción de cultura estadística surge con la idea de reconocer la necesidad de interpretar, evaluar críticamente y comunicar la información estadística, así como el desarrollo de dichas destrezas desde los primeros cursos de educación básica (Ben-Zvi y Garfield, 2004). Por tanto, la cultura estadística se presenta como un resultado esperado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007). La definición de qué es ser estadísticamente culto o alfabeto es demasiado amplia (Rumsey, 2002). Sin embargo, a menudo se resalta la importancia de la actitud crítica como componente de la cultura estadística. De este modo Wallman (1993), precursora del término, la define como la habilidad de entender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que inundan nuestra vida diaria, unida a la habilidad de apreciar las contribuciones que el razonamiento estadístico puede hacer en público y en privado a las decisiones personales y profesionales. Por su parte Schield (1999) basa su definición en la capacidad de pensar críticamente sobre la estadística como evidencia de los argumentos. Destaca en la literatura la definición de Gal (2002, p.2-3), que distingue dos componentes básicos interrelacionados: a) “capacidad para 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) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante”.

Uno de los elementos fundamentales para ser estadísticamente culto, es ser capaz de cuestionarse el significado de los elementos estadísticos, evaluándolos críticamente. En este aspecto, Gal (2002) propone fomentar las bases de conocimiento que apoyan la cultura estadística mediante el desarrollo de una postura crítica, creencias de apoyo y actitudes positivas sobre el dominio de la estadística y de uno mismo. Sin embargo, la investigación en educación estadística que aborda el tema de gráficos estadísticos ha centrado su atención, principalmente, en la lectura e interpretación de estos (Rodríguez y Sandoval, 2012; Carvalho, Campos y Monteiro, 2011; Molina-Portillo, Contreras, Godino y Díaz-Levicoy, 2017) y, ocasionalmente, en su construcción (Arteaga, Batanero, Contreras y Cañadas, 2015). En este ámbito de estudio, no hay investigaciones que aborden, de forma detallada, el análisis de la fuente de procedencia de los datos y cómo esta influye en la fiabilidad de la información presentada. En la actualidad, la relevancia

de esta característica queda reflejada, por ejemplo, en el modelo de estadísticas cívicas (Ridgway, Nicholson y Gal, 2018; ProCivicStat Partners 2018), donde el conocimiento de la producción de datos oficiales es uno de sus componentes. En la misma línea, el valor de los buenos datos dentro de contextos sociales más amplios que las estadísticas, se pone de relieve en la noción de “necesidad de saber” promovida por Ograjensek y Gal (2016). En este aspecto, cabe cuestionarse ¿cómo son los contextos en los que las estadísticas del mundo real son elegidas por los docentes y llevadas al aula? (Gal, 2019). Entre las respuestas aportadas en la literatura, destacamos la realizada por Watson (1997), que señala que los medios de comunicación proporcionan ejemplos (titulares, datos, gráficos o tablas) que podrían servir para relacionar la estadística y la probabilidad con los eventos cotidianos.

Con base en lo expuesto, y dado que los profesores son, en última instancia, los responsables de la transferencia del conocimiento estadístico fundamental, este trabajo evalúa la postura crítica de 653 futuros profesores de Educación Primaria al analizar la fuente de procedencia y la fiabilidad de los datos representados mediante gráficos estadísticos básicos, extraídos de diferentes medios de comunicación.

Actitud crítica en la cultura estadística

En la actual sociedad de la información se tiene la tendencia de asumir como cierta y exacta toda aquella información validada por elementos estadísticos (Hofstadter, 2008). En consecuencia, como incide Bauman (2005), el ciudadano frecuentemente es víctima del abuso de la estadística, debido a que se acepta su uso para explicar cualquier fundamentación, aprovechando la inalterable objetividad de los datos. Por tanto, es fundamental una cultura estadística que permita sacar conclusiones más allá de la interpretación del contenido representado y validado por ellos. Los receptores de la información basada en datos estadísticos deben mostrar interés por la validez de los mensajes, su naturaleza y la credibilidad de las conclusiones que se presentan, así como ser capaces de reflexionar sobre otras posibles interpretaciones (Garfield y Gal, 1999).

Watson (1997) describió tres niveles de cultura estadística con una sofisticación creciente. El primer nivel conlleva una comprensión básica de la terminología probabilística y estadística; el segundo, una comprensión del lenguaje y conceptos estadísticos cuando están integrados en el contexto de una discusión social más amplia;

y, el más sofisticado, implica una actitud de cuestionamiento que uno puede asumir al aplicar conceptos para contradecir afirmaciones hechas sin una base estadística adecuada. Es decir, para la autora, el mayor nivel de cultura estadística radica en una actitud crítica. En una posterior revisión de los niveles de cultura estadística descritos, Watson y Callingham (2003) establecen dos niveles de conocimiento de la estadística: el *nivel crítico*, que constituye un compromiso cuestionador que implica el uso apropiado de la terminología, la interpretación cualitativa del azar y la apreciación de la variación; y el *nivel crítico matemático*, en el que se exige un compromiso cuestionador con el contexto, particularmente en contextos de medios o de azar, mostrando aprecio por la necesidad de incertidumbre al hacer predicciones e interpretando aspectos sutiles del lenguaje. Ambos niveles se describen como necesarios para que los estudiantes se conviertan en consumidores inteligentes que puedan tomar decisiones críticas e informadas.

La importancia de la actitud crítica no solo radica en el cuestionamiento. Walshaw (2007) indica que la crítica puede permitir a una persona leer el mundo, descubrir las estructuras ocultas y el discurso que constituyen, así como dar forma a las verdades regulativas de nuestra vida cotidiana. Según Aizikovitsh-Udi et al. (2016), las habilidades del pensamiento crítico se basan en la autorregulación de los procesos de pensamiento, construcción de significados y detección de patrones en estructuras supuestamente desorganizadas. Los autores señalan que el pensamiento crítico tiende a ser complejo y que a menudo termina en soluciones múltiples, en lugar de tener una única solución. En este sentido, Weiland (2017) señala que la cultura estadística no consiste solo en consumir mensajes estadísticos de una manera críticamente evaluativa basándose en conceptos y prácticas de la estadística, sino utilizar la estadística como lente para realizar una nueva visión del mundo. Dicho autor, en su marco de cultura estadística crítica, propone dos niveles: el nivel más bajo, al que denomina *nivel de cultura estadística*, hace referencia a que el receptor de los datos debe dar sentido y criticar los argumentos basados en datos estadísticos encontrados en diversos contextos. En dicho nivel, el destinatario debe, además, evaluar la fuente, la recopilación y la generación de informes que contengan información estadística. El nivel más alto, al que denomina *cultura estadística crítica*, hace referencia a que el receptor de los datos debe dar sentido al lenguaje y a los sistemas de símbolos estadísticos; además, debe cuestionar la información estadística y los argumentos basados en datos que se encuentran en diversos contextos. En este nivel se debe identificar e interrogar estructuras sociales que dan forma y están reforzadas por

argumentos basados en datos; se debe comprender la ubicación social, la subjetividad, el contexto político y tener una visión socio-histórica y política del conocimiento de uno mismo, así como una comprensión de cómo influye esta en la interpretación de la información. Por último, el destinatario debe evaluar la fuente, la recopilación y el informe basado en información estadística y cómo se ven influenciados por la posición social del autor, y la lente sociopolítica e histórica. Todo ello le permitirá tomar conciencia de las estructuras sistémicas en juego de la sociedad.

En el caso de los futuros profesores de Educación Primaria, estos necesitan adquirir no solo conocimientos estadísticos, sino también conocimientos profesionales para la enseñanza de la estadística. De igual forma, se les debe transmitir que un ambiente de aprendizaje efectivo y positivo, puede desarrollar, en los estudiantes, una comprensión profunda y significativa de la estadística, así como la capacidad de pensar y razonar críticamente (Pfannkuch y Ben-Zvi, 2011). Es por ello, que como refiere Engel (2017), se espera que los profesores inculquen en sus estudiantes las capacidades necesarias para que se conviertan en ciudadanos activos que puedan entender las estadísticas de la esfera pública (medios de comunicación, productores de estadísticas oficiales, etc.); y puedan comprobar por su cuenta, a partir de una base de conocimientos sólida que incluya el conocimiento del contexto y las matemáticas básicas; que estén familiarizados con (al menos) estadísticas elementales, las herramientas gráficas y numéricas apropiadas para la representación de datos; y que tengan una actitud crítica y una disposición a comprometerse con la evidencia. Sin embargo, como indican Molina-Portillo *et al.* (2017), la interpretación crítica de los gráficos estadísticos extraídos de medios de comunicación, supone una gran dificultad para los futuros profesores de Educación Primaria.

Metodología de la evaluación y muestra

La presente investigación toma de referencia la definición y modelo de cultura estadística propuesta por Gal (2002). Para el autor, ser estadísticamente culto no solo depende de los conocimientos que se posean de dicha materia. De este modo, establece que una de las capacidades necesarias para interpretar y evaluar la información estadística es una actitud o postura crítica hacia los datos. Esta componente del modelo considerado incide en la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística y

los argumentos basados en datos que aparecen en diversos canales, así como en la capacidad para discutir las opiniones con respecto a dicha información estadística. Por tanto, el cuestionamiento crítico de la información estadística permitirá, no solo realizar una interpretación correcta del contenido estadístico sino también, entre otras cosas, conocer la fiabilidad de la información fundamentada en datos.

La población de interés son los futuros profesores de Educación Primaria. En consecuencia, se considera a los alumnos matriculados durante el curso 2018-2019 en el Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Granada. Esto supuso un total de 653 participantes de los cuales 38,9% eran chicos y 61,1% chicas. Dado que la investigación se basa en el contenido estadístico de gráficos simples, los futuros profesores deben tener conocimientos suficientes de estos. Este requisito se presupone como cierto debido a que dichos contenidos forman parte del currículo de matemáticas de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato que cursaron (MEC, 2006a, 2006b, 2007, 2014a; 2014b). Además, dichos estudiantes han cursado durante el Grado de Educación Primaria dos asignaturas previas relacionadas con la matemática y su didáctica, en las cuales han estudiado los gráficos estadísticos elementales, aunque el tiempo dedicado a ello se estima que ha sido de una o dos semanas por curso.

Como instrumento de recogida de información para evaluar la cultura estadística de los futuros profesores de Educación Primaria se ha diseñado y validado un cuestionario específico (Contreras et al., 2017). Dicha herramienta está constituida por un conjunto de cinco noticias que utilizan gráficos estadísticos simples, creados de forma sesgada o incorrecta por algún medio de comunicación tales como la prensa o la televisión. Para cada noticia se pretende evaluar ciertos aspectos de la cultura estadística relacionados con la interpretación de los gráficos estadísticos elementales: un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un pictograma. Las tareas a realizar ponen en juego conocimientos estadísticos básicos sobre dichos gráficos, evalúan la capacidad de interpretación estadística, examinan el conocimiento del contexto y valoran la actitud crítica en la interpretación.

El cuestionario se administró al inicio de la clase agradeciendo la participación en el estudio, sin aportar orientaciones previas para su resolución a los futuros profesores e indicando que, para la realización del cuestionario completo, disponían de dos horas. En concreto, focalizamos el presente estudio sobre el ítem que se centra en estudiar la postura

crítica que se adopta frente a la procedencia de los datos utilizados en los gráficos y, con base en los cuales, se interpretan las noticias presentadas. En este sentido, entre las cuestiones planteadas en el cuestionario para cada una de las noticias, se les pidió a los futuros profesores de Educación Primaria la realización de la siguiente tarea: “Indica cuál es la fuente de procedencia de los datos y si consideras que la información es fiable”. Como se ha mencionado, la elección de este tipo de gráficos no es casual, ya que estos forman parte de los gráficos que se recomienda enseñar en la mayoría de currículos de Educación Primaria, y entre ellos el currículo español por el que se ha regido la Educación Obligatoria de los participantes en el estudio (MEC 2014a; 2014b). Los gráficos estadísticos utilizados se presentan a continuación:

1. *Gráfico de dos barras adosadas*, informa de una serie temporal de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España) entre los años 2008 y 2012 como se presenta en la Figura 3.1. En dicho gráfico se ha omitido el eje de ordenadas, y la escala con la que se representan sendas variables tienen distintas proporciones.

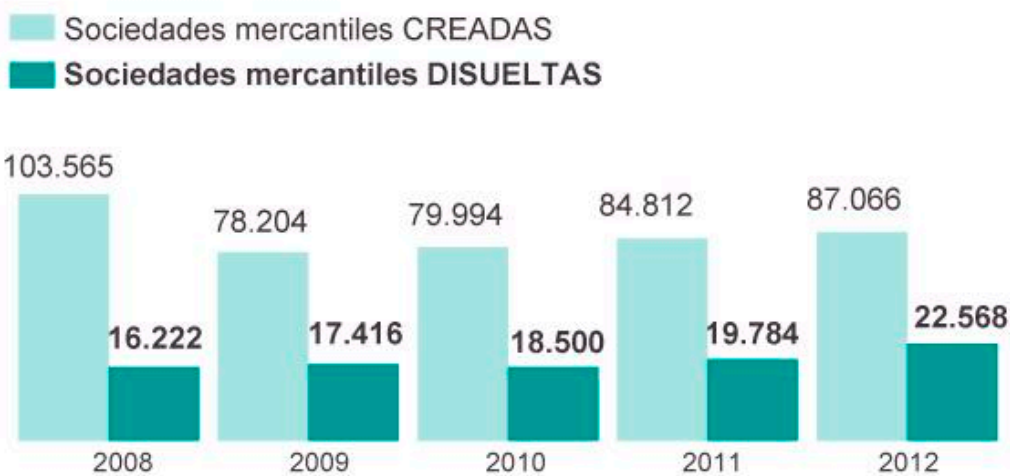
Figura 3.1

Gráfico de barras adosadas

Si la empresa quiebra, ¿a quién reclama el cliente?

El consumidor es el acreedor más débil cuando se produce una insolvencia. Recuperar el dinero supone ponerse a la cola en complejos procesos judiciales. Muchos no llegan a cobrar nunca

CREACIÓN Y DISOLUCIÓN DE EMPRESAS EN ESPAÑA



Fuente: INE EL PAÍS

Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

El gráfico ha sido publicado por el diario El País y la fuente de procedencia de los datos es el Instituto Nacional de Estadística (INE), organismo oficial que cuenta con medios para que la información sea fiable, en el sentido de que se puede confiar en que los datos están bien recogidos y responden a la realidad.

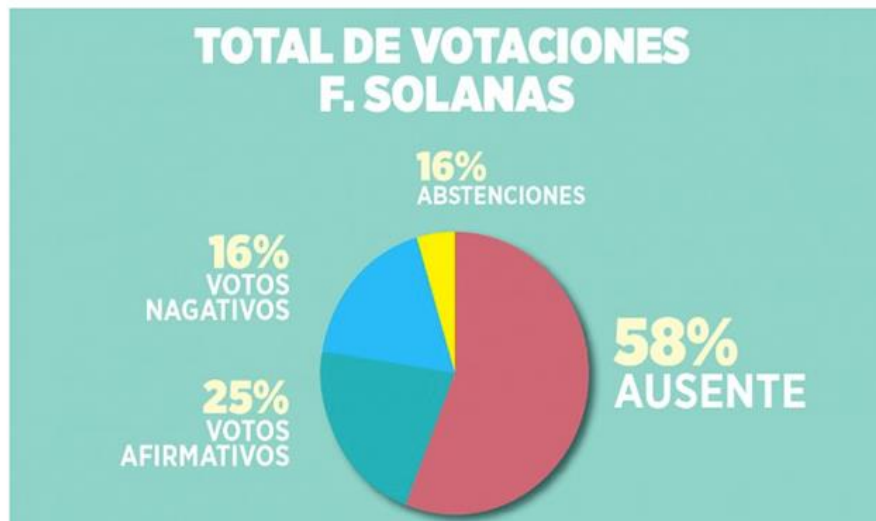
2. *Gráfico de sectores*, representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato, Figura 3.2. En este diagrama, el título no refleja bien el contenido, la suma de los porcentajes es 115% y las áreas de los sectores no guardan la proporción expresada en los porcentajes.

Figura 3.2

Gráfico de sectores

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by vlamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

Es un gráfico presentado durante un debate por el propio político. En dicha representación no aparece de forma explícita la fuente de procedencia de los datos. Sin embargo, el conocimiento del contexto indica que los datos deberían ser fiables, ya que se suponen recogidos de los que aportan las diferentes cámaras en pro de transparencia. El problema es que los errores que muestra el gráfico, unido

a que en ninguna parte se muestran los datos originales, provoca desconfianza sobre su fiabilidad.

3. *Gráfico de líneas*, muestra el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014, Figura 3.3. El eje de ordenadas no ha sido incluido en el gráfico y, por tanto, no se indica la escala que se usa para representar las cantidades. Como consecuencia, la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable ni las alturas a las cuales se dibujan los puntos correspondientes.

Figura 3.3

Gráfico de líneas



Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas.

El gráfico elaborado por Televisión Española a partir de los datos publicados por el INE, los cuales deben ser fiables, por lo anteriormente expuesto.

4. *Gráfico de áreas*, alude al coste de los salarios de los empleados públicos desde 1985 a 2011. La Figura 3.4, expone el crecimiento del gasto en remuneraciones durante el periodo 1985-2008, principalmente entre 1985-2000, y el estancamiento o reducción mínima en los años 2008-2011 respecto al aumento experimentado previamente. Para ello, se utilizan intervalos de igual amplitud referidos a distintos periodos de tiempo: 15 años en el primer intervalo; cinco en el segundo; tres en el tercero y periodos de un año en el resto de años representados. Con ello se logra un efecto de incremento brusco de las remuneraciones del sector público en los

primeros intervalos que no coincide con el incremento real, el cual ha sido más paulatino.

Figura 3.4

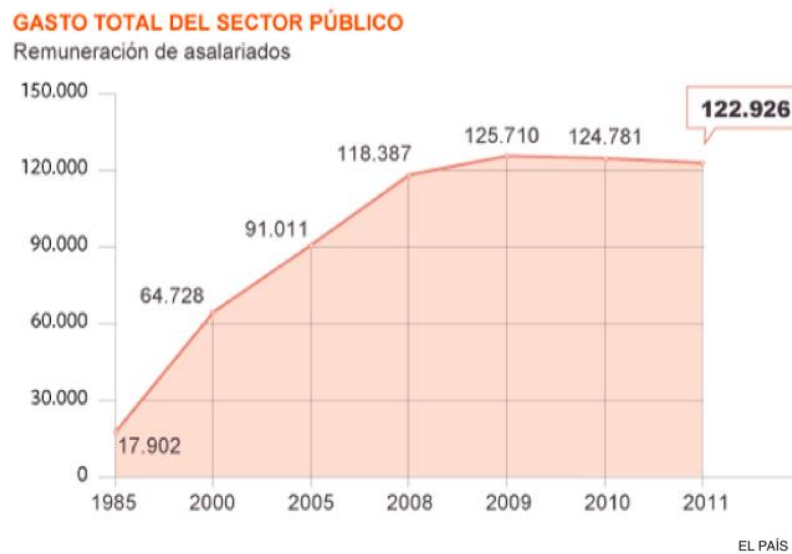
Gráfico de áreas

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta

Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010

Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

El gráfico ha sido elaborado por el diario El País a partir de los datos publicados por el Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Es de destacar que la fuente de procedencia de los datos no aparece en el gráfico, sino únicamente en el cuerpo de la noticia, y en su lugar se indica el nombre del diario en vez de la fuente, lo que puede provocar un sesgo de razonamiento. Los datos deben de ser fiables, ya que la fuente de la información es un organismo oficial que cuenta con medios para su recolección. Sin embargo, dado que no se le facilita la noticia completa, no se espera esta conclusión, sino únicamente se requiere identificar que la fuente no es el medio de comunicación.

5. *Pictograma*, que representa las ventas de vinos españoles en siete países durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008). En el gráfico, mostrado en la Figura 3.5, se obvia el eje de ordenadas, lo cual dificulta su interpretación, mientras que

la imagen en perspectiva de las botellas, así como el orden en que están colocadas, complica la percepción de la importancia de las cantidades representadas.

Figura 3.5

Pictograma



Nota. Noticia extraída del diario *El Economista*.

En este último gráfico no se indica la procedencia de los datos, por lo que, aunque los datos representados sean ciertos, el futuro profesor debe hacer referencia a ello y cuestionarse la fiabilidad de estos.

En cuanto al análisis, se ha realizado un estudio descriptivo clasificando los resultados en función del cuestionamiento o postura crítica adoptada hacia la procedencia de los datos, para cada uno de los gráficos presentados. Para tal fin se establecieron dos niveles de concreción: I) si se indica cual es la fuente y se realiza una reflexión sobre la fiabilidad de los datos mostrando una adecuada postura crítica (respuesta correcta, notado por 2); II) si hay un inadecuado cuestionamiento sobre la fuente de procedencia de la información representada (respuesta incorrecta, notado por 0). Destacar en este caso que la fiabilidad atribuida a una fuente de información incorrecta será igualmente inadecuada.

Con el propósito de estudiar los errores que cometen los estudiantes cuando se identifica el origen de los datos y la fiabilidad de estos, se han construido cuatro categorías:

0.1 *Se identifica como fuente de procedencia de los datos al medio de comunicación que publica la noticia.* Para el análisis, esta categoría se ha dividido en tres subcategorías en función de si se considera fiable la información

(subcategoría notada por 0.1a), si no se considera fiable (0.1b) o, por el contrario, no se cuestiona la fiabilidad de la información representada (0.1c). En las primeras dos subcategorías, la credibilidad sobre la fiabilidad de la información está condicionada por creencias y actitudes, positivas o negativas, respectivamente, hacia el medio de comunicación que se presupone fuente de los datos representados.

0.2 *Se identifica una fuente incorrecta diferente al medio de comunicación.* Por tanto, tampoco se identifica la verdadera fuente de procedencia de los datos, indicando como tal otra fuente distinta al medio que presenta la noticia, y siendo incorrecto, igualmente, el razonamiento aportado en cuanto a su fiabilidad, en caso de haber sido analizada.

0.3 *No se identifica la fuente.* En este caso, en la resolución de la tarea se indica que no son capaces de identificar la fuente de procedencia y, por tanto, tampoco son capaces de analizar la fiabilidad de los datos.

0.4 *No responde a la tarea.*

Posteriormente a los análisis descritos, se ha comprobado cuál o cuáles de los gráficos analizados presentan mayor número de respuestas correctas a la hora de identificar la fuente de información y constatar la fiabilidad de los datos. Para ello, asignando puntuación a los niveles de concreción descritos (respuesta correcta– 2 puntos– vs respuesta incorrecta -0 puntos), se ha realizado el cálculo de la puntuación media obtenida en cada gráfico y la dispersión de dichas puntuaciones. De forma análoga, para representar la puntuación total obtenida por cada participante, se ha definido la variable “suma” y, mediante el cálculo de sus percentiles 25 (P_{25}) y 75 (P_{75}), se han determinado los grupos de bajo y alto rendimiento, respectivamente.

Con base en lo anterior, para comprobar si existen diferencias significativas en el número de respuestas correctas entre los estudiantes del grupo de bajo rendimiento y los estudiantes del grupo de alto rendimiento, se ha realizado un contraste de hipótesis de igualdad de medianas para muestras independientes ($p < 0.05$). Más concretamente, se ha realizado la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes entre los grupos con puntuaciones inferiores al P_{25} y superior al P_{75} . A continuación, para descartar que los resultados obtenidos fuesen consecuencia de la distribución asimétrica de la puntuación de las respuestas para cada gráfico, o dicho de otra manera, para refutar que los resultados obtenidos se deban a ítems demasiado fáciles o difíciles, se han calculado los índices de

dificultad y discriminación (Morales, 2009), para la tarea correspondiente a cada uno de los gráficos.

Para completar el análisis se consideró necesario estudiar si existe una correlación, positiva o negativa, entre los resultados obtenidos en la tarea para los distintos gráficos propuestos. Así, y dado que la concreción del tipo de respuesta es cualitativa ordinal (respuesta correcta vs respuesta incorrecta), se ha realizado un análisis de correlaciones para escalas ordinales utilizando el coeficiente no paramétrico Tau-b de Kendall.

Finalmente se analiza si el nivel de concreción de las respuestas depende del gráfico estudiado. Dado que las variables generadas por las respuestas a la tarea para los distintos gráficos están relacionadas (respuestas aportadas por cada participante) y que la muestra no es probabilística, se concluye el estudio con la prueba no paramétrica de Wilcoxon. En este caso, la hipótesis nula será que la puntuación obtenida en la tarea (0 si la respuesta es incorrecta o 2 si es correcta) no depende del tipo de gráfico utilizado, comprobando si existe o no diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes a la tarea para cada uno de los gráficos.

Resultados

El análisis de las respuestas aportadas por los futuros profesores de Educación Primaria muestra una escasa postura crítica de los estudiantes, principalmente cuando la información solicitada no se encuentra de forma explícita en el gráfico.

El porcentaje de estudiantes que realiza una postura crítica correcta de las distintas noticias, explicando la fuente de procedencia de los datos y si considera que la información es o no fiable, apenas superó 47%. Este porcentaje global de respuestas correctas se consigue, principalmente, gracias a los resultados obtenidos en el gráfico de barras (74,4%) y de líneas (70,4%), como se muestra en la Tabla 3.1. En el caso de los otros gráficos, los porcentajes de respuestas correctas se reducen al 38,3% en el diagrama de sectores, al 34,9% en el pictograma y al 21,3% en el gráfico de áreas.

Tabla 3.1

Frecuencia y porcentaje según tipo de respuesta a la tarea para cada gráfico

Tipo de gráfico		Frecuencia (N)	Porcentaje (%)
Gráfico barras	Correcto	486	74,4
	Incorrecto	167	25,6
Gráfico de sectores	Correcto	250	38,3
	Incorrecto	403	61,7
Gráfico de líneas	Correcto	460	70,4
	Incorrecto	193	29,6
Gráfico de áreas	Correcto	139	21,3
	Incorrecto	514	78,7
Pictograma	Correcto	228	34,9
	Incorrecto	425	65,1

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al estudiar los errores que cometen los estudiantes al identificar al proveedor de los datos y su fiabilidad (Tabla 3.2). Mediante esta representación de resultados se diferencia claramente la clasificación de errores obtenida para los tres gráficos con más alto porcentaje de respuestas incorrectas: el gráfico de sectores, el pictograma y el gráfico de áreas. Las respuestas incorrectas en el diagrama de sectores (61,7%) se deben, principalmente, a no identificar la fuente a partir de la información suministrada. En este gráfico destaca que los participantes indicaron no ser capaces de identificar la fuente ni estudiar la fiabilidad de los datos (20,9% de los errores cometidos respecto al total de respuestas, categoría 0.3), siendo aun mayor el porcentaje de estudiantes que atribuye su procedencia y fiabilidad a otra fuente de información (34,6 % de los errores, categoría 0.2). En este último error constatado para dicho gráfico, la mayoría de las respuestas hacen referencia a identificar el término que aparece sobre la gráfica “leave a comment” (“deje un comentario”) como fuente de los datos. En el estudio del tipo de error cometido en la tarea para el pictograma, con 65,1% de respuestas incorrectas, se observa un porcentaje similar para las categorías correspondientes a identificar otra fuente incorrecta (0.2) e identificar como fuente el medio de comunicación sin analizar la fiabilidad (0.1c), 20,2% y 19,4% respectivamente. Por último, en el gráfico con mayor porcentaje de errores, el de áreas (78,7%), destaca el

fallo de identificar como fuente de procedencia de los datos al medio de comunicación, considerando fiable la información aportada (42,0%).

En los gráficos con menor porcentaje de errores, los de barras y de líneas, predomina la primera categoría del análisis por tipo de error. En concreto, para ambos gráficos se identifica al medio de comunicación como la fuente de procedencia de los datos considerados, 18,2% y 24,1% respectivamente. Sin embargo, para el gráfico de barras predomina la subcategoría en la que no se consideran fiables los datos (8,4% de los errores) mientras que para el gráfico de líneas destacan aquellas respuestas en las que no se analiza ni valora la fiabilidad de los datos (15,3%). Por tanto, estos futuros profesores no hacen una lectura gráfica correcta de la información presente en el gráfico ya que en ambos se indica que la fuente de procedencia de los datos es el INE.

Tabla 3.2

Análisis de categorías del tipo de respuestas incorrectas a la tarea para cada gráfico. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de respuestas

Categoría	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
0.1a	34(5,2)	30(4,6)	48(7,4)	274(42,0)	59(9,0)
0.1b	55(8,4)	--	9(1,4)	--	36(5,5)
0.1c	30(4,6)	--	100(15,3)	--	127(19,4)
0.2	28(4,3)	226(34,6)	7(1,1)	113(17,3)	132(20,2)
0.3	20(3,1)	136(20,9)	5(0,8)	79(12,1)	56(8,6)
0.4		11(1,7)	24(3,7)	48(7,4)	15(2,3)

Nota. La descripción detallada de categorías puede verse en la metodología.

En relación al cálculo de la puntuación media de la tarea para cada uno de los gráficos y su dispersión, y en concordancia con los resultados del análisis de frecuencias, la mayor puntuación media para la tarea se ha obtenido en el diagrama de barras y de líneas, presentando una variabilidad similar para todos los gráficos estudiados (Tabla 3.3). La puntuación media más baja, indicando también la escasez de respuestas correctas, se obtuvo en la tarea que representa la información mediante el gráfico de áreas. Respecto a la puntuación total, o suma de las puntuaciones de la tarea en cada uno de los gráficos, se obtiene una media de 4,79. Así, estos resultados indican que los futuros profesores no

alcanzan la puntuación media de 5, con 53,6% de puntuaciones inferiores o iguales a 4 y 82,7% inferiores o iguales a 6 (sobre un máximo de 10), por lo que podemos considerar los resultados obtenidos como deficientes.

Tabla 3.3

Análisis del tipo de respuesta a la tarea para cada gráfico y suma de los resultados

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Gr. barras	0	2	1,49	0,873
Gr. sectores	0	2	0,77	0,973
Gr. líneas	0	2	1,41	0,913
Gr. áreas	0	2	0,43	0,819
Pictograma	0	2	0,70	0,954
Suma total	0	10	4,79	2,310

Fuente: elaboración propia

La distribución de la puntuación total tiene un P_{25} y P_{75} de 4 y 6, respectivamente. Así, se considera estudiante de bajo rendimiento a aquellos participantes cuya puntuación total es menor o igual a 4. Por el contrario, se considera estudiante de alto rendimiento a aquellos futuros profesores cuya puntuación total es igual o mayor a 6. Así, se ha realizado la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes entre los grupos de bajo y alto rendimiento. Los resultados indican que se debe rechazar la hipótesis nula de igualdad de medianas en todas las tareas, con un p-valor de 0,000 para todos los gráficos, por tanto, existen diferencias significativas en las respuestas aportadas por los grupos de alto y bajo rendimiento.

Los resultados que se muestran en la Tabla 3.4, indican que la respuesta resulta fácil para los futuros profesores en el caso del diagrama de barras y de líneas, debido principalmente a que la fuente estaba indicada en la gráfica. No ocurre lo mismo en el caso de la tarea sobre el gráfico de sectores y el pictograma, donde los futuros profesores han de interpretar la fuente de procedencia a través del contenido de la noticia. En el caso de la tarea para el gráfico de áreas resulta aun más complicada (menor índice de dificultad), que se considera debido, principalmente, a que la presencia en la gráfica del nombre del medio de comunicación lleva a confundir a dicho medio con la fuente. En el caso del índice de discriminación, los valores de la tarea para el gráfico de sectores y de

líneas son cercanos o iguales a 0,5, indicando una fuerte discriminación entre los grupos de alto y bajo rendimiento. En otras palabras, se refleja en estos resultados que para dichos gráficos responden correctamente a la tarea mayoritariamente los estudiantes del grupo de alto rendimiento mientras que, usualmente, los participantes de bajo rendimiento responden incorrectamente. En el resto de tareas, el índice de discriminación es menor que 0,5 lo que indica que las respuestas correctas no difieren tanto entre el grupo de alto y bajo rendimiento. Dicho de otro modo, en el resto de gráficos la complejidad de la tarea produce respuestas incorrectas en ambos grupos, principalmente en la tarea referida al pictograma.

Tabla 3.4

Índices de dificultad y discriminación por rendimiento para P₂₅ - P₇₅

	I. dificultad	I. discriminación
Gr. barras	0,74	0,33
Gr. sectores	0,38	0,50
Gr. líneas	0,70	0,45
Gr. áreas	0,21	0,38
Pictograma	0,35	0,27

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Tabla 3.5, en todos los contrastes de hipótesis en los que está involucrado el pictograma se acepta la hipótesis nula de “no existencia de correlación entre ambas variables” con un nivel de confianza del 95%. Es decir, no existe relación entre las respuestas a la tarea que involucra al pictograma con ninguna de las respuestas a la tarea que involucra a cualquier otro gráfico. Para el resto de gráficos podemos indicar que existe correlación entre las respuestas a la tarea planteada, pero todas menores de 0,4, por lo que se consideran bajas (o muy bajas, si son menores de 0,2). Las mayores correlaciones las encontramos entre las respuestas a la tarea para el gráfico de líneas con las respuestas a la tarea para el diagrama de barras y con las respuestas a la tarea para el gráfico de áreas, ambas positivas.

Tabla 3.5

Correlaciones Tau-b de Kendall entre las distintas tareas

		Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	C. correlación	--	0,101	0,282	0,090	-0,071
	p-valor	--	0,010	0,000	0,021	0,068
Gr. sectores	C. correlación	--	--	0,096	0,106	-0,022
	p-valor	--	--	0,014	0,007	0,579
Gr. líneas	C. correlación	--	--	--	0,214	-0,054
	p-valor	--	--	--	0,000	0,171
Gr. áreas	C. correlación	--	--	--	--	0,035
	p-valor	--	--	--	--	0,371
Pictograma	C. correlación	--	--	--	--	--
	p-valor	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

La Tabla 3.6 presenta los resultados de la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. Como se observa, solo en dos de las comparaciones se acepta la hipótesis nula de igualdad de medianas, para un nivel de confianza del 95%. La hipótesis nula de que la puntuación obtenida en la tarea no depende del tipo de gráfico utilizado, se cumple en el caso de la comparación del diagrama de barras con el gráfico de líneas, y en el caso del diagrama de sectores y el pictograma. Por tanto, en estos casos podemos afirmar que no hay diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes a ambas tareas, coincidiendo estos resultados con los índices de dificultad que presentan ambos pares.

Tabla 3.6

Prueba Wilcoxon pruebas emparejadas, p-valor

	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	--	0,000	0,058	0,000	0,000
Gr. sectores	--	--	0,000	0,000	0,212
Gr. líneas	--	--	--	0,000	0,000
Gr. áreas	--	--	--	--	0,000
Pictograma	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran una deficiente cultura estadística por parte de los futuros profesores de Educación Primaria, participantes en el estudio, concretamente en la componente de postura crítica según el modelo de Gal (2002). Esto indica que no han desarrollado la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística, principalmente cuando la información solicitada no se encuentra de forma explícita en el gráfico o aparecen elementos distractores. Muestra de ello se observa en los resultados obtenidos en el análisis de errores para el diagrama de sectores, pictograma y gráfico de áreas. Sin embargo, aun cuando dichos elementos aparecen de forma explícita, frecuentemente se considera al medio de comunicación que publica la noticia como fuente de procedencia de los datos. Esto evidencia, no solo una inadecuada postura crítica sino también, en línea con Molina-Portillo et al. (2019), una carencia de conocimientos básicos asociados a una correcta lectura de gráficos estadísticos. En este caso es usual, además de no abordar la credibilidad que tendrían los datos, atribuir su fiabilidad en virtud de las creencias personales hacia dichos medios. Estos resultados, en consonancia con Murray y Gal (2002), indican que la postura crítica queda respaldada por las creencias y actitudes personales, hecho que se confirma incluso cuando hay carencias en los niveles de conocimiento de cultura estadística descritos por Gal (2002).

Las carencias encontradas van más allá del gráfico utilizado ya que la mayoría de los errores dependen de cuestiones ajenas al tipo de gráfico o a los sesgos presentes él. Esto indica que la falta de actitud crítica puede estar condicionada por desconocimiento, o mala praxis, de elementos fundamentales de la cultura estadística tales como el conocimiento del contexto o los elementos estructurales de los gráficos estadísticos. Por el contrario, los alumnos que realizan correctamente la tarea habrían alcanzado el nivel “cultura estadística crítica” descrito por Weiland (2017), o el “crítico matemático” descrito por Watson y Callingham (2003), ya que son capaces de identificar correctamente la fuente de procedencia de los datos y realizan una interpretación de la fiabilidad de los mismos en función de ello.

En línea con Molina-Portillo et al. (2017) estos resultados inciden en la necesidad de fomentar la cultura estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, mostrando una deficiencia en su formación estadística básica relacionada con el conocimiento del contexto y la postura crítica hacia la información basada en datos. Sería

deseable una formación complementaria, o una profundización en la formación actual, sobre la importancia de los aspectos que han sido objeto de este estudio. Como señala Gal (2002), se ha de fomentar la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística por parte de los ciudadanos, y en especial de aquellos encargados en formarlos. De lo contrario, puede que no logren ser competentes en su futura tarea como docentes, especialmente a la hora de formar ciudadanos estadísticamente cultos.

El presente trabajo profundiza en el estudio de una de las componentes de cultura estadística que, aunque definida y puesta en valor, ha sido poco analizada en el ámbito de la investigación en educación estadística. Sus resultados constituyen un aporte incuestionable a los obtenidos en trabajos sobre interpretación y creación de gráficos estadísticos (Arteaga et al., 2015), mediante el estudio del mayor nivel de cultura estadística descrita en los modelos teóricos, aquel que requiere una postura crítica (Gal, 2002; Ridgway et al., 2018; Walshaw, 2007; Watson, 1997; Watson y Callingham, 2003; Weiland, 2017; entre otros). Otro aspecto a tomar en consideración es que el instrumento utilizado genera resultados robustos para la componente de postura crítica analizada. En primer lugar, no existen correlaciones, o son muy bajas, entre las respuestas a la tarea para los distintos gráficos. Además, la tarea presenta distintos grados de complejidad según el gráfico analizado, así como distinto grado de eficiencia en correlación con la puntuación global del cuestionario (discrimina correctamente). Esta característica confirma que a mayor complejidad de la tarea se produce una mejor discriminación entre los participantes que responden correctamente y los que no. Del mismo modo, la variabilidad en el índice de dificultad nos permite enfatizar la importancia de los elementos estructurales del gráfico en la adopción de una adecuada postura crítica identificándose mayor número de errores o incorrecciones donde dichos elementos, o no son explícitos, o bien se sustituyen por otros elementos distractores (como sucede en el diagrama de sectores o gráfico de áreas).

La continuidad de esta línea de investigación pasaría por establecer estudios complementarios que aborden la temática tratada ampliando su ámbito de estudio, tomando muestras probabilísticas cuyos resultados pudiesen ser extrapolables a la población de estudio, o acotándolo y estudiando características concretas del origen de los errores detectados. En este sentido, investigaciones complementarias en el ámbito internacional podrían establecer comparaciones interesantes en el ámbito de la formación estadística de futuros profesores para promover la cultura estadística en la sociedad.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Aizikovitsh-Udi, E., Kuntze, S. y Clarke, D. (2016). Connections between statistical thinking and critical thinking: A case study. En *The Teaching and Learning of Statistics* (pp. 83-94). Springer, Cham.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, J. M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 76, 55-67.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. R. (2015). Statistical graphs complexity and reading levels: A study with prospective teachers. *Statistique et Enseignement*, 6(1), 3–23.
- Bauman, Z. (2005). *Modernidad y ambivalencia (Vol. 44)*. Anthropos Editorial.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Springer.
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). International Perspectives on the Teaching and Learning of Statistics. En *The Teaching and Learning of Statistics* (pp. 1-10). Springer International Publishing.
- Carvalho, L. M., Campos, T. M. y Monteiro, C. E. (2011). Aspectos visuais e conceituais nas interpretações de gráficos de linhas por estudantes. *Boletim de Educação Matemática*, 24(40), 679-700.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. En *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207-216). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Engel, J. (2017). Statistical Literacy for Active Citizenship: A Call for Data Science Education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44-49.
- Frankenstein, M. (1998). Reading the World with Math: Goals for a Critical

- Mathematical Literacy Curriculum. En E. Lee, D. Menkart, M. Okazawa-Rey (Eds.) *Beyond Heroes and Holidays: A Practical Guide to K-12 Anti-Racist, Multicultural Education and Staff Development*, Network of Educators on the Americas.
- Gal, I (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. 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*.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Garfield, J. B. y Gal, I. (1999). Assessment and statistics education: Current challenges and directions. *International statistical review*, 67(1), 1-12.
- Hofstadter, D. (2008). *Metamagical themas: Questing for the essence of mind and pattern*. Basic books.
- Lipič, N. y Ovsenik, M. (2020). The Effect of Statistical Literacy on Response to Environmental Change. *Organizacija*, 53(2), 147-163.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre*, por el que se establece la estructura de bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2014a). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia
- MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Ministerio de Educación y Ciencia.

- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Ruz, F. (2019). Statistical literacy in the information society. *BEIO, Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 35(2), 148-169.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 4787-4792.
- Morales, P. (2009). *Análisis de ítems en las pruebas objetivas*. Universidad Pontificia Comillas.
- Murray, S. y Gal, I. (2002). Preparing for diversity in statistics literacy: Institutional and educational implications. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics*. IASE. CD ROM.
- Pfannkuch, M. y Ben-Zvi, D. (2011). Developing teachers' statistical thinking. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education*. Springer.
- Ograjensek, I. y Gal, I. (2016). Enhancing statistics education by including qualitative research. *International Statistical Review*, 84(2), 165–178. <https://doi.org/10.1111/insr.12158>
- ProCivicStat Partners. (2018). *Engaging civic statistics: A call for action and recommendations*. (A product of the ProCivicStat Project). Retrieved March 10, 2020, [https:// iase-web.org/islp/pcs/](https://iase-web.org/islp/pcs/)
- Ridgway, R., Nicholson, J. y Gal, I. (2018). *Understanding statistics about society: A brief framework of knowledge and skills needed to engage with civic statistics*. [http:// iaseweb.org/icots/10/proceedings/pdfs/ICOTS10_7A1.pdf](http://iaseweb.org/icots/10/proceedings/pdfs/ICOTS10_7A1.pdf)
- Rodríguez, F. y Sandoval, P. (2012). Habilidades de codificación y descodificación de tablas y gráficos estadísticos: un estudio comparativo en profesores y alumnos de pedagogía en Enseñanza Básica. *Avaliação*, 17(1), 207-235.
- Rumsey, D. (2002). *Statistical Literacy as a Goal for Introductory Statistics Courses*. ASA Proceedings of the Section on Statistical Education.

- Schied, M. (1999). Statistical literacy: Thinking critically about statistics. *Of Significance*, 1(1), 15-20.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1–8.
- Walshaw, M. (2007). *Working with Foucault in education*. Sense Publishing.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107–121). IOS Press and The International Statistical Institute.
- Watson, J. y Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3-46.
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 33-47

Estudio 4⁴. Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en prensa). Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *PNA. Revista de investigación en Didáctica de la Matemática*.

Resumen

Los compendios internacionales inciden en la necesidad de fomentar en el aula la cultura estadística y, en particular, la lectura de información basada en datos y representada mediante gráficos estadísticos. Debido a que, de los conocimientos y destrezas actuales de los futuros maestros para leer, interpretar y argumentar la información estadística, dependerá su práctica profesional, vemos necesaria una evaluación que indique si es pertinente un refuerzo educativo en su formación actual. Este trabajo evalúa el nivel de lectura gráfica de la información representada mediante gráficos estadísticos extraídos de los medios, en una muestra de 653 futuros profesores de Educación Primaria.

Palabras clave: Formación de profesores, cultura estadística, gráficos estadísticos, lectura gráfica.

Abstract

International forums emphasize the need to promote statistical literacy in the classroom and, particularly, the reading of data-based information represented by statistical graphs. Because the prospective teachers' professional practice will depend on current knowledge and skills in reading, interpreting and arguing statistical information, an evaluation is required to indicate whether an educational reinforcement in their current

⁴ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

training is pertinent. This work assesses the graphic reading level of the information represented by media statistical graphs in 653 primary education prospective teachers.

Keywords: Teacher training, Statistical Literacy, Statistical Graphs, Graphic reading.

Introducción

La noción de cultura estadística (Wallman, 1993), surge con la idea de reconocer la necesidad de interpretar, evaluar críticamente y comunicar la información y mensajes estadísticos en la sociedad (Ben-Zvi y Garfield, 2004). Uno de los componentes fundamentales de la cultura estadística es la comprensión gráfica, que se identifica como la capacidad de leer, interpretar, analizar y sintetizar información que se representa en varias formas pictóricas (Patahuddin y Lowrie, 2018). Se considera que esta es una capacidad necesaria para que el ciudadano de hoy sea capaz de comprender e interpretar el mundo que le rodea (Glazer, 2011; Sharma, 2013; Boote, 2014). Como señala Schmit (2010) la capacidad de leer e interpretar gráficos estadísticos en los medios de comunicación y estudios de investigación, es el puente entre la información y el significado social.

La escuela juega un papel fundamental en el desarrollo de la competencia estadística de los estudiantes, quienes a su vez entienden por qué, y cómo, las estadísticas son útiles para percibir e interpretar el mundo y su complejidad (Frankenstein, 1998). Por tanto, la cultura estadística se presenta como un resultado esperado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007; GAISE, 2005). El proyecto denominado School Council Project (Holmes, 1980) mostró que la estadística es parte de la educación general necesaria para la ciudadanía, quienes precisan adquirir la capacidad de interpretar la información estadística que con frecuencia aparece en su vida diaria. Desde entonces, en muchos países existe una tendencia conducente a la inclusión de la estadística, y el refuerzo de la cultura estadística de los estudiantes, en los currículos oficiales vigentes (Ben-Zvi y Makar, 2016).

En este sentido, una parte destacada en la investigación sobre cultura estadística es el análisis de la información que aparece representada mediante gráficos estadísticos. Así, son varios los estudios previos que han analizado el nivel de lectura gráfica en base

a sus distintos elementos (Arteaga et al., 2009) o mediante su estudio en distintas poblaciones (Inzuna, 2015; Whitaker y Jacobbe, 2017). En concreto, existe literatura previa que examina, en el futuro profesorado de Educación Primaria, algunos aspectos del nivel de interpretación de gráficos sencillos simples que aparecen en el curriculum escolar (Rodríguez y Sandoval, 2012; Arteaga et al., 2015; Molina-Portillo et al., 2020).

En esta línea de investigación, y dado que los profesores son en última instancia los responsables de la transferencia del conocimiento estadístico, este trabajo tiene como objetivo evaluar el nivel de lectura gráfica que posee una muestra de 653 futuros profesores de Educación Primaria. Concretamente, dicha evaluación de la lectura gráfica se focaliza en la identificación de la existencia de tendencias en los datos representados mediante gráficos estadísticos simples extraídos de distintos medios de comunicación.

Fundamentos teóricos

Para evaluar, en el sentido previamente mencionado, el nivel de lectura gráfica de los futuros profesores de Educación Primaria se consideran las principales investigaciones teóricas que han descrito los niveles de lectura de los gráficos estadísticos.

Bertin (1983) dividió los procesos de lectura gráfica en tres etapas sucesivas:

- *Etapas de identificación externa*: cuando se identifican las características de los gráficos tales como las etiquetas de los ejes, unidades, intervalos, etc.;
- *Etapas de identificación interna*: cuando se identifican los componentes y la disposición visual del gráfico, como las barras, puntos, líneas, etc.;
- *Etapas de percepción de correspondencias*: cuando se usa la información recibida para comprender los datos que se muestran a través de la interacción de las características externas e internas.

Teniendo en cuenta estas fases, el autor define diversos niveles de lectura gráfica:

- *Extracción de los datos*: es el nivel más básico, donde sólo se lee exactamente lo que hay en el gráfico. No hay operaciones ni comparaciones de datos.
- *Extracción de las tendencias*: implica la percepción entre la relación de dos o más subconjuntos de datos que intervienen en el gráfico. Para ello hay que operar con los datos o compararlos entre sí.

- *Análisis de la estructura de los datos*: comparación de tendencias en dos o más variables o grupos.

Curcio (1989) afirma que la comprensión gráfica se ve afectada por varios factores, como el conocimiento previo, el contenido matemático implícito en el gráfico y la forma de este. En consecuencia, en su investigación establece diferentes niveles de lectura gráfica:

- *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 del gráfico. Esta capacidad requiere la comparación de datos o la realización de operaciones con los datos.
- *Leer más allá de los datos*: realizar predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico.

Las etapas de identificación externa e interna de la teoría de Bertin (1983) son similares a los niveles de Curcio (1989) *leer entre los datos* y *leer dentro de los datos*, respectivamente. Las dos teorías difieren en su tercer nivel, donde Bertin requiere comprender los datos, mientras que Curcio además exige ser capaz de hacer predicciones e inferencias a partir de los datos proporcionados.

Friel et al. (2001) extienden la clasificación establecida por Curcio, definiendo un cuarto nivel, "*leer detrás de los datos*". Este nivel consiste en valorar críticamente el método de recogida de datos, su validez y fiabilidad, así como las posibilidades de extensión de las conclusiones. Según Aoyama (2007), cuando se considera no sólo la interpretación de los gráficos, sino también su valoración crítica, la categoría *leer detrás de los datos*, puede subdividirse en:

- *Nivel racional/literal*: se lee correctamente el gráfico, incluyendo la interpolación, detección de tendencias y predicción, pero no se cuestiona la información, ni se proporcionan explicaciones alternativas.
- *Nivel crítico*: se lee el gráfico, se comprende el contexto y se evalúa la fiabilidad de la información, cuestionándola a veces. Sin embargo, no se es capaz de buscar hipótesis que expliquen la discordancia entre un dato y una interpretación del mismo.

- *Nivel hipotético*: se lee el gráfico, se interpreta y se evalúa la información, formando hipótesis y modelos propios.

Finalmente se considera el trabajo de Arteaga et al. (2011), en el que se identifican los elementos estructurales de un gráfico estadístico necesarios para poder realizar su correcta lectura:

- *Título y etiquetas*: son los elementos fundamentales en un gráfico, ya que indican el contenido contextual y cuáles son las variables en él representadas. Estos elementos sintetizan en muy pocas palabras el contenido. Por ello deben plasmar, de la mejor forma posible, la información presente en el gráfico.
- *Marco del gráfico*: está constituido por cada una de las partes diferenciadas, aunque vinculadas, en que puede ser dividida la estructura del gráfico a efectos de su diseño, tales como ejes, escalas y marcas de referencia de los ejes. Dicho elemento proporciona información sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas. Existen diferentes tipos de marcos y sistemas de coordenadas (lineales, cartesianas bidimensionales o multidimensionales, polares).
- *Especificadores del gráfico*: son los componentes usados para representar los datos, por ejemplo, rectángulos (en el diagrama de barras o histograma), puntos (en el diagrama de dispersión) o figuras (en el pictograma).

Antecedentes

a. Comprensión gráfica y cultura estadística

Como se ha indicado, existen diferentes concepciones de lectura gráfica, pero en general comparten ciertos rasgos comunes. Wu (2004) establece que la comprensión gráfica está relacionada con cuatro habilidades: lectura, construcción, interpretación y evaluación de gráficos estadísticos. Como refiere Schield (2011), la interpretación gráfica no puede reducirse a una lectura literal del gráfico, sino que se debe poder identificar las tendencias y variabilidad de los datos, así como obtener conclusiones sobre la información representada. Por tanto, es necesario una comprensión integral del gráfico que, como indican Friel et al. (2001), es un objeto semiótico complejo en el que, para hacer una interpretación correcta de él, se han de identificar los elementos estructurales

que lo componen, ya que cada tipología tiene sus propios convenios de construcción e interpretación.

Friel et al. (2001) definen la comprensión gráfica como “las habilidades de los lectores de gráficos para entender el significado de gráficos creados por otros o por ellos mismos. Diferentes niveles al hacerse preguntas, provocan diferentes niveles de comprensión” (pg. 132).

Por otro lado, Watson (2006) destaca que es importante trabajar los gráficos estadísticos con los estudiantes. Además, pone de manifiesto la relación existente entre desarrollar unos buenos niveles de cultura estadística y la capacidad de construir, leer, interpretar y valorar críticamente la información presente en este tipo de representaciones.

Acorde con la autora, en la literatura relacionada hay una congruencia general de que, para ser un ciudadano *estadísticamente culto*, se ha de poseer un nivel de lectura gráfica suficiente que permita interpretar críticamente los gráficos estadísticos que se encuentran en cualquier ámbito de la sociedad de la comunicación (Arteaga et al., 2011). Esto supone, como señala Schield (2006), ir más allá de una lectura literal del gráfico. De hecho, como indican Patahuddin y Lowrie (2018) podría argumentarse que la interpretación de los gráficos es una habilidad de procesamiento de la información esencial para el ciudadano del siglo XXI. Por consiguiente, es importante desarrollar habilidades de interpretación gráfica en los estudiantes, para que puedan analizar datos, interpretar factores e identificar patrones en los gráficos estadísticos (Berg y Boote, 2017). En el mismo sentido, Shah y Hoeffner (2002) propusieron que para interpretar con éxito los gráficos, es necesario: i) identificar y codificar las características del gráfico, ii) interpretar las relaciones generales que se establecen en él y iii) asociar estas relaciones con el contexto donde se ubique la información suministrada.

Ridgway et al. (2007), relacionan el trabajo con gráficos estadísticos y la adquisición de unos buenos niveles de cultura estadística. En su estudio también indican que sería necesario enseñar a los estudiantes las siguientes heurísticas relacionadas con la comprensión gráfica:

- Ser crítico con la fuente de los datos, exigiendo calidad en los datos.
- Identificar las variables del estudio, su tipo (cualitativa, cuantitativa) y papel en el estudio (dependiente, independiente).
- Describir y explorar los datos a fondo antes de intentar obtener conclusiones.

- Buscar relaciones no lineales entre las distintas variables y cambios a lo largo del tiempo.
- En caso de que se lleve a cabo un estudio de inferencia, evaluar el efecto de las variables explicativas (tamaño de la diferencia de medias en los grupos analizados) y no sólo la significación estadística de los datos.

b. Investigaciones sobre niveles de lectura

Monteiro y Ainley (2004) ponen de manifiesto que la interpretación crítica de gráficos estadísticos moviliza diversos conocimientos y experiencias. Además, indican que es un proceso complejo en el que se requiere el conocimiento y puesta en práctica de muchos conceptos, jugando un papel primordial el conocimiento del contexto. En posteriores trabajos, Monteiro y Ainley (2007) se preocupan de la laguna existente entre la interpretación de gráficos en contexto escolar y aquellos referidos a contextos extraescolares, como los que aparecen en la prensa. En el contexto escolar, se insiste en los conocimientos y procesos estadísticos, prestando poca atención al contexto social del que han sido tomados los datos. Esto provoca fallos en la interpretación de gráficos en los que el contexto juega un papel importante. Por eso recomiendan que en la escuela se busquen ejemplos tomados de la vida cotidiana o los medios de comunicación, que puedan motivar a los estudiantes y hacerles ver la utilidad de la estadística en su vida.

Entre las investigaciones empíricas sobre niveles de lectura gráfica en estudiantes destaca el trabajo de Fernandes y Morais (2011) con 108 estudiantes de 9º grado (equivalente a 1º de Educación Secundaria). Para implementarlo utilizaron gráficos de barras, sectores y líneas, siendo la lectura del gráfico de líneas el que entrañó mayor dificultad. En la clasificación de Curcio (1989), sólo el 24% de los estudiantes alcanza el nivel *leer entre los datos*, y el 33% el nivel *leer más allá de los datos* mientras que el nivel *leer los datos* es alcanzado por 68%.

Pagan y Magina (2011) realizan un estudio con 105 alumnos del mismo curso que investigaron Fernandes y Morais (2011). En este caso el 67% de los estudiantes alcanza el nivel *leer entre los datos*, el 42% el nivel *leer dentro de los datos* y solo el 19% el nivel *leer más allá de los datos*. Carvalho et al. (2011) analizan la lectura directa e inversa de gráficos de líneas en 84 estudiantes ingleses de 7º, 8º y 9º curso; el 74% realiza con éxito la lectura directa y el 38% la inversa, mejorando los resultados con la edad. En este caso no se abordó los niveles de lectura gráfica.

En el caso de la investigación con futuros profesores, Rodríguez y Sandoval (2012) realizan un estudio comparativo sobre la lectura de gráficos por profesores en formación y en activo. Los resultados muestran que el 90% de los 132 evaluados realiza algún tipo de lectura, aunque solo el 79% lo hace de forma correcta. En el análisis de gráficos de barras simples, el 95,5% de los futuros maestros responden con éxito, mientras que los profesores en activo lo hacen en un 89,3%. El éxito es menor cuando se lee información de gráficos de barras múltiples, en el que el 40% de los estudiantes y el 45% de los profesores lo hacen correctamente.

Arteaga et al. (2015) utilizaron la teoría de Curcio (1989) para evaluar la lectura gráfica de los futuros maestros de primaria y compararla con la capacidad para construir gráficos estadísticos. Los autores inciden en que, aunque el porcentaje de profesores que podían construir gráficos de mayor complejidad semiótica era alto, pocos podían interpretar los datos del gráfico en el nivel de interpretación más alto, es decir, *leer más allá de los datos*. En el mismo sentido, Jacobbe y Horton (2010) encontraron que los maestros presentan una capacidad limitada para *leer más allá de los datos*.

Metodología

La presente investigación se basa en los niveles de lectura descritos por Curcio (1989) y complementados por Friel et al. (2001). Además, será de utilidad relacionar la lectura de los gráficos estadísticos con los elementos estructurales descritos por Arteaga et al. (2011).

La población de interés son los futuros profesores de Educación Primaria. En consecuencia, se considera una muestra de 653 estudiantes del Grado de Primaria de la Universidad de Granada durante el curso 2018-2019. Dichos estudiantes han cursado dos asignaturas previas relacionadas con la matemática y su didáctica, en las cuáles han estudiado los gráficos estadísticos como parte del tema de estadística y probabilidad. No obstante, se estima que el tiempo dedicado a la enseñanza de todo el tema ha sido de una o, a lo sumo, dos semanas por curso. Por otra parte, la investigación se basa en el estudio del contenido estadístico de gráficos simples o elementales tales como: un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un pictograma. Por todo ello, los futuros profesores deberían tener conocimientos suficientes de estos ya que también forman parte

del currículo de matemáticas de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato que han cursado (MEC 2006a, 2006b, 2007, 2014a, 2014b).

El presente estudio se enmarca en una investigación integral sobre el análisis de gráficos estadísticos como parte fundamental de la cultura estadística. Dicha investigación utiliza como instrumento de recogida de información un cuestionario específico diseñado y validado para tal fin (Contreras et al., 2017; Molina-Portillo et al., 2017). La herramienta resultante, está constituida por un conjunto de cinco noticias que utilizan los gráficos estadísticos simples citados, creados de forma sesgada o incorrecta por algún medio de comunicación tales como la prensa y la televisión. Con ellos se pretende evaluar aspectos de la cultura estadística relacionada con la interpretación de estos. Las tareas a realizar ponen en juego conocimientos estadísticos básicos sobre dichos gráficos, evalúan la capacidad de interpretación estadística, examinan el conocimiento del contexto y la lectura gráfica.

En particular, en el cuestionario administrado al principio de clase y sin aportar orientaciones previas para su resolución, aparece la siguiente tarea: “*Indica si se observa alguna tendencia en la serie de datos. Justifica la respuesta*” o, en el caso del segundo gráfico, “*¿Qué conclusiones se deducen de los datos? Justifica la respuesta*”. Como todas las gráficas utilizadas presentan algún tipo de sesgo, sería necesaria la percepción de las incorrecciones que presentan para poder hacer una correcta interpretación de la noticia. Los gráficos utilizados se presentan a continuación:

1. *Gráfico de dos barras adosadas* que informa de una serie temporal de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España) entre los años 2008 y 2012 (Figura 4.1). En dicho gráfico se ha omitido el eje de coordenadas, y la escala con la que se representan sendas variables tienen distintas proporciones.

Figura 4.1

Gráfico de barras adosadas

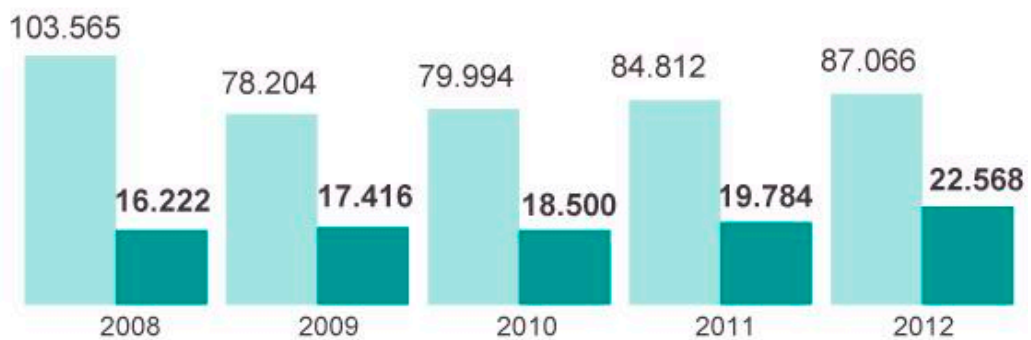
Si la empresa quiebra, ¿a quién reclama el cliente?

El consumidor es el acreedor más débil cuando se produce una insolvencia. Recuperar el dinero supone ponerse a la cola en complejos procesos judiciales. Muchos no llegan a cobrar nunca

CREACIÓN Y DISOLUCIÓN DE EMPRESAS EN ESPAÑA

■ Sociedades mercantiles CREADAS

■ Sociedades mercantiles DISUeltas



Fuente: INE EL PAÍS

Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

En este primer gráfico, haciendo notar la falta de proporcionalidad en los descriptores, el futuro profesor ha de observar que a lo largo de los cinco años el número de empresas disueltas aumenta y el número de empresas creadas disminuye. En esta última variable se observa que hay una fuerte disminución en 2009 y, posteriormente, comienza un crecimiento lento, siendo el balance global de descenso. A partir del segundo año el saldo neto de empresas activas se incrementa.

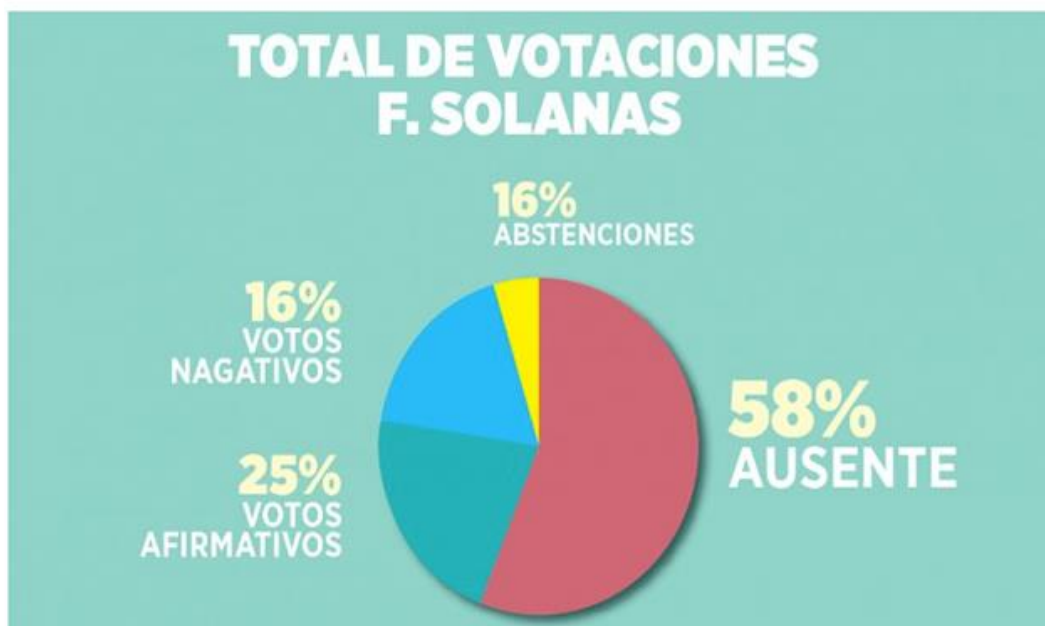
2. *Gráfico de sectores* que representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato (Figura 4.2). En este diagrama, el título no refleja bien el contenido, la suma de los porcentajes es 115% y las áreas de los sectores no guardan la proporción expresada en los porcentajes.

Figura 4.2

Gráfico de sectores

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by vlamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

Con este diagrama se pretende que el futuro profesorado, además de identificar el sesgo presente, deduzca que en más de la mitad de las votaciones el político no realiza la votación, puesto que está ausente. En el caso de que el político realice la votación, suele emitir un voto positivo, 25% frente al 16% de votos negativos.

3. *Gráfico de líneas* que muestra el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014. La Figura 4.3 muestra que el eje de ordenadas no ha sido incluido en el gráfico y, por tanto, no se indica la escala que se usa para representar las cantidades. Además, se observa que la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable ni las alturas a las cuales se dibujan los puntos correspondientes.

Figura 4.3

Gráfico de líneas



Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas

En este caso, apreciando la ausencia de ejes y proporcionalidad, se solicita que los profesores en formación interpreten que el gráfico de líneas muestra un fuerte descenso desde 2007 hasta el año 2013 y un pequeño aumento en el último año (1,6% de incremento), lo que se puede interpretar como que la crisis económica comienza a superarse.

4. *Gráfico de áreas* que alude al coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas desde 1985 a 2011. El gráfico mostrado en la Figura 4.4, expone el crecimiento del gasto en remuneraciones durante el periodo 1985 – 2008 y el estancamiento o reducción mínima en los años 2008-2011 respecto al aumento experimentado previamente. Para ello, se utiliza una representación de igual amplitud referidos a periodos de tiempo de distinta magnitud: 15 años en el primer intervalo, 5 en el segundo, 3 en el tercero y periodos de un año en el resto de años representados. Con ello se logra un efecto de incremento brusco en la remuneración de los empleados en los primeros intervalos que no coincide con el incremento real, el cual ha sido más paulatino. Por otro lado, no se especifica la unidad de medida del eje que muestra el total del gasto, lo que puede conllevar a una mala interpretación del gráfico.

Figura 4.4

Gráfico de áreas

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta

Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010

Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

En esta ocasión, adicionalmente a la percepción del sesgo previamente descrito, se solicita que los futuros profesores identifiquen la tendencia real de los datos en función de una correcta cronología.

5. *Pictograma* que representa las ventas de vinos españoles en siete países durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008). En el gráfico, mostrado en la Figura 4.5, se obvia el eje de ordenadas, lo cual dificulta su interpretación, mientras que la imagen en perspectiva de las botellas, así como el orden en que están colocadas, también complica la percepción de la importancia de las cantidades representadas.

Figura 4.5

Pictograma



Nota. Noticia extraída del diario El Economista

En este último gráfico se busca que los futuros profesores al menos establezcan que los símbolos debajo de cada país representan la tendencia respecto el año anterior. Además, el país con menor cuota de mercado para el vino español (EE.UU.) no ha variado sus ventas en los tres años. Reino Unido, Alemania y México han tenido una tendencia decreciente, siendo este último el de mayor cuota y en el que se ha producido un descenso más brusco. Bélgica y Suiza tienen un comportamiento creciente en el primer año, mientras que en el segundo año se estabiliza y desciende la venta, respectivamente. Por último, en Países Bajos se observa una inicial estabilización y un posterior descenso.

Para esta evaluación se ha realizado un estudio descriptivo e inferencial de las respuestas de los estudiantes para las diferentes noticias. Para ello se han clasificado los resultados en función de si en la lectura del gráfico es correcta (respuesta correcta), si se realiza una correcta interpretación de las tendencias o conclusiones, pero sin identificar los sesgos presentes (respuesta parcialmente correcta) o si los estudiantes realizan interpretaciones incorrectas a partir de la información gráfica (respuesta incorrecta). En concreto, la categoría de respuesta correcta (notada por 2) corresponde al nivel más alto descrito por Friet et al. (2001), “*leer detrás de los datos*”. Estos estudiantes alcanzan los niveles racional/literal, el hipotético y/o el crítico descritos por Aoyama (2007). Dicha categoría conlleva que el alumno debe explicar el uso, interés e intencionalidad que puede

tener la información mostrada en el gráfico, a través de un cuestionamiento de los datos presentes en la noticia, mostrando una actitud crítica hacia los sesgos presentes en esta. En el análisis de las respuestas parcialmente correctas (categoría notada por 1) se incluye aquellos que no valoran críticamente la información representada en los gráficos, como tampoco su validez y fiabilidad, realizando conclusiones sin identificar los sesgos presentes en ellos (no llegan al nivel crítico). Finalmente, para estudiar con detalle los errores que cometen los participantes cuando realizan conclusiones incorrectas de la información presente en los gráficos estadísticos (categoría notada por 0), se establecen cuatro categorías de error vinculadas a las descritas por Curcio (1989):

0.1 *No lee entre los datos*. Realiza incorrectamente la tarea, justificando su resolución únicamente en función de los elementos estructurales del gráfico, es decir, sólo en función del título, etiquetas y elementos del marco del gráfico.

0.2 *No lee dentro de los datos*. Realiza incorrectamente la justificación de la tarea, en función simplemente de los especificadores del gráfico (subcategoría 0.2a) o en función de solo una parte de la información estadística presente en el gráfico (0.2b).

0.3 *No lee más allá de los datos*. No son capaces de realizar predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no están presentes directamente en él.

0.4 *No responde*.

Tras el análisis descriptivo, asignando puntuación al tipo de respuesta (0 para las respuestas incorrectas, 1 para las parcialmente incorrectas y 2 para las correctas) se ha calculado la puntuación media y desviación típica obtenida en cada gráfico.

Posteriormente, se ha realizado un estudio inferencial a partir de una prueba t de muestras emparejadas (dependientes) para comprobar si las medias poblacionales entre las diferentes tareas son estadísticamente diferentes o no. Además, se estudia si existe correlación entre las respuestas a la tarea para los diferentes gráficos analizados. Para ello, teniendo en cuenta la naturaleza de la variable tipo de respuesta (respuesta correcta, respuesta parcialmente correcta y respuesta incorrecta), se ha obtenido el coeficiente no paramétrico Tau-b de Kendall.

Definiendo la variable “suma de puntuaciones”, se han calculado los percentiles 25 (P_{25}) y 75 (P_{75}), para determinar los grupos de alto y bajo rendimiento. A partir de

estos valores, se calcularon los índices de dificultad y discriminación (Morales, 2009) con el objeto de conocer si los gráficos propuestos son capaces de segregar la muestra de estudio correctamente y analizar qué gráficos presentaron mayor dificultad en cuanto al análisis de tendencias y extracción de conclusiones.

Para finalizar, se ha realizado el test U de Mann-Whitney para muestras independientes. Este contraste de hipótesis de igualdad de medianas para muestras independientes ($p < 0.05$) nos permitirá evaluar si existe diferencias significativas entre los grupos de bajo y alto rendimiento.

Resultados

El análisis de las respuestas aportadas por los futuros profesores de Educación Primaria muestra una deficiente interpretación gráfica por parte de los participantes en el estudio. En concreto, el porcentaje de futuros profesores que realiza correctamente la tarea, *lee detrás de los datos* (Friel et al., 2001), apenas superó el 33% de la muestra evaluada. Los mejores resultados se obtuvieron en el diagrama de barras y de áreas, ambos con un 45% de respuestas correctas, seguido del gráfico de líneas, con un 41% (Tabla 4.1). Destacan los resultados del diagrama de sectores, con apenas un 14,2%, de respuestas correctas. En el caso de los futuros profesores que responden de forma parcialmente correcta, es decir, estudiantes que “*no leen detrás de los datos*”, pero realizan correctamente la justificación de estos, sin tener en cuenta los sesgos presentes (no llegan al nivel crítico de Aoyama (2007)), los porcentajes son bajos, inexistentes en el caso del gráfico de líneas y del pictograma. Solo destaca el 17,3% de respuestas parcialmente correctas en el caso del diagrama de sectores, porcentaje superior al de respuestas correctas para este gráfico.

En contraposición, destaca el alto porcentaje de futuros profesores que llegan a conclusiones erróneas a partir de la información presentada en el gráfico de la noticia. Especialmente se manifiesta en la noticia relacionada con el pictograma, con un 79% de respuestas incorrectas y el gráfico de sectores con un 68,5%. En el resto de noticias los resultados son preocupantes, ya que en todos los casos los porcentajes superan el 50% de respuestas incorrectas. Este hecho muestra una dificultad manifiesta a la hora de interpretar y evaluar la información presente en el gráfico que les impedirá, entre otras

cosas, cuestionar la intencionalidad de la información estadística presente en los medios de comunicación.

Tabla 4.1

Frecuencia y porcentajes de tipos de respuestas a la tarea en cada gráfico

Tipo de gráfico	Respuesta	Frecuencia(N)	Porcentaje(%)	P. Acum.(%)
Gr. barras	Incorrecto	328	50,2	50,2
	Parcialm. correcto	31	4,7	55,0
	Correcto	294	45,0	100
Gr. sectores	Incorrecto	447	68,5	68,5
	Parcialm. correcto	113	17,3	85,8
	Correcto	93	14,2	100
Gr. líneas	Incorrecto	383	58,7	58,7
	Parcialm. correcto	0	0	58,7
	Correcto	270	41,3	100
Gr. áreas	Incorrecto	341	52,2	52,2
	Parcialm. correcto	18	2,8	55
	Correcto	294	45,0	100
Pictograma	Incorrecto	516	79,0	79,0
	Parcialm. correcto	0	0	79,0
	Correcto	137	21,0	100

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de categorías del tipo de respuestas para cada una de las tareas (Tabla 4.2).

En el gráfico de barras y en el de líneas, la mayoría de las respuestas incorrectas radican en aquellos futuros profesores que *no leen dentro de los datos*, realizando la justificación en función de solo una parte de la información estadística, con un 33,4% y un 39,2%, respectivamente. Por tanto, son estudiantes que consideran relevante solo parte de la información que aporta el gráfico, por lo que su interpretación está sesgada. En las noticias referentes al diagrama de áreas y el pictograma, este error está representado con un 18,5% y un 18,7% respectivamente. Destaca la no aparición de esta tipología en el caso del diagrama de sectores.

La categoría que tiene los porcentajes más alto de ocurrencia, 61,7% (diagrama de sectores) y 52,2% (pictograma), es la que se refiere a aquellos que *no leen entre los datos*, ya que realizan incorrectamente la justificación en función de los elementos estructurales del gráfico (título, etiquetas y resumen). En el caso del gráfico de líneas, el porcentaje se reduce al 14,4%, seguido del diagrama de barras (7,4%) y el de áreas, con apenas un 2%.

En el caso de aquellos futuros profesores que *no leen más allá de los datos*, ya que realizan una justificación incorrecta de la noticia debido a una mala predicción o inferencia de los datos, los resultados muestran una ocurrencia de 23,3% en el caso del diagrama de áreas, reduciéndose hasta el 6,9% en el caso del diagrama barras y al 5,5% en el caso del diagrama de sectores. Es destacable la no ocurrencia de esta tipología en las noticias relacionadas con el gráfico de líneas y pictograma.

El error de menor ocurrencia hace referencia a aquellos que realizan incorrectamente la justificación de los datos en función simplemente de los especificadores del gráfico. Por ejemplo, las botellas, en el caso del pictograma con un 4,6%, las barras, en el caso del diagrama con un 2,1%, los vértices, en el caso del gráfico de líneas con un 1,5%. Por tanto, estos futuros profesores *no leen dentro de los datos*.

Tabla 4.2

Análisis de categorías del tipo de respuestas incorrectas a la tarea para cada gráfico. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de respuestas

Categorías	Gr. barras	Gr.sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
0.1 No lee entre los datos	48(7,4)	403(61,7)	94(14,4)	13(2,0)	341(52,2)
0.2a No lee dentro de datos	14(2,1)	2(0,3)	10(1,5)	--	30(4,6)
0.2b No lee dentro de datos	218(33,4)	--	256(39,2)	121(18,5)	122(18,7)
0.3 No lee más allá de datos	45(6,9)	36(5,5)	--	152(23,3)	--
0.4 No responde	3(0,5)	6(0,9)	23(3,5)	55(8,4)	23(3,5)

Fuente: elaboración propia

El estudio cuantitativo (Tabla 4.3) de las respuestas de los estudiantes a las diferentes tareas, otorgando las puntuaciones previamente descritas, muestran una puntuación media deficiente, con valores menores a 1 en todos los gráficos y menor a 4 en el caso del total de las tareas.

Tabla 4.3

Análisis descriptivo del tipo de respuesta para cada gráfico y suma de los resultados

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Gr. barras	0	2	0,95	0,975
Gr. sectores	0	2	0,46	0,731
Gr. líneas	0	2	0,83	0,986
Gr. áreas	0	2	0,93	0,984
Pictograma 5	0	2	0,42	0,815
Suma Total	0	10	3,58	2,468

Fuente: elaboración propia

El coeficiente de correlación Tau-b de Kendal indica unas correlaciones muy bajas entre la tarea para cada gráfico, exceptuando casos particulares como el gráfico de líneas y áreas, donde se alcanza un valor de 0,34. En la prueba T, los p-valores (entre paréntesis), indican que, para un nivel de significación del 0,05, solamente en el caso de gráfico de barras y áreas junto con el caso del diagrama de sectores y pictograma se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias. Por tanto, podemos afirmar que existen diferencias significativas en el resto de comparaciones, es decir, la tipología de respuesta no está asociada al tipo de gráfico utilizado.

Tabla 4.4

Correlaciones Tau-b de Kendall y prueba T pruebas emparejadas (p-valor)

	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	1	0,052 (0,000)	0,093 (0,019)	0,092 (0,700)	0,045 (0,000)
Gr. sectores		1	0,017 (0,000)	0,066 (0,000)	0,154 (0,330)
Gr. líneas			1	0,340 (0,022)	0,155 (0,000)
Gr. áreas				1	0,128 (0,000)
Pictograma					1

Fuente: elaboración propia

El cálculo del índice de dificultad (Tabla 4.5) indica una complejidad relativamente baja para realizar la tarea para el gráfico de áreas, líneas y barras, por parte de los estudiantes. La dificultad es alta en el caso del diagrama de sectores y un poco menor en el caso del pictograma. En el caso del índice de discriminación (I.D.), según la clasificación de Ebel y Frisbie (1986), el gráfico de líneas discrimina excelentemente ($>0,39$) entre estudiantes de alto y bajo rendimiento ante la lectura gráfica, mientras que el gráfico áreas, pictograma y diagrama de barras, lo hace de forma correcta ($0,3 < \text{I.D.} < 0,39$). Por el contrario, el diagrama de sectores tiene una discriminación media, lo que indica que hay diferencias, aunque menores, entre los grupos que realizan una lectura gráfica correcta de los datos y los que no, lo que tiene sentido teniendo en cuenta su mayor dificultad.

Tabla 4.5

Índices de dificultad y discriminación por rendimiento para los grupos P_{25} y P_{75}

	I. dificultad	I. discriminación
Gr. barras	0,61	0,30
Gr. sectores	0,22	0,22
Gr. líneas	0,63	0,41
Gr. áreas	0,68	0,36
Pictograma	0,32	0,35

Fuente: elaboración propia

Comprobado la normalidad de los datos, se han calculado el contraste de hipótesis T para muestras independientes entre los grupos con puntuaciones inferiores o iguales al P_{25} y superiores o iguales al P_{75} , (bajo y alto rendimiento, respectivamente). Los resultados (Tabla 4.6) muestran que se ha de rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en todos los gráficos, lo que indica diferencias significativas entre los grupos de alto y bajo rendimiento respecto a la lectura gráfica en todos los gráficos propuestos.

Tabla 4.6

Análisis de discriminación por rendimiento. Contraste de hipótesis T para muestras independientes P₂₅-P₇₅

	Varianzas		Medias	
	F	p	t	p
Gr. barras	4,458	0,035	-13,872	0,000
Gr. sectores	345,309	0,000	-8,951	0,000
Gr. líneas	3,754	0,053	-23,066	0,000
Gr. áreas	3,063	0,081	-23,862	0,000
Pictograma	609,698	0,000	-11,070	0,000

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran una deficiente lectura gráfica por parte de los futuros profesores de Educación Primaria. Esto conlleva una falta de cultura estadística referente, no solo a la interpretación del gráfico sino también, a la actitud crítica hacia la información estadística presente en él.

Más allá de la ocurrencia de incorrecciones referentes a la lectura gráfica, los índices de dificultad y discriminación, junto con el contraste de hipótesis, indican una dificultad relativa implícita en los distintos gráficos utilizados. Esto permite valorar fielmente las diferencias existentes entre grupos de estudiantes con una formación académica parecida ante los gráficos estadísticos simples. Sin embargo, los resultados también muestran que el bajo nivel de lectura gráfica es indiferente del gráfico utilizado, ya que solo se aprecia relación entre las respuestas proporcionadas para dos de las diez posibles combinaciones, gráfico de líneas y áreas, así como para el gráfico de sectores y pictograma.

En resumen, los participantes muestran que no han desarrollado la capacidad leer correctamente el contenido estadístico de los gráficos evaluados, siendo bajo el porcentaje de ellos que es capaz de alcanzar el nivel de *leer detrás de los datos* descrito por Friel et al. (2001). Principalmente, esto se observa a la hora de interpretar y evaluar la información para formar creencias, hipótesis o modelos a partir de ellos (nivel

hipotético de Aoyama, 2007), o realizar un cuestionamiento o una actitud crítica hacia la información presente, teniendo en cuenta el contexto donde se ubica la noticia.

Curricularmente, tanto en la formación pre-universitaria como durante su formación en el Grado de Educación Primaria, el futuro profesorado debería haber alcanzado unas competencias suficientes para poder realizar con éxito las tareas propuestas. No obstante, estos resultados inciden en la necesidad de fomentar la cultura estadística de los futuros profesores, en especial las destrezas estadísticas, componente del modelo de Gal (2002), que incide en la necesidad de fomentar los términos e ideas básicas relacionadas con la interpretación gráfica.

Este estudio esta en consonancia con las investigaciones previas descritas y proporciona información adicional sobre la necesidad de mejorar las habilidades de interpretación gráfica. Concretamente, incide en la necesidad de fomentar el estudio de la estadística en la formación especializada de aquellos encargados de su futura enseñanza. De forma análoga, se infiere como necesario un aumento de tiempo destinado a la enseñanza de la estadística durante la formación básica. Si ambos aspectos son implementados podremos formar ciudadanos estadísticamente cultos, capaces de enfrentarse con éxito a los retos actuales de la sociedad.

No obstante, la presente investigación aborda aspectos muy concretos de la lectura gráfica, siendo necesarios estudios complementarios que aborden las distintas concepciones o aspectos de la interpretación de estos, así como de otras componentes de la cultura estadística.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Aoyama. K. (2007). Investigating a hierarchy of students' interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(3), 298-318.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, J. M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 76, 55-67.
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. R. (2015). Statistical graphs

- complexity and reading levels: A study with prospective teachers. *Statistique et Enseignement*, 6(1), 3–23.
- Arteaga, P., Batanero, C., Díaz, C. y Contreras, J. M. (2009). El lenguaje de los gráficos estadísticos. *UNION. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18, 93-104.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En J. Garfield y D. Ben-Zvi (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, (pp. 3-15). Kluwer.
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). International Perspectives on the Teaching and Learning of Statistics. In *The Teaching and Learning of Statistics* (pp. 1-10). Springer International Publishing.
- Berg, C. y Boote, S. (2017). Format effects of empirically derived multiple-choice versus free-response instruments when assessing graphing abilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 19–38.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics: Diagrams, networks, maps* (WJ Berg, Trans.). Madison, WI: The University of Wisconsin Press.
- Boote, S. K. (2014). Assessing and understanding line graph interpretations using a scoring rubric of organized cited factors. *Journal of Science Teacher Education*, 25(3), 333–354.
- Carvalho, L. M., Campos, T. M. y Monteiro, C. E. (2011). Aspectos visuais e conceituais nas interpretações de gráficos de linhas por estudantes. *Boletim de Educação Matemática*, 24(40), 679-700.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. In *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207-216). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing Graph Comprehension. Elementary and Middle School Activities*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Ebel, R. y Frisbie, D. (1986). *Essentials of Educational Measurement*. Prentice Hall.
- Fernandes, J. A. y Morais, P. C. (2011). Leitura e interpretação de gráficos estatísticos

- por alumnos do 9º ano de escolaridade. *Educação Matemática Pesquisa*, 13(1), 95-115.
- Frankenstein, M. (1998). Reading the World with Math: Goals for a Critical Mathematical Literacy Curriculum. En E. Lee, D. Menkart, M. Okazawa-Rey (Eds.) *Beyond Heroes and Holidays: A Practical Guide to K-12 Anti-Racist, Multicultural Education and Staff Development*. Network of Educators on the Americas.
- 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.
- GAISE (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education: College report*. American Statistical Association. Available at: <http://www.amstat.org/education/gaise>.
- Gal, I (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.
- Holmes, P. (1980). *Teaching Statistics 11-16*. Foulsham Educational.
- Inzuna, S. (2015). Niveles de interpretación que muestran estudiantes sobre gráficas para comunicar información de contextos económicos y sociodemográficos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(65), 529-555.
- Jacobbe, T. y Horton, R. M. (2010). Elementary school teachers' comprehension of data displays. *Statistics Education Research Journal*, 9(1), 27-45.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.
- MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

- Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.
- MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre*, por el que se establece la estructura de bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.
- MEC (2014a). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.
- MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación y Ciencia. Gobierno de España.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias, esp.*, 4787-4792.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 97-120.
- Monteiro, C. y Ainley, J. (2004). Exploring the complexity of the interpretation of media graphs. *Research in Mathematics Education*, 6(1), 115-128.
- 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.
- Morales, P. (2009). *Análisis de ítems en las pruebas objetivas*. Universidad Pontificia Comillas.
- Pagan, M. A. y Magina, S. M. (2011). A interdisciplinaridade auxiliando o ensino da estatística na educação básica (CO). *XIII conferência interamericana de educação matemática*.
- Patahuddin, S. M. y Lowrie, T. (2018). Examining Teachers' Knowledge of Line Graph Task: a Case of Travel Task. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-20.

- Ridgway, J., Nicholson, J. y McCusker, S. (2007). Teaching statistics—despite its applications. *Teaching Statistics*, 29(2), 44-48.
- Rodríguez, F. y Sandoval, P. (2012). Habilidades de codificación y descodificación de tablas y gráficos estadísticos: un estudio comparativo en profesores y alumnos de pedagogía en Enseñanza Básica. *Avaliação*, 17(1), 207-235.
- Schild, M. (2006). Statistical literacy survey analysis: reading graphs and tables of rates and percentages. En B. Phillips /Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. International Statistical Institute.
- Schild, M. (2011). Statistical literacy: A new mission for data producers. *Statistical Journal of the IAOS*, 27(3-4), 173-183.
- Schmit, J. (2010). *Teaching Statistical Literacy as a Quantitative Rhetoric Course*. American Statistical Association Joint Statistical Meetings.
- Shah, P. y Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational psychology review*, 14(1), 47-69.
- Sharma, S. (2013). Assessing students' understanding of tables and graphs: implications for teaching and research. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4, 51-70.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum.
- Whitaker, D. y Jacobbe, T. (2017). Students' understanding of bar graphs and histograms: Results from the LOCUS assessments. *Journal of Statistics Education*, 25(2), 90-102.
- Wu, Y. (2004). Singapore secondary school students' understanding of statistical graphs, In *10th International Congress on Mathematics Education* (pp. 1-7).

Estudio 5⁵. Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria

Molina-Portillo, E., Ruz, F., Molina-Muñoz, D., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Evaluación de las destrezas lingüísticas como componente del conocimiento estadístico en futuros profesores de Educación Primaria.

Resumen

La estadística es parte fundamental de los currículos, si bien a menudo se tiende a focalizar su parte conceptual y procedimental, obviando aspectos tan importantes como la interpretación, argumentación y justificación de la información que produce. Esta investigación evalúa las destrezas lingüísticas como parte fundamental de la alfabetización estadística en una muestra de 653 futuros profesores de Educación Primaria que están finalizando su formación. Los resultados muestran una baja habilidad de comunicación y resumen de la información contenida en 5 gráficos estadísticos simples extraídos de medios de comunicación. Este hecho se constata con independencia de la tipología del gráfico y denota una gran dificultad en los participantes. De esta manera, se muestra un deficiente conocimiento estadístico por parte de los que serán encargados de transferirlo e incide en la necesidad de un refuerzo educativo centrado en la discusión, razonamiento y justificación de la información estadística presente en la sociedad.

Palabras clave: alfabetización estadística, gráficos estadísticos, interpretación, argumentación, futuros profesores.

Abstract

Statistics is a fundamental part of curricula. However, the focus is often on the conceptual and procedural side of this subject, ignoring important aspects such as

⁵ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

interpretation, argumentation and justification of the information. This research evaluates the linguistic skills, as a crucial part of the statistical literacy, of a sample of 653 Primary Education prospective teachers who are about to complete their training. Results show deficiencies in the communication and summary abilities of the participants when addressing the information provided by 5 simple statistical graphs from the media, regardless of the graph type. This reveals a lack of statistical knowledge on the part of those who will be in charge of transmitting it and shows the need for an educational reinforcement focused on the discussion, the reasoning and the justification of the statistical information present in society.

Keywords: statistical literacy, statistical graphs, interpretation, argumentation, future teachers.

Introducción

En la actualidad la mayor parte de las noticias presentes en los medios de comunicación aseguran estar fundamentadas en datos y, a su vez, con frecuencia vienen representadas mediante gráficos estadísticos. En consecuencia, para poder desenvolverse plenamente en la actual sociedad de la información se requiere, además de la adquisición de los conocimientos estadísticos necesarios, una correcta interpretación y una adecuada argumentación de la información que se quiere comunicar mediante dichos gráficos.

De esta manera la alfabetización estadística, término concebido por la necesidad de reconocer la importancia de la estadística en la sociedad, se ha establecido como un requisito indispensable que cualquier ciudadano debe lograr. La inclusión de la estadística como materia desde los primeros niveles de la educación obligatoria, implica la adquisición de los conocimientos necesarios para edificar una adecuada capacitación estadística en cualquier persona adulta.

En efecto, y en base a la evidencia científica (Ben-Zvi y Makar, 2016; Ben-Zvi et al., 2017), la estadística se ha establecido como un eje de los lineamientos curriculares de matemáticas tanto en Educación Primaria como en Educación Secundaria. Incluso, desde organismos internacionales como el NCTM (2003) y la investigación didáctica en el área (Jones, 2005; Bryanti y Nunes, 2012; Alsina, 2017, 2019), se ha apostado por una

introducción de la estadística y la probabilidad desde los primeros años de vida, que ha promovido su inclusión curricular también en Educación Infantil.

Sin embargo, en la etapa universitaria a menudo se encuentra un alumnado poco instruido en la materia (Biehler et al., 2018; delMas et al., 2007) y, debido en parte a los distintos recorridos educativos cursados, no se conocen los elementos más fundamentales necesarios para desenvolverse plenamente en la sociedad. En algunos casos, este hecho puede explicarse porque durante el proceso de instrucción se tiende a focalizar la atención en aspectos procedimentales en lugar de la interpretación y argumentación (Eichler y Zapata-Cardona, 2016; Watson y Kelly, 2007). Así, autores como Ben-Zvi et al. (2017) destacan la necesidad de promover en el aula el desarrollo de elementos propios de la alfabetización estadística tales como la interpretación y la argumentación. En otros casos, la evidencia científica ha señalado que la enseñanza y aprendizaje de la estadística han sido relegados a un capítulo secundario y prescindible de la enseñanza de las matemáticas, minimizando el tiempo dedicado a su instrucción (Moore, 1998; Ben-Zvi y Makar, 2016).

Más allá de las causas que producen dicha falta de formación, en el ámbito de didáctica de la matemática, esta carencia adquiere especial relevancia cuando el colectivo universitario que la presenta será el encargado de transferir tales conocimientos y formar a ciudadanos estadísticamente cultos. Por ello son varias las investigaciones que desde distintos puntos de vista tratan de evaluar la alfabetización estadística de los futuros profesores (Chick y Pierce, 2013; Cowie y Cooper, 2017; Pierce et al., 2012), y también las que constatan que no se sienten preparados para enfrentar su enseñanza (Budgett y Rose, 2017; Groth y Meletiou-Mavrotheris, 2018).

En este sentido, y en virtud de lo previamente expuesto, una rama de la investigación en didáctica de la estadística se centra en estudiar las destrezas que muestra el futuro profesorado frente al análisis de los gráficos estadísticos que proponen los documentos curriculares en Educación Primaria, los llamados gráficos estadísticos elementales o simples. Usualmente se ha focalizado el interés en evaluar distintas competencias tales como la representación gráfica de datos (Bruno y Espinel, 2009; Fernandes y Freitas, 2019), el nivel de lectura gráfica (Arteaga et al., 2011; Espinel et al., 2008; González et al., 2011) y/o el grado de consecución de las distintas componentes de la alfabetización estadística (Monteiro y Ainley, 2007; Pierce et al., 2012).

Destrezas lingüísticas en la alfabetización estadística

Entre las distintas concepciones de alfabetización estadística (Watson, 1997; Schield, 1999; Ben-Zvi y Garfield, 2004; Chick y Pierce, 2011), una de gran aceptación ha sido la propuesta por Gal (2002). En ella se destacan dos dimensiones claramente diferenciadas y, a su vez, relacionadas entre sí. Una de ellas engloba las componentes de disposición, las relacionadas con la actitud, creencias y postura crítica ante la información estadística, y la otra considera las denominadas componentes de conocimiento o cognición. Entre estas últimas se encuentran claramente las destrezas matemáticas (en números, operaciones, geometría,...) y habilidades estadísticas (obtención, visualización e interpretación de datos, inferencia estadística,...). No obstante, no son las únicas en esta dimensión, pues forman parte de esta aspectos como el conocimiento del contexto en el que se produce, el cuestionamiento o evaluación crítica de la información estadística presentada así como las destrezas lingüísticas necesarias para una comprensión y procesamiento verbal, textual, tabular y gráfico de dicha información.

En este sentido, y como previamente se ha indicado, si bien se imparte la materia de estadística y probabilidad atendiendo a los currículos oficiales, en muchas ocasiones dicha enseñanza se orienta a aspectos más procedimentales concernientes a las componentes de destrezas matemáticas y estadísticas, quedando relegados aspectos propios de la alfabetización estadística tales como la descripción adecuada de los conceptos, su interpretación o la comunicación de los resultados, propias de las habilidades lingüísticas previamente descritas.

El grado de comprensión lingüística alcanzado que denota un adecuado conocimiento estadístico puede considerarse en base a tres estamentos (Watson y Moritz, 2000). El más elemental sería una comprensión básica de la terminología estadística, un nivel intermedio concerniente a una comprensión del lenguaje y conceptos estadísticos integrados en el contexto de una discusión social más amplia, y un nivel más sofisticado que implica una actitud de cuestionamiento que permita discutir afirmaciones realizadas sin una base estadística adecuada.

Ben-Zvi (2006) afirma que, en el caso de los de profesores en formación, se debería fomentar en el aula el desarrollo de una valoración de la argumentación estadística en el que prevalezca el discurso, principalmente para dar fundamento a los procedimientos utilizados, y que hiciese posible compartir sus ideas y resultados entre

ellos. Sin embargo, muchos profesores no se consideran bien preparados para enseñar estadística, ni para enfrentar las dificultades de sus alumnos (Groth y Meletiou-Mavrotheris, 2018).

Considerando los antecedentes previos, el presente trabajo evalúa como componente de la alfabetización estadística propuesta por Gal (2002), las habilidades lingüísticas, de procesamiento y comprensión de la información que muestran 653 futuros profesores de Educación Primaria a la hora de interpretar y argumentar críticamente la información estadística representada mediante cinco gráficos estadísticos elementales.

Método

Para la realización del estudio se considera el modelo de alfabetización estadística propuesto por Gal (2002). En concreto se analiza la comprensión, procesamiento verbal, textual, tabular y gráfico, así como la comunicación del proceso y/o los resultados.

Muestra

La atención se focaliza en los profesores de Educación Primaria en formación. Por tanto, se consideran 653 futuros profesores que cursan el Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada durante el curso 2018-2019. Dichos estudiantes han cursado, además de la disciplina de estadística durante la educación primaria, secundaria y bachillerato, dos asignaturas relacionadas con la matemática y su didáctica durante su formación superior, si bien el tiempo dedicado a ello no alcanza las dos semanas.

Instrumentos

Este estudio forma parte de una investigación integral que pretende estudiar la alfabetización estadística que muestra el profesorado en formación identificando sus destrezas frente al análisis de gráficos estadísticos. Dicha investigación utiliza como instrumento de recogida de información un cuestionario específico diseñado y validado para tal fin (Contreras et al., 2017; Molina-Portillo et al., 2017). El cuestionario resultante, está constituido por un conjunto de cinco noticias que utilizan gráficos estadísticos simples, creados de forma sesgada o incorrecta por algún medio de comunicación tales como la prensa y la televisión. Con ellas se pretende evaluar distintos aspectos del conocimiento estadístico relacionados con la interpretación de diversos gráficos estadísticos elementales: un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un

pictograma. Concretamente las tareas propuestas, además de evaluar las destrezas matemáticas y estadísticas descritas, así como el conocimiento del contexto, examinan la interpretación, comprensión y comunicación de la interpretación de los gráficos presentados. Los cinco gráficos utilizados fueron seleccionados de entre más de 100 gráficos estadísticos simples extraídos de los medios de comunicación, ya que estos proporcionan el nexo entre la estadística y la vida cotidiana (Watson, 1997). De este modo, la selección final toma en consideración la inclusión en ellos de ciertas características que se quieren explorar, conjuntamente con que estuviesen presentes en la mayoría de currículos de Educación Primaria, y entre ellos el currículo español del que han sido partícipes los estudiantes que forman parte de la investigación (MEC 2014a; 2014b). Los gráficos elegidos junto con sus sesgos más relevantes, se recuerdan brevemente a continuación:

1. *Gráfico de dos barras adosadas* que informa de una serie temporal de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España) entre los años 2008 y 2012 como se presenta en la Figura 5.1. En dicho gráfico se ha omitido el eje de ordenadas, y la escala con la que se representan sendas variables tienen distintas proporciones.

Figura 5.1

Gráfico de barras adosadas

Si la empresa quiebra, ¿a quién reclama el cliente?

El consumidor es el acreedor más débil cuando se produce una insolvencia. Recuperar el dinero supone ponerse a la cola en complejos procesos judiciales. Muchos no llegan a cobrar nunca



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

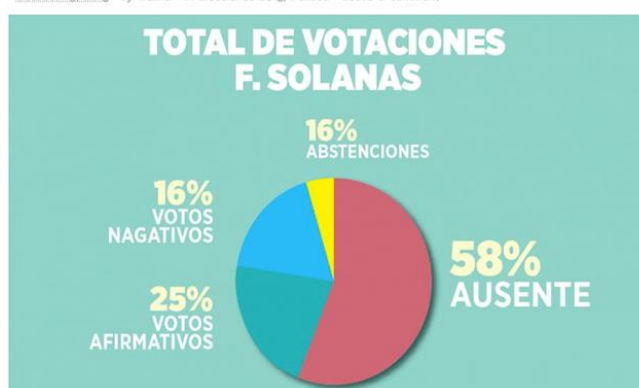
2. *Gráfico de sectores* que representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato, mostrado en la Figura 5.2. En este diagrama, el título no refleja bien el contenido, la suma de los porcentajes es 115% y las áreas de los sectores no guardan la proporción expresada en los porcentajes.

Figura 5.2

Gráfico de sectores

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by vlamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

3. *Gráfico de líneas* que muestra el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014. La Figura 5.3 muestra que el eje de ordenadas no ha sido incluido en el gráfico y, por tanto, no se indica la escala que se usa para representar las cantidades. Como consecuencia, la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable ni las alturas a las cuales se dibujan los puntos correspondientes.

Figura 5.3

Gráfico de líneas



Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas

4. *Gráfico de áreas* que alude al coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas desde 1985 a 2011. Este gráfico, presentado en la Figura 5.4, pretende exponer el crecimiento del gasto en remuneraciones durante el periodo 1985 – 2008, principalmente 1985-2000, y el estancamiento o reducción mínima en los años 2008-2011 respecto al aumento experimentado previamente. Para ello, se utilizan intervalos de igual amplitud referidos a distintos periodos de tiempo: 15 años en el primer intervalo, 5 en el segundo, 3 en el tercero y periodos de un año en el resto de intervalos representados. Con ello se logra un efecto de incremento brusco en la remuneración de los empleados en los primeros intervalos que no coincide con el incremento real, el cual ha sido más paulatino. Por otro lado, no se especifica la unidad de medida del eje que muestra el total del gasto, lo que puede conllevar a una mala interpretación del gráfico.

Figura 5.4

Gráfico de áreas

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta
 Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010
 Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

5. *Pictograma* que representa las ventas de vinos españoles en siete países durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008). En este gráfico (Figura 5.5) se obvia el eje de ordenadas, lo cual dificulta su interpretación, mientras que la imagen en perspectiva de las botellas, así como el orden en que están colocadas, también complica la percepción de la importancia de las cantidades representadas.

Figura 5.5

Pictograma



Nota. Noticia extraída del diario El Economista

Procedimiento

El cuestionario resultante fue administrado al inicio de una clase de dos horas, informando previamente a los estudiantes de la investigación que se quería llevar a cabo y sin aportar ninguna información complementaria sobre la resolución de las tareas propuestas. Entre ellas, y para cada una de las noticias presentadas, focalizamos nuestra atención en la tarea que indicaba: “*El alumno ha de resumir la noticia indicando los datos representados y las relaciones que se establecen entre los mismos*”. De este modo para cada gráfico presentado además de leer los gráficos e identificar los sesgos presentes, en base a la componente a analizar, se espera que los participantes identifiquen e interpreten el texto circundante, entre ellos el título, los ejes de coordenadas y las etiquetas. Esto cobra especial relevancia, por ejemplo, en el título del gráfico de sectores (Figura 5.2) donde el gráfico no informa del “total de votaciones” de F. Solanas, sino de “la tipología de sus votaciones”; o en el título del gráfico de líneas (Figura 5.3) que, además de estar mal posicionado, no especifica el ámbito de tal estadística pudiendo ser hipotecas constituidas a nivel español o también a nivel de alguna comunidad autónoma, etc. Respecto a los ejes de coordenadas, notar que en el gráfico de barras adosadas (Figura 5.1) se ha omitido el eje de ordenadas que representa la frecuencia de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en cada año). Asimismo, se constata que en todos los casos, salvo en el diagrama de sectores (Figura 5.2), el eje de abscisas representa una evolución temporal. En estos gráficos, salvo en el gráfico de áreas, dicha evolución temporal es de carácter anual si bien en el pictograma (Figura 5.5) queda desdibujado al representarse los años en un orden no secuencial, atender en dicho eje también el país de estudio y establecer adicionalmente en él etiquetas de igualdad o divergencia. Destacar igualmente que en ningún caso la etiqueta correspondiente a ambos ejes ha sido incluida y tampoco se indican las escalas para representar las cantidades. Este hecho toma especial relevancia en el gráfico de áreas (Figura 5.4) en el que si el gráfico, según el título, se refiere al “gasto total del sector público”, dicha escala se presupone medida en millones de euros, pero si se atiende a la etiqueta del eje de ordenadas “remuneración de asalariados” puede entenderse ese eje como el sueldo medio de un funcionario a lo largo del tiempo.

Asimismo, se espera que los estudiantes determinen, mediante la comprensión y procesamiento gráfico, que las escalas utilizadas en las distintas representaciones no guardan la relación que se espera entre ellas. Así, por ejemplo, en el gráfico de barras

adosadas (Figura 5.1), las variables son comparadas mediante escalas diferentes (notar que en el año 2011 y 2012, mientras que numéricamente la relación entre empresas creadas y disueltas es de 1 a 4, la representación gráfica guarda relación a lo sumo de 1 a 3). Análogamente, la ausencia de eje de ordenadas en el gráfico de líneas (Figura 5.3) conduce al mismo error. De forma equivalente, en el gráfico de sectores (Figura 5.2) las amplitudes angulares no guardan la proporción expresada en los porcentajes, si bien estos deberían de hacer un total del 100% y en cambio producen una suma del 115%. En el gráfico de áreas (Figura 5.4), este hecho se obtiene a partir del análisis del eje de abscisas, pues la consideración de intervalos de distinta amplitud produce efectos gráficos sobre el área representada, desvirtualizando las relaciones establecidas.

Para esta evaluación se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de las respuestas de los alumnos a la tarea para los diferentes gráficos, clasificando los resultados en función de si la comprensión e interpretación es correcta (respuesta correcta, categoría notada por 2), si se realiza una interpretación correcta de la información estadística sin identificar los sesgos presentes ni establecer correctamente las relaciones entre los datos (respuesta parcialmente correcta, categoría notada por 1) o si los alumnos realizan un análisis incorrecto de la información (respuesta incorrecta, categoría notada por 0).

Siguiendo esta clasificación, junto a la notación indicada en cada caso, para el análisis de respuestas parcialmente correctas se identifican dos subcategorías:

- 1.1 Resume correctamente la noticia, sin incluir elementos estadísticos en la argumentación.
- 1.2 Resume correctamente la noticia, sin detectar los sesgos presentes en los gráficos estadísticos.

De igual manera, para el análisis de las respuestas incorrectas, se consideran cinco subcategorías:

- 0.1 Utiliza una terminología estadística inadecuada.
- 0.2 Comete errores de interpretación de los elementos del gráfico.
- 0.3 Realiza un resumen incorrecto de la noticia sin analizar el gráfico estadístico.
- 0.4 Realiza un resumen incorrecto de los datos sin establecer las relaciones entre los elementos del gráfico
- 0.5 No responde/ Dice no entender la pregunta.

Dado que los errores cometidos, así como la detección de sesgos, varían en cada una de las tareas propuestas, se tienen ciertas diferencias entre las categorías del tipo de respuestas parcialmente correctas y respuestas incorrectas. Por tanto, para algunas noticias ciertas categorías no se han constatado y, en otras, se hará un análisis más detallado describiendo en profundidad algunas de las subcategorías presentes.

Por otra parte, se ha realizado una serie de análisis complementarios que se describen a continuación. Para algunos de ellos ha sido necesaria una cuantificación de las respuestas por lo que se ha realizado la asignación de puntuaciones a cada una de las categorías de respuesta. Así, a cada categoría se le ha asignado una puntuación igual al valor por el que viene notada, es decir, si la respuesta es correcta se ha asignado 2 puntos, si la respuesta es parcialmente correcta se ha dado 1 punto y si la respuesta es incorrecta se ha puntuado con 0 puntos.

Mediante dicha cuantificación de las respuestas se ha podido calcular la puntuación media, la desviación estándar para cada gráfico y se ha definido la variable suma de puntuaciones. Con ello se pretende obtener una medida global del grado de acierto en la comprensión e interpretación de cada uno de los gráficos estadísticos, así como la representatividad de esta medida. De igual forma mediante la variable suma de puntuaciones vemos en términos absolutos la puntuación global de cada participante, y por tanto, si este ‘aprobaría’ en cuanto a su comprensión e interpretación. Esta variable también ha permitido calcular tanto el cuartil 1 como el cuartil 3, que nos determinarán los grupos de bajo y alto rendimiento, respectivamente. Mediante estos, calculando los índices de dificultad y discriminación (Morales, 2009), se pretende conocer cuales de los gráficos propuestos presentaron mayor desafío o problema a los participantes y si los gráficos elegidos diferencian en el mismo sentido a cada alumno.

Además, se estudia si existe correlación entre las respuestas a la tarea para los diferentes gráficos analizados. Para ello, teniendo en cuenta la naturaleza de la variable tipo de respuesta (respuesta correcta, respuesta parcialmente correcta y respuesta incorrecta), se ha obtenido el coeficiente no paramétrico Tau-b de Kendall. Este coeficiente nos indica si existe asociación, positiva o negativa, entre los resultados a las diferentes tareas.

Resultados

Los resultados (Tabla 5.1) muestran una baja comprensión e interpretación gráfica de los participantes en el estudio. De igual modo se observa una pobre comunicación y/o argumentación de la información estadística, lo cual queda reflejado en la redacción y justificación de la tarea para cada gráfico. Así, apenas la cuarta parte de los participantes en el estudio responde correctamente la tarea en ninguno de los gráficos de estudio. Solo en las noticias relacionadas con el gráfico de barras adosadas y el gráfico de líneas, se proporciona una respuesta correcta por el 25% del alumnado, no alcanzando el porcentaje del 20% en el resto de los casos. Para la categoría de respuestas parcialmente correctas destaca la noticia representada mediante el gráfico de líneas que reúne al 53% del alumnado. En contraposición, los gráficos que acumulan mayor porcentaje de respuestas incorrectas son el pictograma, con un 67%, seguido del gráfico de áreas, diagrama de sectores y de barras adosadas, en los que prácticamente la mitad de los participantes responden de forma errónea.

Tabla 5.1

Frecuencia y porcentaje de tipos de respuestas a la tarea en cada gráfico

Tipo de gráfico	Respuesta	Frecuencia (N)	Porcentaje (%)	Porc. Acum. (%)
Gr. barras	Incorrecto	314	48,1	48,1
	Parcialm. correcto	175	26,8	74,9
	Correcto	164	25,1	100
Gr. sectores	Incorrecto	321	49,2	49,2
	Parcialm. correcto	206	31,5	80,7
	Correcto	126	19,3	100
Gr. líneas	Incorrecto	145	22,2	22,2
	Parcialm. correcto	345	52,8	75
	Correcto	163	25	100
Gr. áreas	Incorrecto	337	51,6	51,6
	Parcialm. correcto	220	33,7	85,3
	Correcto	96	14,7	100
Pictograma	Incorrecto	438	67,1	67,1
	Parcialm. correcto	95	14,5	81,6
	Correcto	120	18,4	100

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de las subcategorías del tipo de respuestas parcialmente correctas e incorrectas para la tarea en cada una de las representaciones estudiadas (Tabla 5.2). Así, observamos en el gráfico de barras que el porcentaje de respuestas incorrectas (48,1%) se debe en gran medida al uso inadecuado de la terminología estadística (27,2% de los errores), siendo este el único gráfico que presenta este tipo de error y no alcanzando en este caso ni el primer nivel de comprensión lingüística descrito por Watson y Moritz (2000). Otro error importante en este gráfico es relativo a tratar de resumir la noticia atendiendo exclusivamente al título de esta, que no al del gráfico, y sin atender a los elementos de dicha representación (16,1%). Este error también aglutina el 63,1% de los errores relativos al pictograma, de un total del 67% de errores cometidos. De igual manera, otra de las incorrecciones destacadas tanto en el diagrama de sectores como en el de líneas es cometer errores de interpretación de los elementos del gráfico (subcategoría 0.2), que presenta un porcentaje de respuestas incorrectas del 20,4% y del 10,7%, en cada uno, respectivamente. Sin embargo, realizar un resumen incorrecto sin analizar la información estadística o bien sin establecer las relaciones entre los elementos del gráfico (subcategoría 0.3 y 0.4) destacan en el gráfico de áreas (con un 12,4% y un 31,2% para cada tipología de error) y en el de sectores (con un 10,0% y un 11,9%, respectivamente).

Por otra parte, se observa que el gran porcentaje de respuestas parcialmente correctas detectadas en el diagrama de líneas se debe, en un 41,8% de ellos, a realizar una correcta interpretación de la noticia, pero sin incluir elementos estadísticos en la argumentación (subcategoría 1.1). Mientras tanto, las respuestas parcialmente correctas tanto en el diagrama de barras (26,8%) como en el pictograma (14,5%) se debieron exclusivamente a no identificar los sesgos presentes (subcategoría 1.2), siendo esta también mayoritaria para el diagrama de sectores.

Tabla 5.2

Análisis de categorías del tipo de respuestas incorrectas y parcialmente correctas a la tarea para cada gráfico. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de las respuestas

Categoría	Subcateg.	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Respuesta incorrecta	0.1	181 (27,7%)	--	--	--	--
	0.2	12 (1,8%)	133 (20,4%)	70 (10,7%)	7 (1,1%)	4 (0,6%)
	0.3	105 (16,1%)	65 (10,0%)	--	81 (12,4%)	412 (63,1%)
	0.4	14 (2,1%)	78 (11,9%)	56 (8,6%)	204 (31,2%)	8 (1,2%)
	0.5	2 (0,3%)	45 (6,9%) /41 (6,3%)	19 (2,9%)	45 (6,9%)	14 (2,1%) /1 (0,2%)
Respuesta parcialm. correcta	1.1	--	95 (14,5%)	273 (41,8%)	156 (23,9%)	--
	1.2	175 (26,8%)	111 (17,0%)	72 (11,0%)	64 (9,8%)	95 (14,5%)

Fuente: elaboración propia

La Tabla 5.3 muestra el cálculo de la media de la tarea para cada uno de los gráficos utilizados junto con su dispersión. Este análisis indica que solo en el diagrama de líneas se obtiene una puntuación media superior a 1, en consonancia con el bajo número de respuestas correctas en ninguno de los gráficos, el gran número de respuestas parcialmente correctas para dicho diagrama y los altos porcentajes de respuestas incorrectas en el resto de gráficos.

Tabla 5.3

Análisis del tipo de respuesta a la tarea para cada gráfico y suma de los resultados

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Gr. barras	0	2	0,77	0,825
Gr. sectores	0	2	0,70	0,772
Gr. líneas	0	2	1,03	0,687
Gr. áreas	0	2	0,63	0,726
Pictograma	0	2	0,51	0,786
Suma total	0	10	3,64	2,130

Fuente: elaboración propia

La distribución de la variable *suma de puntuaciones*, tiene el primer cuartil (o P_{25}) igual 2, mientras que el tercer cuartil (o P_{75}) toma un valor de 5. Por tanto, para la tarea estudiada se considera estudiante de bajo rendimiento aquel cuya suma de puntuaciones en la tarea para los distintos gráficos es menor o igual a 2, considerándose de alto rendimiento si dicha puntuación es mayor o igual a 5. Destaca que ambas puntuaciones son bajas respecto al rango 0-10 que tiene la variable *suma de puntuaciones*. Tomando en consideración ambos valores, el cálculo del índice de dificultad (Tabla 5.4) indica que la tarea no resulta fácil para ninguno de los gráficos estudiados, con valores muy bajos en cualquiera de ellos, siendo la que presenta un índice menor, o equivalentemente mayor dificultad, la correspondiente al gráfico de áreas. A pesar de ello, todos los gráficos seleccionados muestran un buen nivel de discriminación (índice cercano a 0,5) entre los grupos de bajo y alto rendimiento.

Tabla 5.4Índices de dificultad y discriminación por rendimiento para P_{25} - P_{75}

	I. dificultad	I. discriminación
Gr. barras	0,29	0,51
Gr. sectores	0,21	0,46
Gr. líneas	0,31	0,54
Gr. áreas	0,20	0,40
Pictograma	0,23	0,46

Fuente: elaboración propia

En el análisis de las respuestas, no existe correlación entre la respuesta dada a la tarea en el gráfico de barras y la respuesta para el resto de gráficos, salvo en el caso del pictograma, con un grado de correlación medio-bajo (coeficiente menor de 0,4) (Tabla 5.5). Para el resto de gráficos, solo existe una correlación baja en el caso del gráfico de áreas con el diagrama de sectores y líneas, con coeficientes en torno al 0,2.

Tabla 5.5

Correlaciones Tau-b de Kendall entre las distintas tareas

		Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	C. correlación	--	0,056	0,042	-0,002	0,366
	p-valor	--	0,110	0,238	0,965	0,000
Gr. sectores	C. correlación	--	--	0,075	0,205	0,096
	p-valor	--	--	0,033	0,000	0,007
Gr. líneas	C. correlación	--	--	--	0,241	0,037
	p-valor	--	--	--	0,000	0,297
Gr. áreas	C. correlación	--	--	--	--	0,066
	p-valor	--	--	--	--	0,068
Pictograma	C. correlación	--	--	--	--	--
	p-valor	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran una deficiente habilidad lingüística del futuro profesorado de Educación Primaria a la hora de evaluar los gráficos estadísticos presentes en los medios de comunicación. Esta carencia se manifiesta en el ámbito de la comprensión, interpretación y/o argumentación de la información estadística contenida en dichos gráficos estadísticos elementales.

De acuerdo a la definición de Gal (2002), la evaluación muestra que el profesorado en formación no ha desarrollado la capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística contenida en los gráficos, así como de los elementos circundantes y del contexto, o bien no han desarrollado la capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas. Más concretamente, las carencias

detectadas se centran en la componente cognitiva de los estudiantes, los cuales, en un porcentaje muy alto, no son capaces de realizar una lectura comprensiva (habilidad lingüística) que les permita realizar una interpretación correcta del contenido de la noticia, tanto de la información estadística como del contexto de la noticia. Esto provoca en los participantes errores de percepción, inducidos principalmente al no relacionar elementos del gráfico con la información estadística o al no identificar los sesgos presentes en el gráfico, destacando así el notable porcentaje de respuestas parcialmente correctas en algunas representaciones. En consonancia con las investigaciones de Malone y Miller (1993), la escasa habilidad lingüística también es notoria en la argumentación de las noticias, principalmente en el análisis del gráfico de barras adosadas, donde el uso incorrecto del lenguaje cotidiano provoca un mal resumen de la información estadística y contextualización de la tarea.

Basándonos en lo expuesto, la falta de habilidad lingüística manifestada por parte de los futuros profesores de Educación Primaria, tanto en comprensión como en comunicación de la información estadística, podría provocar que no logren ser competentes en su futura tarea como docentes, especialmente a la hora de formar ciudadanos estadísticamente cultos. Es por ello que, como indica Ben-Zvi (2006), sea necesario una formación más específica para los profesores en este campo, principalmente en el discurso y argumentación, que les permita dar fundamento a los procedimientos utilizados y compartir sus ideas y resultados.

En otro sentido, si bien la evaluación muestra la necesidad de un refuerzo educativo ante la información obtenida mediante procedimientos estadísticos, basándonos en la alta participación por parte de los futuros profesores de Educación Primaria, se percibe una buena predisposición y actitud hacia la estadística (hecho también evidenciado por el bajo porcentaje de no respuesta en cada una de las tareas). De esta manera, la valoración adecuada a priori en la componente de disposición es un buen indicio que sustenta esta profundización en el currículo actual de Educación en cualquiera de los niveles previos.

No obstante, hemos de advertir la especificidad inédita de los resultados obtenidos en este estudio descriptivo-exploratorio sobre la valoración del nivel de conocimiento estadístico, focalizando únicamente el interés en una de sus componentes, las destrezas lingüísticas. En este sentido, y también considerando las características de la muestra que,

aunque de tamaño relevante, su obtención no permite extender los resultados de forma universal, vemos necesaria una continuidad investigadora en esta línea. Concretamente, estudios complementarios con otras poblaciones de estudio y/o sobre las demás componentes de la alfabetización estadística, considerando cualquiera de los modelos actuales para su definición, así como considerando otros objetos estadísticos de interés, pueden poner de manifiesto las necesidades específicas de nuestro alumnado que les capacite y facilite la formación de ciudadanos estadísticamente competentes.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Alsina, Á. (2017). Contextos y propuestas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en Educación Infantil: un itinerario didáctico. *Revista Épsilon*, 34(95), 25-48.
- Alsina, Á. (2019). La estadística y la probabilidad en educación infantil: un itinerario de enseñanza. 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
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 76, 55-67.
- Ben-Zvi, D. (2006). Scaffolding students' informal inference and argumentation. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). International Perspectives on the Teaching and Learning of Statistics. In *The Teaching and Learning of Statistics* (pp. 1-10). Springer International Publishing.
- Ben-Zvi, D., Makar, K. y Garfield, J. (Eds.). (2017). *International handbook of research in statistics education*. Springer.

- Biehler, R., Frischemeier, D., Reading, C. y Shaughnessy, J. M. (2018). Reasoning about data. En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 139-192). Springer.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2009). Construction and evaluation of histograms in teacher training. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(4), 473-493.
- Bryant, P. y Nunes, T. (2012). *Children's understanding of probability. A literature review*. Londres: Nunfield Foundation.
- Budgett, S. y Rose, D. (2017). Developing statistical literacy in the final school year. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 139-162.
- Chick, H. y Pierce, R. (2013). The Statistical Literacy Needed to Interpret School Assessment Data. *Mathematics Teachers Education and Development*, 15(2), 1-19.
- Chick, H. y Pierce, R. (2011). Teaching for statistical literacy: Utilising affordances in real-world data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 339-362.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. In *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207-216). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Cowie, B. y Cooper, B. (2017). Exploring the challenge of developing student teacher data literacy. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 24(2), 147-163.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing Graph Comprehension*. Elementary and Middle School Activities. National Council of Teachers of Mathematics, Association Drive, Reston, VA.
- DelMas, R., Garfield, J., Ooms, A. y Chance, B. (2007). Assessing students' conceptual understanding after a first course in statistics. *Statistics Education Research Journal*, 6(2), 28-58.
- Eichler, A. y Zapata-Cardona, L. (2016). *Empirical research in statistics education*. Springer.

- Espinel, M. C., Bruno, A. y Plasencia, I. (2008). Statistical graph in the training of teachers. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference* (pp. 1-6). ICMI/IASE.
- Fernandes, J. y Freitas, A. (2019). Selection and application of graphical and numerical statistical tools by prospective primary school teachers. *Acta Scientiae*, 21(6), 82-97.
- Friel, S. N., Curcio, F. R. y Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2) 124-158.
- Gal, I. (1999). Links between literacy and numeracy. In D. A. Wagner, B. Street y R. L. Venezky (Eds.), *Literacy: An international handbook* (pp. 227–231). Westview Press.
- Gal, I (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- González, T., Espinel, M. C. y Ainley, J. (2011). Teachers' graphical competence. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education. A joint ICMI-IASE study* (pp. 187-198). Springer.
- Malone, J. y Miller, D. (1993). Communicating mathematical terms in writing: Some influential variables. In M. Stephens, A. Waywood, D. Clarke y J. Izard (Eds.), *Communicating mathematics: Perspectives from classroom practice and current research* (pp. 177-190). Hawthorn, VIC: The Australian Council for Educational Research Ltd.
- Ministerio de Educación y Ciencia, MEC (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria.
- Ministerio de Educación y Ciencia, MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 4787-

4792.

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

NCTM (2003). Principios y estándares para la educación matemática. Sevilla: Thales.

Pierce, R., Chick, H., Watson, J., Dalton, M. y Les, M. (2012). Trialling a Professional Statistical Literacy Hierarchy for Teachers. En *Mathematics education: Expanding horizons. Proceedings of the 35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. MERGA.

Rumsey, D. J. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 6-13.

Schild, M. (1999). Statistical literacy: Thinking critically about statistics. *Of Significance*, 1(1), 15-20.

Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107–121). Amsterdam, the Netherlands: IOS Press and The International Statistical Institute.

Watson, J. M. y Moritz, J. B. (2000). Development of understanding of sampling for statistical literacy. *The Journal of Mathematical Behavior*, 19(1), 10.

Estudio 6⁶. Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Bizet-Leyton, V. y Molina-Muñoz, D. (en revisión). Pertinencia de gráficos estadísticos e identificación de sus sesgos como indicadores de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria.

Resumen

El enorme poder de visualización de la información basada en datos representada mediante gráficos estadísticos, hace especialmente interesante el estudio del entendimiento de dicha información por parte de los ciudadanos que se enfrentan a ella día a día. Al mismo tiempo, en el ámbito de didáctica de la estadística se investiga para conocer cómo se produce la transferencia de conocimiento estadístico en la escuela. Así, aunando ambos fines, el propósito del presente estudio exploratorio es observar el grado de alfabetización estadística que poseen los futuros maestros en base a la evaluación de los gráficos estadísticos, frecuentemente utilizados en los medios de comunicación, y la identificación de los sesgos que debido a su visualización selectiva de los datos a veces estos presentan. Los resultados muestran, de forma implícita, una aceptable identificación de convenios para cada gráfico estudiado mientras que evidencia una muy pobre identificación de sesgos o errores en dichas imágenes. Con ello se deduce una necesidad de refuerzo educativo en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de la estadística, concretamente, en los estudiantes del Grado de Educación Primaria para, mediante ello, conseguir ciudadanos con una alfabetización estadística funcional desde la escuela.

Palabras clave: Gráficos estadísticos, errores, alfabetización estadística, educación primaria.

⁶ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

Abstract

The power of information visualisation represented by means of statistical graphics requires the study of their understanding by citizens and the knowledge of how the transfer of statistical knowledge occurs at school. At the same time, in didactics of statistics field, research is carried out to find out how the transfer of statistical knowledge occurs in schools. Thus, combining both, the purpose of this study is to observe the degree of statistical literacy of prospective teachers based on an evaluation of the statistical graphics used in the media, and the identification of biases that may be shown by them. Results implicitly show an acceptable identification of agreements while showing a very poor identification of biases. It may then be concluded that there is a need for educational reinforcement with respect to teaching and learning statistics that impact on the school, specifically, in students of the Primary Education Degree in order, through this, to achieve citizens with a functional statistical literacy from school.

Key words: statistical graphs, errors, statistical literacy, primary education.

Introducción

En la sociedad actual, ser un ciudadano alfabetizado significa poseer una alfabetización funcional, entendida como la capacidad de entender, analizar, evaluar y argumentar materiales escritos, así como utilizarlos en el quehacer diario (Cassany, 2006). Como señala Schield (2002), el analfabetismo funcional es una extensión moderna de la alfabetización literal, es decir, la capacidad de leer y comprender los materiales escritos.

Un tipo de alfabetización funcional sería la *alfabetización estadística*. Varias son las definiciones propuestas para el término, tales como la de Wallman (1993) o Watson (1997), destacando en la literatura actual la definición de Gal (2002), cuyo modelo distingue dos componentes interrelacionadas: “i) capacidad para 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 ii) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante.”

Un factor fuertemente relacionado con la alfabetización estadística, produciendo gran repercusión sobre ella, es la sensibilidad a los errores inducidos por la representación visual de los datos (Tufte, 2001). Este hecho se debe a que los gráficos pueden presentar los datos de manera engañosa provocando confusión y malas interpretaciones (Sutherland y Ridgway, 2017). En este sentido, Orcutt y Turner (1993) ponen de manifiesto cómo algunos medios de comunicación analizan selectivamente los datos para crear una imagen diferente a la que realmente presentan. Por tanto, es necesario conocer cuáles son estos sesgos cognitivos y cómo pueden afectar al razonamiento y a la interpretación de la información.

En este sentido, la escuela juega un papel decisivo en el desarrollo de la competencia estadística de los estudiantes, así como en la traslación de su importancia para interpretar el mundo que les rodea (Frankenstein, 1998). Sin embargo, muchos profesores no se consideran bien preparados para enseñar estadística, ni para enfrentar las dificultades de sus alumnos (Arteaga et al., 2011). Por ello, dado que los profesores son en última instancia los responsables de la transferencia del conocimiento estadístico, este trabajo trata de evaluar tanto la conveniencia del uso de distintos gráficos estadísticos como la detección de sus sesgos, que realizan 653 futuros profesores de Educación Primaria.

Antecedentes

En la actualidad, un ciudadano *estadísticamente culto* es aquel que dispone de una alfabetización funcional hacia la estadística entendida, en su sentido más amplio, como la consecución de todas las componentes de la alfabetización estadística. Particularmente, dicha alfabetización ha de contemplar tanto la lectura como la comprensión de la información representada mediante gráficos estadísticos (Batanero et al., 2009).

Una correcta comprensión de un gráfico estadístico requiere la identificación de sus componentes estructurales. De esta manera, pese a que la especificidad de un gráfico está determinada por convenios propios de cada tipología, necesarios tanto para su construcción como para su lectura, varias son las investigaciones que destacan la necesidad de identificar los elementos o componentes estructurales comunes presentes, de forma general, en cualquiera de ellos. En este sentido, Kosslyn (1985) considera como elementos constituyentes de un gráfico estadístico: i) *el fondo del gráfico*, base sobre el

que se dibuja; ii) *la estructura del gráfico*, que permite comprender la relación entre los datos representados (por ejemplo, los ejes cartesianos); iii) *el contenido pictórico* (por ejemplo, los rectángulos en el gráfico de barras); y iv) *las etiquetas y título*, información textual que ayuda a interpretar las variables y el contenido. En cambio, Curcio (1989) diferencia los siguientes elementos: i) *contenido matemático*, por ejemplo, las coordenadas cartesianas, rectángulos o conjuntos numéricos usados; ii) *palabras, títulos y etiquetas* que ayudan a comprender el contexto, y los datos representados, así como sus relaciones; y iii) *convenios específicos en cada tipo de gráfico* y que se deben conocer para poder realizar una lectura o construcción correcta (por ejemplo: en el gráfico de barras, la altura de la barra debe ser proporcional a la frecuencia).

Friel et al. (2001) consideran los gráficos estadísticos como objetos semióticos complejos, destacando su papel fundamental en el proceso de instrucción, e inciden en la necesidad de identificar los elementos o componentes estructurales comunes de dichos gráficos, determinándolos en la misma línea que las investigaciones desarrolladas por Curcio (1989). Basado en este modelo, Arteaga et al. (2011) establecen que los gráficos estadísticos, de manera general, están formados por *el título y las etiquetas*, que proporcionan información sobre el contexto, y las variables así representadas, necesaria para comprender el gráfico; el *marco del gráfico* (ejes, escalas y marcas de referencia sobre los ejes), que facilita descripciones relevantes sobre los tipos de medidas utilizadas así como sobre los valores de cada variable estudiada (conjuntos numéricos empleados, proporcionalidad...); y, los *especificadores* o elementos visuales con los que se representan dichos valores (rectángulos en el diagrama de barras, figuras en el pictograma,...). En la misma línea se destacan las investigaciones sobre la comprensión e interpretación de gráficos estadísticos que enfatizan la necesidad de reconocer sus componentes, así como las relaciones entre ellos y su efecto en la presentación de la información (Molina-Portillo et al., 2017).

Esta visión globalizada, con la identificación de las componentes estructurales presentes en cualquier gráfico estadístico, promueve tanto la comprensión de estos como su evaluación, focalizando así el interés en el análisis de la información estadística que pretende ser representada mediante dicho gráfico. En consecuencia Gal (2002), en su modelo sobre alfabetización estadística, presenta una serie de cuestiones “preocupantes” acerca de los mensajes estadísticos que todo consumidor de datos, término con el que se refiere a los receptores de la información estadística, ha de plantearse. Entre ellas destaca

que todo ciudadano ha de cuestionarse si los gráficos, o estadísticos, utilizados para representar datos, son apropiados y si estos están diseñados correctamente. Para favorecer dicha reflexión, propone mejorar las bases de conocimiento que apoyan la alfabetización estadística mediante la enseñanza de los estilos, convenciones y sesgos de las representaciones basadas en datos, principalmente de aquellos que forman parte de informaciones de los medios de comunicación. En esta línea, como señalan Espinel et al. (2009), la constante y variada presencia en los medios de comunicación de información presentada mediante gráficos estadísticos, en algunos casos creados de forma incorrecta, puede ser usada para establecer un buen debate en el aula.

En el ámbito escolar, se utilizan indistintamente tanto el formato numérico como la representación gráfica de los datos para conseguir la comprensión de los conceptos estadísticos. Por tanto, dado que la alfabetización estadística es un resultado esperado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007) y, del mismo modo, numerosas definiciones relativas a la alfabetización estadística se desarrollan en el entorno escolar formal (Nikiforidou et al., 2010), este ámbito será idóneo para adquirir dichos conocimientos, destrezas y actitudes hacia la estadística y, en concreto, hacia la representación de información mediante gráficos estadísticos, descartando errores o malentendidos que pudiesen aparecer. En este sentido, Pfannkuch y Ben-Zvi (2011) señalan como necesario fomentar la habilidad de identificar atributos no deseados o errores de edición, aspectos que no son comunes en las asignaturas tradicionales de estadística. Por tanto, es fundamental establecer los sesgos existentes más habituales a la hora de la representación gráfica. En este sentido, trabajos como los de Powsner y Tufte (1997), Tufte (1997, 2001), Wainer (2000) o, concretamente en el ámbito escolar, Contreras et al. (2017), analizan gráficos engañosos presentados en medios de comunicación, ofreciendo heurísticas para permitir a los usuarios evitar ser inducidos a error por las visualizaciones.

Desde esta perspectiva es indispensable una formación específica de los profesores en didáctica de la estadística, que incluye, no sólo el conocimiento estadístico, sino también lo que se conoce como “conocimiento didáctico del contenido” (Shulman, 1986; Thompson, 1992), aspecto destacado en diferentes modelos de conocimiento matemático del profesor tales como el *Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas* (MTSK) (Aguilar et al., 2013). En la contextualización del conocimiento didáctico del profesor de matemáticas (Godino, 2009) así como en la descripción de los componentes básicos del conocimiento didáctico del contenido estadístico (Batanero,

2002), se destaca el estudio de las dificultades, errores y obstáculos del alumnado en el aprendizaje, así como la evaluación de las estrategias en la resolución de problemas de los estudiantes, pues permitirán orientar mejor la tarea de enseñanza y evaluación del aprendizaje. En este sentido, Makar y Fielding-Wells (2011) examinan los elementos clave en los que los formadores de profesores necesitan concentrar su trabajo para desarrollar, en los futuros maestros, la habilidad de enseñar estadística. Para esta tarea, los autores señalan que la mayoría de los datos presentados a los estudiantes son elegidos para ilustrar el objetivo de la clase, mientras que en la realidad este proceso es más complejo, pudiendo presentarse resultados inesperados, errores, tratamiento de valores atípicos, entre otros. Por esta razón, permitir que los estudiantes aborden esta tarea les ayudará a desarrollar entendimientos más profundos en sus decisiones, perseverando en ellos al identificar estos sesgos. En consecuencia, focalizamos nuestra investigación en la evaluación de la comprensión de gráficos estadísticos comunes, extraídos de varios medios de comunicación, pues estos pueden ser utilizados como un puente que conecte la estadística y la probabilidad con los eventos cotidianos (Watson, 1997).

Metodología

El presente estudio, que forma parte de un estudio integral exploratorio sobre alfabetización estadística bajo el modelo descrito por Gal (2002), considera principalmente las componentes de conocimiento relacionadas con las destrezas estadísticas y matemáticas, pero está fuertemente influido por el resto, especialmente por la denominada evaluación crítica. En concreto, junto al conocimiento estadístico-matemático necesario, se requiere un análisis profundo de los gráficos utilizados para poder percibir los sesgos presentes en ellos. En otras palabras, aunque con el fin de profundizar en el análisis se focaliza la investigación sobre habilidades concretas del marco teórico considerado, no debemos olvidar que todas están relacionadas y que han sido analizadas mediante las respectivas tareas del estudio global previamente mencionado.

Respecto a las destrezas que nos ocupan, se pretenden evaluar en base a los elementos descritos por Arteaga et al. (2011), analizando los sesgos y/o errores presentes en los gráficos estadísticos como componentes de la cultura estadística que cualquier

ciudadano ha de poseer, así como mediante el análisis de la pertinencia del tipo de gráfico utilizado.

Participantes e instrumento

En el desarrollo de esta investigación se ha contado con la colaboración de 635 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada durante el curso 2018-2019. Como herramienta de análisis se ha utilizado el cuestionario diseñado por Contreras et al. (2017) y validado por Molina-Portillo et al. (2017). Dicho cuestionario está constituido por un conjunto de cinco noticias, extraídas de los medios de comunicación, que muestran gráficos que han sido contruidos de forma incorrecta, o bien, que presentan ciertos sesgos de información (véase Figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5). Con ellas se pretende evaluar todas las componentes de la alfabetización estadística propuestas por Gal (2002), en base a su evaluación en los gráficos estadísticos elementales: un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un pictograma.

La selección de estos gráficos, entre más de los 100 recogidos de los medios de comunicación, viene motivada por los contenidos presentes en las normativas curriculares en Educación Primaria (MEC 2014a; 2014b), y porque las características que presentan se consideran adecuadas para explorar las distintas componentes mencionadas. Estos se presentan brevemente a continuación:

1. *Gráfico de barras adosadas* que informa de una serie temporal de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España) entre los años 2008 y 2012 (Figura 6.1).

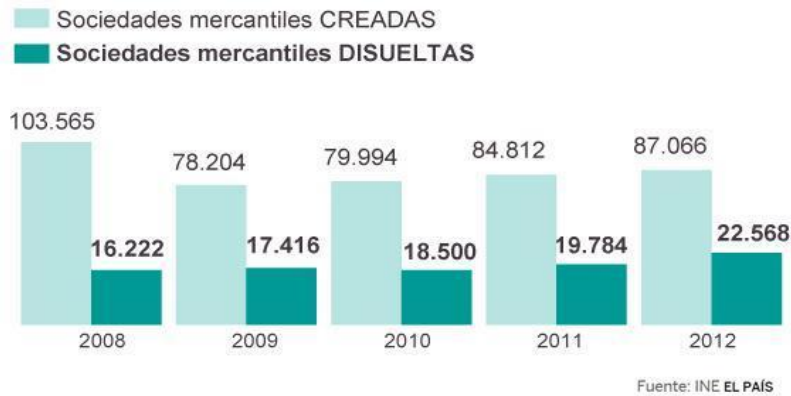
Figura 6.1

Gráfico de barras

Si la empresa quiebra, ¿a quién reclama el cliente?

El consumidor es el acreedor más débil cuando se produce una insolvencia. Recuperar el dinero supone ponerse a la cola en complejos procesos judiciales. Muchos no llegan a cobrar nunca

CREACIÓN Y DISOLUCIÓN DE EMPRESAS EN ESPAÑA



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

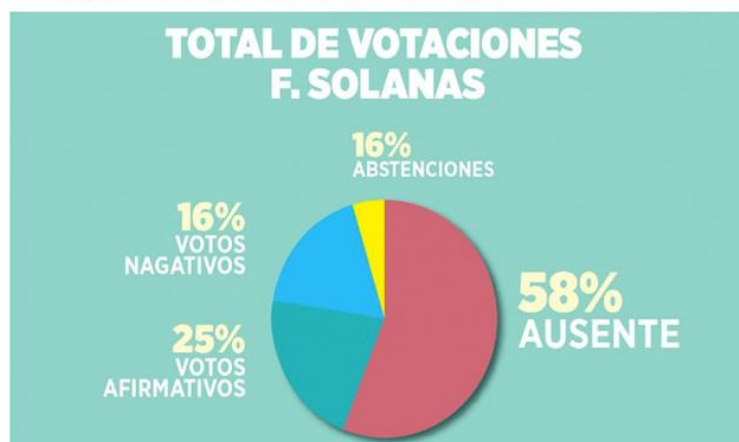
2. *Gráfico de sectores* que representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato (Figura 6.2).

Figura 6.2

Gráfico de sectores

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by vlamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

3. *Gráfico de líneas* que muestra el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014 (Figura 6.3).

Figura 6.3

Gráfico de líneas



Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas

4. *Gráfico de áreas* que alude al coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas desde 1985 a 2011 (Figura 6.4).

Figura 6.4

Gráfico de áreas

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta
 Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010
 Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT

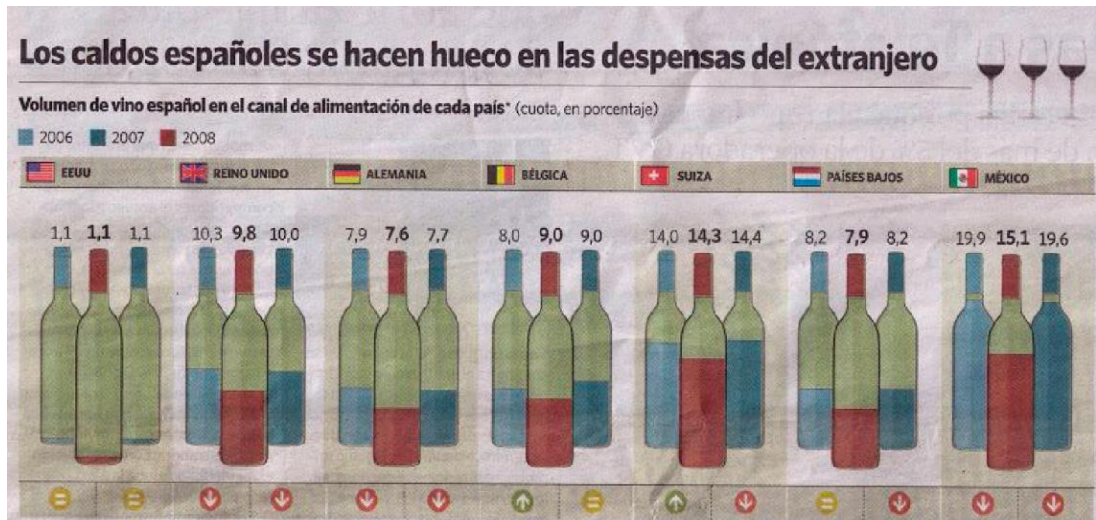


Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

5. *Pictograma* que representa las ventas de vinos españoles en siete países durante los años 2006, 2007 y 2008 (Figura 6.5).

Figura 6.5

Pictograma



Nota. Noticia extraída del diario El Economista.

Con objeto de evaluar la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, se les facilitó el cuestionario creado, el cual constaba de 8 ítems para cada gráfico y se les informó de que disponían de 2 horas para completarlo, sin facilitar ninguna información respecto a la resolución del mismo. Entre los ítems propuestos, con objeto de evaluar explícitamente las cuestiones “preocupantes” expuestas por Gal (2002) respecto a la adecuación de los gráficos estadísticos para cada información estadística representada y, por ende, su correcto diseño, en concreto, respecto a la percepción de incorrecciones o sesgos presentes en ellos, se les solicitó que se respondiera de forma precisa a la siguiente cuestión: *¿Es un gráfico correcto para explicar la información? Justifica la respuesta*

Análisis a priori de los sesgos

En la misma línea de los trabajos realizados por Friel et al. (2001) y Arteaga et al. (2011), se han evaluado los sesgos presentes en los elementos estructurales de cualquier gráfico estadístico, es decir, el título y las etiquetas, el marco del gráfico y los especificadores del gráfico. A continuación, se detallan los sesgos de dichos elementos estructurales implícitos en cada uno de los gráficos analizados en el presente trabajo.

Los sesgos relacionados con el *título y las etiquetas* pueden llevar a confusión en el diagrama de sectores (*Figura 6.2*) cuyo título no refleja correctamente el contenido, pues no se informa sobre el “total de votaciones” sino del “porcentaje de votaciones según su tipología”. En el gráfico de líneas (*Figura 6.3*), no se incluyen las etiquetas de los ejes, no contemplando la información representada y, además, la colocación en la parte inferior de un breve título incompleto, pues faltaría especificar a qué región se refiere la noticia, puede inducir a malentendidos. En el caso específico de las etiquetas, resulta imposible constatar, solo con la información presente en el gráfico, la magnitud del eje de ordenadas de la *Figura 6.4* ya que si se refiere al ‘Gasto total del sector público’ su magnitud debiera ser, al menos, en millones de euros.

En relación a los sesgos que conciernen al *marco del gráfico* (los ejes, escalas y las marcas de referencia de los ejes) dificultan la comprensión del gráfico de barras adosadas (*Figura 6.1*), en el cual se omite el eje de ordenadas, mostrando en su lugar el número de empresas sobre las propias barras, y en el que, además, se observa que no existe una relación de proporcionalidad entre las escalas utilizadas, hecho promovido por la ausencia de dicho eje y sus marcas de referencia. También se observa en el gráfico de sectores (*Figura 6.2*) donde las áreas de los sectores no guardan la proporción expresada en los porcentajes, obsérvese por ejemplo los sectores azul y amarillo tienen distinta amplitud, pero ambos están describiendo un 16% de las votaciones. Asimismo, en el gráfico de líneas (*Figura 6.3*), se advierte que el eje de ordenadas ha sido omitido, no permitiendo conocer la escala empleada y, además, la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable. En el caso del diagrama de áreas (*Figura 6.4*), aunque las marcas del eje de abscisas mantienen la proporcionalidad, los valores asociados a cada una de ellas corresponden a intervalos de distinta amplitud (15 años en el primer intervalo, 5 años en el segundo y 3 en el tercero), con lo que se logra un incremento en la pendiente de las líneas en los primeros periodos que no coincide con el incremento real (menos repentino). Por último, este sesgo también está presente en el pictograma (*Figura 6.5*) en el cual no se incluye el eje de ordenadas, dificultando así su interpretación, y de igual modo, la representación no cronológica en el eje de abscisas complica la percepción de las cantidades representadas.

Finalmente, los sesgos relacionados con los *especificadores del gráfico* han sido detectados en todos los gráficos analizados. En los gráficos cuyos especificadores determinan un área, (*Figuras 6.1, 6.2 y 6.4*) se observa que estos no proporcionan una

correcta información de la medida representada, al no guardar la proporcionalidad en la construcción de los mismos; y, en el gráfico de líneas y el pictograma (*Figuras 6.3 y 6.5*), la perspectiva en la que se muestran las imágenes no permite una comparación directa entre las cantidades representadas.

Hipótesis de estudio

Dado que los gráficos estadísticos estudiados están incluidos en la normativa curricular que los participantes han cursado (MEC 2006a; 2006b; 2007; 2014a; 2014b), son comunes en la vida cotidiana y, además, han cursado dos asignaturas relacionadas con las matemáticas y su didáctica durante el Grado, se espera que los futuros profesores de Educación Primaria:

- a) concluyan que, a priori, en base a las convenciones de cada gráfico y el tipo de variable en ellos representadas, todas las representaciones de la información son apropiadas en cada caso;
- b) identifiquen los sesgos presentes previamente descritos; y,
- c) adviertan que, por tanto, al no diseñarse de forma adecuada, no se consideran idóneos para comunicar la información pretendida.

Análisis

Para esta evaluación se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de las respuestas, clasificado los resultados en función de si se realiza correctamente el análisis del gráfico y la percepción total o parcial de los sesgos subyacentes (*respuesta correcta*, notada como 2), si se justifica adecuadamente la pertinencia del gráfico utilizado, pero no se identifican los errores presentes en ellos (*respuesta parcialmente correcta*, notada por 1) o si los estudiantes no realizan correctamente a la tarea o no responden (*respuesta incorrecta*, notada por 0). Dada la doble intencionalidad del objetivo de la presente investigación, se estudia en profundidad dos subcategorías de las consideradas respuestas correctas, en función de la identificación parcial de sesgos (*subcategoría 2.1*) o su percepción total (*subcategoría 2.2*). También, debido al porcentaje de no respuesta, se distinguen subcategorías para las respuestas incorrectas: realiza incorrectamente la tarea (*subcategoría 0.1*) o “no sabe o no contesta” (*subcategoría 0.2*). Para la consecución total de dicho análisis descriptivo se otorga la puntuación correspondiente a su notación a cada una de las categorías de respuesta en base a la cual se obtiene la *puntuación media y dispersión* de la tarea en función del gráfico estudiado y facilita el cálculo de la variable

suma total, que permite conocer la puntuación media de la tarea en una escala de 10 puntos.

Posteriormente se realiza un análisis de correlaciones para escalas ordinales mediante el cálculo del *coeficiente Tau-b de Kendal*. Este coeficiente no paramétrico indica si existe o no asociación entre los resultados de la tarea en los distintos gráficos de estudio, indicando la magnitud, y si es positiva o negativa, mediante el coeficiente de correlación Tau-b. Asimismo, dado que la tarea sobre cada uno de los gráficos analizados es realizada por cada participante, se lleva a cabo la *prueba de Wilcoxon* para muestras relacionadas.

Finalmente, de nuevo considerando las puntuaciones otorgadas al tipo de respuesta se calculan los percentiles 25 y 75 (P_{25} y P_{75}), con el objetivo de determinar dos grupos diferenciados de participantes en base a su rendimiento, el alumnado de bajo rendimiento y alto rendimiento, respectivamente. En ambos grupos se comprueba la normalidad de los datos, calculando posteriormente la *prueba U de Mann-Whitney* para muestras independientes. Dicho contraste establece la hipótesis de igualdad de medianas entre ambos grupos, con un nivel de significación de 0,05. Para concluir, los percentiles calculados nos permiten obtener el *índice de dificultad* (Morales, 2009), descrito como proporción de aciertos (o porcentaje correspondiente) en este 50% del total que representan los grupos de puntuaciones extremas, así como el *índice de discriminación* entre los participantes, definido como la diferencia entre la proporción de aciertos en el grupo de alto rendimiento menos la proporción de los mismo en el grupo de bajo rendimiento.

Resultados

El análisis descriptivo de las respuestas aportadas por los profesores en formación muestra una correcta percepción de la pertinencia de los gráficos estudiados. Si consideramos en conjunto los porcentajes obtenidos en las categorías de *respuestas correctas y parcialmente correctas*, ya que ambas concluyen la validez de los gráficos, dicho porcentaje oscila entre el 85,4%, obtenido en la tarea sobre el gráfico de barras, y el 97,2% obtenido para el diagrama de sectores. Si bien ambos gráficos marcan la horquilla entre la que se encuentra el porcentaje asociado al conocimiento del gráfico utilizado, su casuística es bastante diferente pues, mientras que en el gráfico de barras

dicho porcentaje se obtiene mayormente a expensas de respuestas parcialmente correctas, es decir, no se identifican los sesgos presentes en la representación de la información, en el diagrama de sectores el porcentaje más elevado se obtiene en la categoría de respuesta correcta, el 51,3%. Para mostrar en profundidad la dualidad del objetivo planteado, se muestran y comentan a continuación los resultados según tipo de respuesta y subcategoría de esta (Tabla 6.1).

Tabla 6.1

Análisis del tipo de respuestas a la tarea según el gráfico analizado. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de respuestas

Categoría	Subcategoría	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
0 Respuesta incorrecta	0.1 No considera el gráfico correcto para explicar la información, no identifica sesgos	94(14,4)	11(1,7)	12(1,8)	13(2,0)	11(1,7)
	0.2 No responde	1(0,2)	7(1,1)	28(4,4)	44(6,7)	17(2,6)
1 Respuesta parcialm. correcta	Considera correcto el gráfico, sin identificar sesgos	492(75,3)	300(45,9)	424(64,9)	490(75,11)	378(57,9)
2 Respuesta correcta	2.1 Considera correcto el gráfico, identifica parte de los sesgos	66(10,1)	44(6,8)	189(28,9)	--	--
	2.2 Considera correcto el gráfico, identifica todos los sesgos	--	291(44,5)	--	106(16,2)	247(37,8)

Fuente: elaboración propia

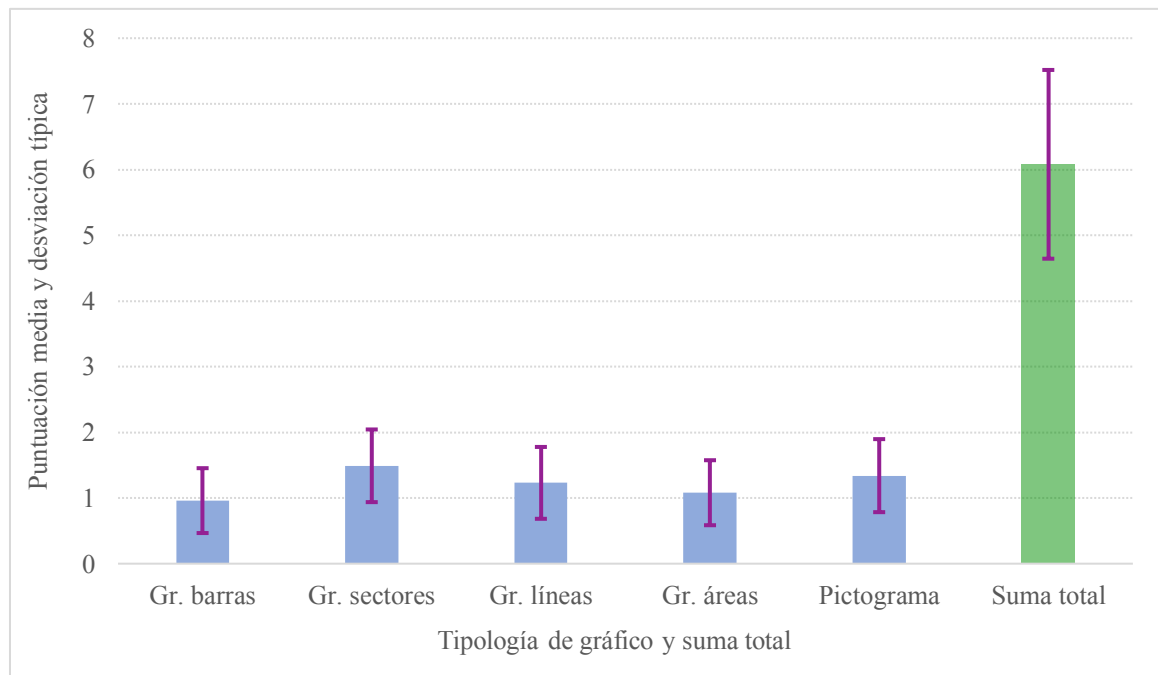
Como se observa, para la *respuesta correcta* en cuanto a pertinencia del gráfico e identificación de sesgos (*subcategoría 2.2*), destacan los resultados de la tarea para el diagrama de sectores y el pictograma, con un 44,5% y un 37,8% respectivamente. También se constata esta subcategoría en el gráfico de áreas, con la característica, al igual que ocurre en el pictograma, de que todas las respuestas correctas en cuanto a la validez gráfica se producen junto a la identificación de los sesgos presentes. En caso contrario, en que no se llegan a identificar todos los sesgos presentes en ningún caso, se encuentran el diagrama de barras adosadas y de líneas, con un 10,1% y un 28,9% de respuestas en la *subcategoría 2.1*, cada uno. No obstante, como previamente se ha indicado, la categoría por excelencia en el análisis descriptivo es la de *respuesta parcialmente correcta*. Y es que, a excepción del diagrama de sectores, es la categoría con mayor porcentaje de respuesta. En este sentido destacan los resultados de la tarea sobre el gráfico de barras y de áreas, donde 3 de cada 4 futuros maestros consideran correcto el gráfico para representar la información, pero no identifican ningún sesgo. Respecto a las respuestas incorrectas, *subcategoría 0.1*, destaca la tarea sobre el gráfico de barras, siendo un 14,4% de los participantes los que no consideran adecuado el gráfico propuesto. En este porcentaje de respuesta incorrecta, aunque en valor muy bajo, hay quienes, para la tarea sobre el gráfico de barras (0,6%), sobre el gráfico de líneas (1,5%) o en el pictograma (0,3%), proponen el tipo de gráfico que consideran correcto para representar la información. El mayor porcentaje de no respuesta observado, *subcategoría 0.2*, se produce para el diagrama de áreas, coincidiendo además con la característica de que es uno de los gráficos que menor porcentaje de respuesta correcta obtiene.

Continuando con el análisis descriptivo, en base a las puntuaciones según el tipo de respuesta previamente descrito, se ha calculado la *media y la desviación típica* de las puntuaciones obtenidas en la tarea según el tipo de gráfico estudiado (Figura 6.6) y para la suma total de dichas puntuaciones. Según este análisis, coincidiendo con los resultados de análisis según tipo de respuesta, sobre la valoración de 2 puntos, los mejores resultados se han obtenido en la tarea que involucra al diagrama de sectores (media 1,49, desviación típica 0,55) y en aquella sobre el pictograma (media 1,34 y desviación típica 0,56), si bien es cierto que las medias calculadas para la tarea en todas las representaciones analizadas quedan por encima de 1 o muy cercano a este valor, en el caso del diagrama de barras. Respecto a la variable *suma total* se obtiene una puntuación media total superior a 6 puntos (sobre 10), resultado aceptable dado que indicaría que de media la tarea se realiza

de forma totalmente correcta en tres de los gráficos estudiados, o al menos en uno de ellos junto con el resto de respuestas parcialmente correctas.

Figura 6.6

Media y desviación típica de la tarea según el gráfico estudiado y para la variable suma total



Fuente: elaboración propia

El análisis de correlaciones para escalas ordinales mediante el *coeficiente Tau-b de Kendall* (Tabla 6.2), nos indica que en todos los contrastes de hipótesis en los que está involucrado el gráfico de barras, junto con la comparación de la tarea para el gráfico de líneas y el pictograma, se acepta la hipótesis nula de “no existencia de correlación entre ambas variables” con un nivel de confianza del 95%. En consecuencia, en el resto de comparaciones podemos indicar que existe correlación entre ambas variables, pero todas bajas (con coeficientes de correlación entre 0,2-0,39) o muy bajas (entre 0-0,19). Las mayores correlaciones las encontramos entre las respuestas a la tarea para el gráfico de líneas con la tarea sobre el diagrama de sectores, y con la tarea en relación con el gráfico de áreas, ambas positivas.

Tabla 6.2

Correlaciones Tau-b de Kendall entre las distintas tareas

		Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	Tau-b	--	0,008	0,016	0,003	0,068
	p-valor	--	0,827	0,660	0,937	0,070
Gr. sectores	Tau-b	--	--	0,243	0,132	0,197
	p-valor	--	--	0,000	0,000	0,000
Gr. líneas	Tau-b	--	--	--	0,230	0,020
	p-valor	--	--	--	0,000	0,601
Gr. áreas	Tau-b	--	--	--	--	0,148
	p-valor	--	--	--	--	0,000
Pictograma	Tau-b	--	--	--	--	--
	p-valor	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Posteriormente mediante el *contraste de Wilcoxon* se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas, para un nivel de confianza del 95%. Es decir, se puede afirmar que hay diferencias significativas entre las respuestas de los alumnos a la tarea según el gráfico analizado en ella.

Análogamente, mediante la *prueba U de Mann-Whitney* para muestras independientes se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medianas entre los grupos de para de alto y bajo rendimiento. Por tanto, existen diferencias significativas en las respuestas a las tareas entre ambos grupos para todas las gráficas analizadas.

Finalmente, los resultados en la Tabla 6.3 muestran un *índice de dificultad* bajo para la tarea cuando esta implica al diagrama de barras, es decir, la respuesta a la tarea en este gráfico resulta difícil para los docentes en formación, ocurriendo algo parecido en el caso del gráfico de áreas, con un índice de dificultad de 0,2. En el caso de la tarea sobre el gráfico de sectores y el pictograma, los futuros profesores tienen menos problemas a la hora de interpretar la corrección de la información, aunque tampoco les resulta fácil la tarea. En el caso del *índice de discriminación*, el valor de la tarea en el gráfico de líneas es cercano a 0,5, lo que indica una discriminación muy alta entre los grupos de alto y bajo rendimiento. Por tanto, se suponen que aciertan los del grupo de alto rendimiento y fallan

los del bajo. En el resto de tareas, el índice de discriminación es menor que 0,5 (o superior en el caso del gráfico de sectores) lo que indica que, las respuestas correctas no difieren tanto entre el grupo de alto y bajo rendimiento. Principalmente, sobre el de sectores y pictograma observamos que se producen más respuestas correctas tanto en el alumnado de bajo rendimiento como en los del alto rendimiento. Todo ello indica, que las tareas propuestas discriminan parcialmente entre los estudiantes estadísticamente alfabetizados y los que no, a excepción del diagrama de líneas que lo hace de forma correcta. Además, la variabilidad en estos índices nos permite establecer que la tipología de error afecta al tipo de respuesta proporcionada y a la dificultad de esta, principalmente en ciertos aspectos, como por ejemplo lo explícito o no que se represente el sesgo.

Tabla 6.3

Índices de dificultad y discriminación por rendimiento para P25 - P75

	I. dificultad	I. discriminación
Gr. barras	0,12	0,25
Gr. sectores	0,53	0,72
Gr. líneas	0,30	0,53
Gr. áreas	0,20	0,34
Pictograma	0,39	0,61

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

El presente trabajo trata de estudiar la alfabetización estadística, como tipo de alfabetización funcional, en base a su fuerte relación con la sensibilidad a errores inducidos por la representación visual de los datos (Tufte, 2001) tomando como argumento las dos cuestiones “preocupantes” propuestas por Gal (2002). En referencia a la *pertinencia de los gráficos estadísticos utilizados*, los resultados presentados indican una correcta percepción, evidenciada esta mediante el predominio de la categoría de respuesta parcialmente correcta para todas las representaciones, a excepción del diagrama de sectores (en el cual predomina la respuesta correcta). Este hecho, según la clasificación propuesta por Curcio (1989), podría corresponderse con un adecuado conocimiento de los convenios específicos relativos a cada gráfico. Sin embargo, de la prevalencia de

dicho tipo de respuesta también se desprende la carencia manifiesta de los futuros profesionales al *identificar los sesgos* presentes en la información estadística suministrada en las correspondientes imágenes. Así, si bien dicho porcentaje de respuesta es elevado en todas las representaciones, particularmente en el diagrama de barras y de áreas destaca que 3 de cada 4 futuros maestros no identifican ningún sesgo subyacente. Sólo en el caso del diagrama de sectores y el pictograma, al menos, 1 de cada 3 participantes observaron la corrección en la percepción de la validez de los gráficos y una total percepción de los sesgos presentes en las noticias propuestas, advirtiendo así la merma de idoneidad en dichas representaciones de la información. Esto queda recogido también en los índices de dificultad para los distintos gráficos, que indican que la tarea resulta compleja para cualquiera de las visualizaciones de la información, especialmente para el diagrama de barras, de líneas y de áreas. Probablemente, esta particularidad sea debida a que en ellos los sesgos se presentan de forma menos explícita, requiriendo un mayor grado de evaluación y análisis de lo que allí se representa.

En este sentido, en línea con Orcutt y Turner (1993), los gráficos analizados presentan la información de forma engañosa o de forma selectiva para mostrar la información que les interesa, por lo que son susceptibles de crear confusión y malentendidos entre los estudiantes. Sin embargo, de acuerdo con Makar y Fielding-Wells (2011), el trabajo con datos reales se muestra como elemento clave para desarrollar la alfabetización estadística, en concreto, de los futuros maestros, y cómo incide Espinel et al. (2009), la utilización de ilustraciones provenientes de los medios de comunicación podría usarse en el aula. En la misma línea, investigaciones previas como la de Warner (2000) y Contreras et al. (2017), abordan mediante la utilización de gráficos estadísticos sesgados, la evaluación de distintos aspectos de la alfabetización estadística.

En cualquier caso, queda manifiesta la no evaluación por parte del alumnado del Grado de Primaria del contenido matemático que contienen las imágenes estudiadas, así como de la conveniencia de títulos y etiquetas que en ellas se muestran. Ello podría indicar la falta, no sólo del conocimiento didáctico del contenido, al no ser conscientes de las limitaciones que pueden mostrar ciertos objetos matemáticos en su enseñanza, sino del desconocimiento del contenido que se examina en cuanto a elementos o componentes estructurales se refiere. Esto conlleva una interpretación incorrecta de la información presentada, es decir, a no tener la alfabetización funcional en cuanto a información estadística se refiere.

Así, considerando lo previamente expuesto y dado que la detección de errores y sesgos de los gráficos estadísticos es parte de la alfabetización estadística que se espera resultante de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007), se cree necesario un refuerzo educativo de los profesores en formación que les habilite para su correcta enseñanza. Esta labor permitirá, no solo el desarrollo pleno de los futuros maestros como ciudadanos en la sociedad, capaces de debatir y argumentar sus opiniones respecto a información basada en datos, sino también, mediante la transferencia de dicho conocimiento, promover dicha capacidad en su futuro alumnado; formar ciudadanos estadísticamente cultos desde la escuela.

Finalmente, si bien se consideran muy relevantes los resultados de los análisis exploratorios llevados a cabo para la investigación en didáctica de la estadística y aunque el número de participantes es realmente elevado, se es consciente de que el muestreo realizado no permite la generalización de los resultados obtenidos. Por ello, se considera pertinente futuras investigaciones que, bien considerando otras muestras (ya que lo usual es el uso de muestras no probabilísticas por su disposición) o, si fuese posible, mediante técnicas de muestreo especializadas, o bien mediante el estudio de otros objetos utilizados para la visualización de la información basada en datos, aborden el futuro de la enseñanza y aprendizaje de la estadística como parte fundamental del desarrollo de la persona como ciudadano activo en la sociedad.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Aguilar, A., Carreño, E., Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L., Escudero, D., Flores, E., Flores, P., Montes, M. y Rojas, N. (2013). El conocimiento especializado del profesor de matemáticas: MTSK. *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, VII CIBEM* (pp. 5063-5069). Sociedad de Educación Matemática Uruguay
- Arteaga, P., Batanero, C. y Contreras, J. M. (2011). Gráficos estadísticos en la educación primaria y la formación de profesores. *Indivisa - Boletín de Estudios e Investigación*, 12, 123-132.

- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, J. M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 76, 55-67.
- Batanero, C. (2002). Los retos de la cultura Estadística. *Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística*. Buenos Aires, 2002. Conferencia inaugural. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/~batanero>.
- Cassany, D. (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona, España: Anagrama.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. En *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207-216). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D., Rodríguez-Pérez, C. y Arteaga, P. (2017). Funciones semióticas críticas en el uso de diagramas de barras por los medios de comunicación. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing Graph Comprehension. Elementary and Middle School Activities*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Espinel, M., González, M., Bruno, A. y Pinto, J. (2009). Las Gráficas Estadísticas. En L. Serrano (Ed.), *Tendencias actuales de la investigación en Educación Estocástica* (pp. 57-74). Universidad de Granada.
- Frankenstein, M. (1998). Reading the World with Math: Goals for a Critical Mathematical Literacy Curriculum. En E. Lee, D. Menkart, M. Okazawa-Rey (Eds.) *Beyond Heroes and Holidays: A Practical Guide to K-12 Anti-Racist, Multicultural Education and Staff Development*. Network of Educators on the Americas.
- Friel, S. N., Curcio, F. R. y Bright, G. W. (2001). Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), 124-158.
- Gal, I (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities.

- International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Godino, J.D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31.
- Kosslyn, S. M. (1985). Graphics and human information processing. *Journal of the American Statistical Association*, 80(391), 499-512.
- Makar, K. y Fielding-Wells, J. (2011). Teaching teachers to teach statistical investigations. In *Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education* (pp. 347-358). Springer, Dordrecht.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre*, por el que se establece la estructura de bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2014a). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias, esp.*, 4787-4792.
- Nikiforidou, Z., Lekka, A. y Pange, J. (2010). Statistical literacy at university level: the

- current trends. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 795-799.
- Orcutt, J.D. y Turner, J.B. (1993). Shocking numbers and graphic accounts: Quantified images of drug problems in the print media. *Social Problems*, 40(2), 190-206.
- Pfannkuch, M. y Ben-Zvi, D. (2011). Developing teachers' statistical thinking. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education*. Springer.
- Powsner, S. M. y Tufte, E. R. (1997). Summarizing clinical psychiatric data. *Psychiatric Services*, 48(11), 1458-1460.
- Schild, M. (2002). Three kinds of statistical literacy: what should we teach. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*, CD-ROM. Cape Town, South Africa: International Association for Statistical Education, South African Statistical Association and International Statistical Institute.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Sutherland, S. y Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics education research journal*, 16(1), 26-30.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of research. En D. A. Grows (Ed.), *Handbook on Mathematics Teaching and Learning* (p. 127-146). Macmillan.
- Tufte, E. R. (1997). *Visual explanations: Images and quantities, evidence and narrative*. Graphics Press.
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2nd Ed.). Graphics Press.
- Wainer, H. (2000). *Visual revelations: Graphical tales of fate and deception from Napoleon Bonaparte to Ross Perot*. Erlbaum.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107-121). IOS Press and The International Statistical Institute.

Estudio 7⁷. Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Ruz, F. y Contreras, J. (en revisión). Análisis de la transnumeración como evidencia de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria

Resumen

La transnumeración, entendida como el cambio de sistemas de representación para generar nuevos conocimientos, es parte fundamental de la alfabetización estadística deseable como resultado de la escolarización. Debido a que su práctica profesional respecto a la educación estadística dependerá del razonamiento estadístico presente de los futuros profesores de Educación Primaria, vemos necesaria una evaluación que indique si es pertinente un refuerzo educativo en su formación actual. En este trabajo se evalúa la alfabetización estadística mediante el análisis de la transnumeración en una muestra de 653 futuros profesores de Educación Primaria, a la hora de representar la información, facilitada mediante unos gráficos simples sesgados y extraídos de varios medios de comunicación a una tabla, otro gráfico, y otra presentación de los datos que facilite su interpretación. Los resultados obtenidos inciden en la pertinencia de un refuerzo educativo que ayude a estos futuros profesionales a entender las representaciones intuitivas que facilitan la comprensión de la información y realizar el cambio entre las opciones de presentación de los datos disponibles, destacando la información estadística presente en estas.

Palabras clave: Formación de profesores, cultura estadística, transnumeración, Educación Primaria.

⁷ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

Abstract

Transnumeration, understood as the change of representation systems to generate new knowledge, is a fundamental part of the desirable statistical literacy as a result of schooling. Because their professional practice regarding statistical education will depend on the statistical reasoning present in prospective teachers of Primary Education, we see a need for an evaluation that indicates whether an educational reinforcement is relevant in their current training. In this work, statistical literacy is evaluated through the analysis of transnumeration in a sample of 653 prospective teachers of Primary Education, at the time of representing the information, provided through simple biased graphics and extracted from various media to a table, another graph, and another presentation of the data that facilitates its interpretation. The results obtained affect the relevance of an educational reinforcement that helps these future professionals to understand the intuitive representations that facilitate the understanding of the information and make the change between the available data presentation options, highlighting the statistical information present in these.

Keywords: Teachers training, statistical literacy, transnumeration, Primary Education.

Introducción

La construcción e interpretación de parámetros, gráficos y tablas estadísticas a partir de los datos es parte fundamental de la *alfabetización estadística*. Esta es definida por Wallman (1993) como la habilidad de entender y evaluar críticamente los resultados estadísticos que inundan nuestra vida diaria, unida a la habilidad de apreciar las contribuciones que el razonamiento estadístico puede hacer en público y en privado a las decisiones personales y profesionales. En este sentido, Pfannkuch y Wild (2004) identifican cinco componentes fundamentales relacionadas con el *pensamiento estadístico*, elemento interconectado con la alfabetización estadística, tales como: i) el reconocimiento de la necesidad de los datos, ii) la variación, iii) el razonamiento con modelos estadísticos, iv) la integración de lo estadístico y lo contextual, y v) la transnumeración.

En la identificación de las componentes del pensamiento estadístico, los autores relacionan el reconocimiento de la necesidad de los datos, con la comprensión de las distintas formas de trabajo y modos de representación que adopta la información estadística. Así pues, se ha explorado el fomento de la alfabetización estadística en base a su relación con el uso de las distintas formas de presentación de los datos (Agus et. al, 2015). En la misma línea, durante las últimas décadas, se ha observado que la aplicación de distintas ayudas visuales podría facilitar el razonamiento estadístico (Agnoli y Krantz, 1989; Garfield y Gal, 1999; Brase, 2009; Ridway, 2016), por lo que la representación de datos se ha convertido en una característica intrínseca del conocimiento estadístico. Además, el uso de distintas formas de representación, permite obtener nueva información que puede facilitar su interpretación (Wild y Pfannkuch, 1999) e identificar relaciones subyacentes. Por ejemplo, elaborar una representación gráfica a partir de una lista desordenada de datos, permite establecer las relaciones implícitas en ellos.

Uno de los elementos más importantes en la transnumeración son los elementos gráficos, sus sistemas de representación y el paso de uno a otro para generar conocimiento. En este sentido, Tversky (2001) identifica algunos principios que impulsan la comprensión de las representaciones gráficas y confirma que las ilustraciones son útiles durante el razonamiento estadístico para descargar la memoria. Además, Hegarty y Kozhevnikov (1999) confirmaron que la aplicación de tales ilustraciones esquemáticas, que representan asociaciones entre las variables, es útil para el logro de la resolución de problemas. En el mismo sentido, Lem et al. (2013) estudiaron el papel de la representación en la comprensión de los datos estadísticos, comparando diferentes tipos de representación en relación con la misma tarea. Los autores, inciden en que algunas indicaciones gráficas, a veces, pueden dar lugar a interpretaciones erróneas, centrando la atención en aspectos insignificantes del problema.

La importancia que tiene la representación de datos para el análisis de la información estadística, también se refleja en las normativas curriculares vigentes en distintos países, entre ellos España (MEC 2014a, 2014b). Así, en ellas se recoge el estudio de los distintos objetos estadísticos relacionados con la representatividad de los datos como parte fundamental de la alfabetización estadística, la cual se espera como resultado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007). Por tanto, en este sentido, dado que se han instruido en dicho marco curricular, los maestros en formación deben tener al menos los mismos conocimientos, estrategias y competencias que deben transferir en un futuro

a su alumnado. Sin embargo, la literatura en educación estadística muestra carencias de los futuros profesores en distintos aspectos de la alfabetización estadística deseable en cualquier ciudadano, tales como la interpretación crítica o el nivel de lectura gráfica (Molina-Portillo et al., 2020; Molina-Portillo et al., en prensa). De igual manera, en investigaciones previas que estudian la transnumeración de conceptos concretos tales como la variación en profesores de matemáticas (López-Huayhualla, 2017) se concluye que, si bien se llega a realizar tal conversión, esta no se lleva a cabo de una forma reflexiva.

Para apoyar el aprendizaje, los docentes necesitan información sobre las representaciones intuitivas de los alumnos, cómo alentarlos a considerar otras representaciones y cómo hacer transiciones de una representación a otra (Pfannkuch, 2008). Cooper y Shore (2010) afirman que los profesores deben formarse en la enseñanza de la estadística desde una perspectiva que no se limite solamente a la elaboración de tablas, gráficos y el cálculo de medidas de resumen sin comprender la relación que hay entre ellos. Por tanto, los profesores han de conocer cómo los alumnos tratan de construir significados desde los datos y qué tipo de representaciones producen cuando se enfrentan a una tarea basada en estos. Estrella y Olfos (2012) inciden en que estas cuestiones son analizadas desde técnicas transnumerativas pues los datos, las representaciones y el contexto en el que se integran, toman relevancia para comunicar los hallazgos. En el mismo sentido, Lee et al. (2014) señalan que, en muchas ocasiones, la transnumeración ocurre cuando los datos están representados de alguna manera que resalta cierto aspecto relacionado con el contexto, lo que puede proporcionar nuevos conocimientos sobre los datos.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se considera necesario el estudio de la transnumeración como parte del conocimiento estadístico que cualquier ciudadano debe tener como resultado de su escolarización. En concreto, los profesores en formación se perfilan como un grupo idóneo para estudiar tal resultado, así como para explorar la visión mediante la que transferirán dicha componente del pensamiento estadístico. Por tanto, se propone estudiar el nivel de alfabetización estadística en base a su relación con el uso de las distintas formas de representación de los datos, la transnumeración, a una tabla, otro gráfico, y otra presentación de los datos que facilite su interpretación, en una muestra de 653 futuros profesores de Educación Primaria.

Antecedentes

Pfannkuch y Wild (2004) describen la *transnumeración* como representaciones de datos cambiantes para engendrar comprensión, capturar las características de una situación real y comunicar mensajes presentes en los datos. La noción de transnumeración es extremadamente importante ya que, entre otras cosas, las nuevas tecnologías incorporan la interacción dinámica como una forma de trabajar en entornos de software que fomentan la manipulación de datos y representaciones de estos (Fitzallen y Watson, 2014).

Chick (2004) creó un marco de transnumeración cuyo objetivo es encontrar y mostrar el comportamiento de los datos. Cada técnica transnumerativa propuesta por Chick involucra algún cambio en la representación, ya sea, creando una nueva variable, organizando los datos en forma diferente, o representándolos en una forma visual. El marco de transnumeración está compuesto por las siguientes técnicas:

- *Ordenamiento*: Los datos se ordenan por algún criterio. No surgen nuevas variables.
- *Agrupamiento*: Los datos se agrupan de acuerdo a algún criterio. Esto crea una nueva variable. El cambio de variable puede involucrar de antemano un tipo de transnumeración.
- *Selección de subconjunto*: Un subconjunto de datos se selecciona para obtener más comprensión.
- *Cambio de tipo de variable*: Una variable numérica se piensa en términos categóricos o una variable categórica se piensa en términos numéricos u ordinales.
- *Cálculo de frecuencia*: Las frecuencias de ocurrencia de valores de una variable categórica. Crea una nueva variable.
- *Cálculo de proporción*: Proporciones, fracciones en relación al todo. Esto crea una nueva variable. Algunas o todas las variables en los datos (en su forma presente) son graficadas o tabuladas.
- *Graficación / Tabulación*: Algunas o todas las variables en los datos (en su forma presente) son graficadas o tabuladas.

- *Cálculo de tendencia central*: Una medida de tendencia central (p.e., la media) para una variable. Puede crear una nueva variable.
- *Cálculo de medidas de dispersión*: Alguna medida de dispersión de los valores asociado con una variable numérica. Puede crear una nueva variable.
- *Otros cálculos*: Término genérico, reconocer que son posibles otros cálculos estadísticos sobre los datos (por ejemplo, la suma, coeficientes de correlación, etc.).

Chick et al. (2005), señalan que, para entender una representación a partir de unos datos de situaciones reales, es necesario un pensamiento transnumerativo, el cual ocurre por medio de las siguientes etapas: i) *captación de los datos del mundo real*, asegurando la corrección de la información y su recogida, utilizando medidas que permitan un análisis significativo; ii) *reorganización y cálculo a partir de los datos*, tomando resultados del conjunto de ellos y buscando el mensaje que encierra, y iii) *comunicación de los datos* mediante alguna representación que sea convincente. Cada fase se puede alcanzar partiendo de una representación gráfica o mediante el aporte de un conjunto de valores representativos. Los autores afirman que la transnumeración entra en juego en la segunda fase, implicando la organización y el resumen de los datos, reconociendo que muchas representaciones son necesarias para la comprensión de una situación real. En el mismo sentido, Batanero et al. (2013) contemplan tres tipos de transnumeración: i) al partir de la medida que “captura” las cualidades o características del mundo real, ii) al pasar de los datos brutos a una representación tabular o gráfica que permita extraer sentido de los mismos, y iii) al comunicar el significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros.

Para Estrella y Olfos (2015) el proceso de transnumeración revela el sentido de organizar los datos para obtener información. Por ejemplo, tabular los datos requiere determinar la presentación de datos con claridad, lo que involucra realizar una abstracción de las variables cuantitativas y cualitativas desde el contexto para construir una tabla, evidenciar el uso de las técnicas de agrupamiento, el cálculo de las frecuencias y la tabulación. Por tanto, se esperaría que los alumnos con pensamiento transnumerativo notasen patrones al observar o en el proceso de interpretar dicha tabla. Según estos, reconocer las técnicas transnumerativas permite tener herramientas para formar alumnos estadísticamente cultos, que usen las representaciones para buscar la comprensión a

través de los datos, y ayuda al profesor a valorar los procesos con el fin de profundizar en la comprensión y desarrollar un pensamiento estadístico. En el mismo sentido, los autores señalan que este proceso incluye diferentes técnicas, tales como: i) reclasificación de los datos, ii) cálculo de valores representativos de los datos agrupados de una variable y iii) representación de los datos en bruto o transformados en tablas o gráficos.

El concepto de transnumeración es modificado por ciertos autores, añadiendo otros elementos básicos de la alfabetización estadística. Por ejemplo, English y Watson (2018) refieren la transnumeración al papel específico que desempeña el contexto en una investigación estadística, donde se buscan diferentes enfoques para encontrar y transmitir el significado de los datos. Destacan también el importante papel de la transnumeración en la interpretación y comprensión de los datos dentro de un contexto dado.

Metodología

Según Gal (2002), una persona debiera poder interpretar críticamente los datos estadísticos que encuentra en su vida diaria. Esto supone no sólo la lectura literal de ellos, sino también conocer los convenios de construcción de los diferentes tipos de parámetros, gráficos y tablas estadísticas, y ser capaz de construirlos e interpretarlos correctamente. Así, en el modelo de alfabetización estadística que propone, adoptado en la presente investigación, los conceptos y objetos estadísticos involucrados forman parte de una componente relacionada con los elementos de conocimiento, la denominada como *destrezas estadísticas*.

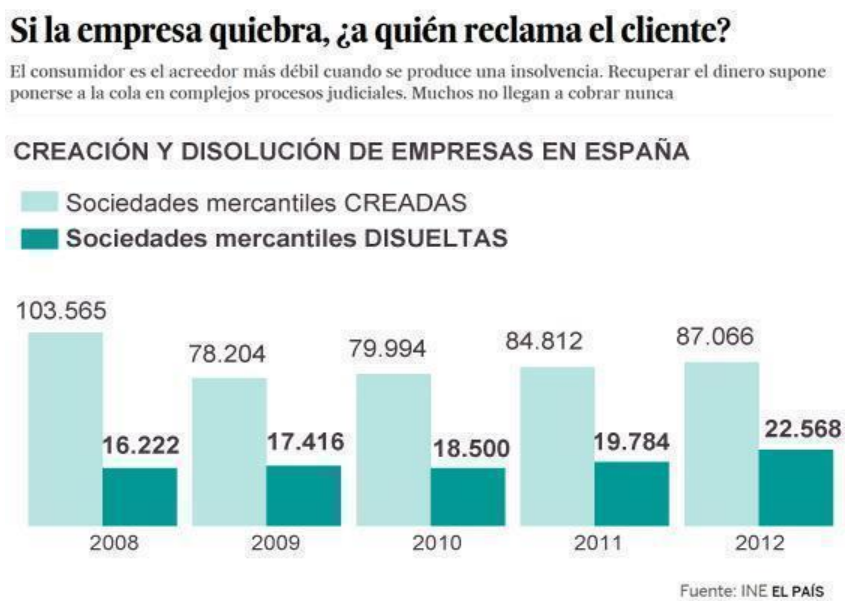
Además, se considera que uno de los elementos más importantes en la transnumeración son los gráficos estadísticos, sus sistemas de representación, así como el paso de uno a otro para generar conocimiento. Por tanto, para evaluarla como parte de la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, se ha optado por utilizar gráficos sustraídos de los medios de comunicación ya que, como señala Watson (1997), los medios de comunicación proporcionan ejemplos (titulares, datos, gráficos o tablas) que podrían servir para relacionar la estadística y la probabilidad con los eventos cotidianos.

Esta investigación forma parte de un estudio integral sobre la alfabetización estadística observada en una muestra de estudiantes del Grado de Educación Primaria de

la Universidad de Granada. En concreto, el estudio considera 653 profesores en formación que, durante el periodo 2018-2019, cursan dicha titulación. De ellos se conoce que han cursado, además de la formación obligatoria de estadística descrita en las normativas curriculares (MEC 2006a; 2006b; 2007; 2014a; 2014b), dos asignaturas relacionadas con la matemática y su didáctica, si bien el tiempo que en ellas se dedica a la enseñanza y aprendizaje de estadística no alcanza las dos semanas. Como instrumento de recogida de información se utiliza un cuestionario específico diseñado y validado para tal fin (Contreras et al., 2017; Molina-Portillo et al., 2017). El cuestionario resultante, está constituido por un conjunto de cinco noticias que utilizan gráficos estadísticos simples (Figura 7.1 - 7.5), creados de forma sesgada o incorrecta por algún medio de comunicación tales como la prensa y la televisión. Con ellas se pretende evaluar todas las componentes de la alfabetización estadística propuestas por Gal (2002), en base a su evaluación en los gráficos estadísticos elementales: un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un pictograma. Por tanto, las tareas a realizar ponen en juego tanto los elementos de conocimiento como los elementos disposicionales propuestos en dicho modelo. Los gráficos elegidos se presentan a continuación:

Figura 7.1

Gráfico de barras adosadas. Número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España entre los años 2008 y 2012.



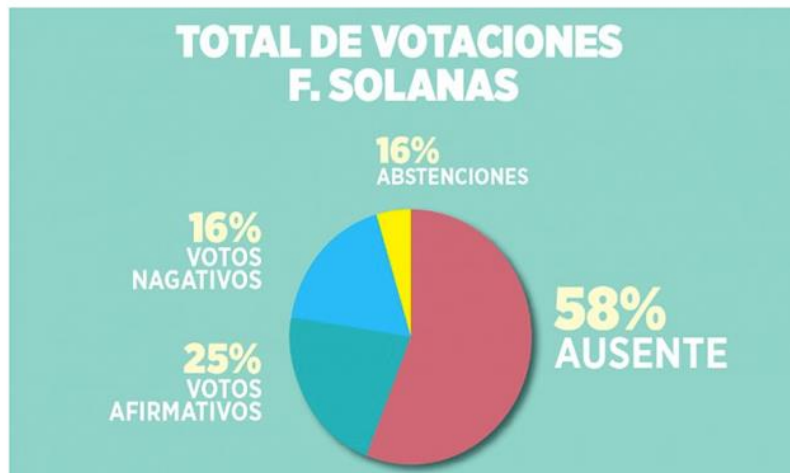
Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

Figura 7.2

Gráfico de sectores. Votaciones realizadas por un político durante su mandato.

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by viamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

Figura 7.3

Gráfico de líneas. Hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014



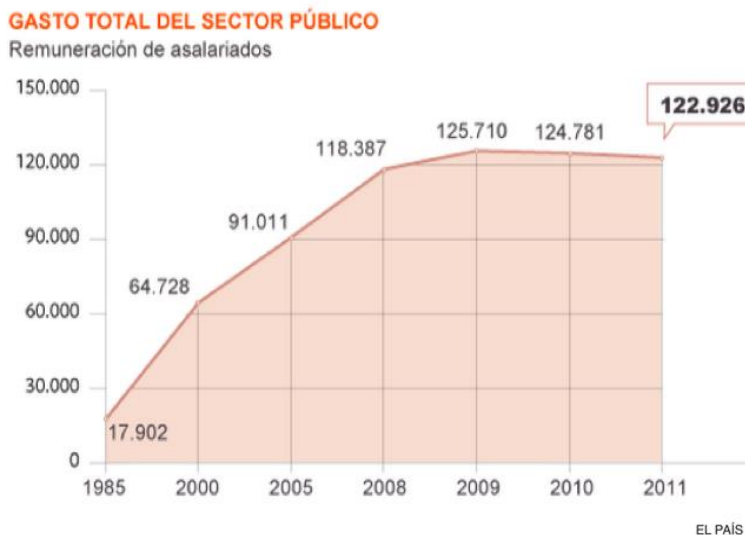
Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas

Figura 7.4

Gráfico de áreas. Gasto total del sector público en remuneración de asalariados desde 1985 a 2011.

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta
 Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010
 Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT



Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

Figura 7.5

Pictograma. Venta anual de vinos españoles en siete países. Periodo 2006-2008.



Nota. Noticia extraída del diario El Economista

Concretamente, para evaluar la destreza estadística mostrada en el proceso de transnumeración por parte de los participantes, siguiendo el marco propuesto por Chick (2004), para cada una de las noticias se les pidió a los futuros profesionales de Educación Primaria que realizarán las siguientes tareas:

1. Representa la información usando una tabla.
2. Representa la información usando un gráfico que consideres apropiado. Justifica la elección.
3. Indica de qué otra manera (diferente a las anteriores), y cómo, se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

En los términos descritos por la autora, el *primer ítem* involucra un cambio en la representación que conlleva una reorganización de los datos en una forma diferente. En esta tarea se solicita que se realice una tabla de frecuencias en la que se muestre la información presente en cada una de las gráficas estudiadas. Ya en esta primera actividad, los participantes deben percibir los sesgos en cada una de las representaciones mostradas. Así, en la Figura 7.1, Figura 7.3 y Figura 7.5 se ha de notar que el formato tabular de los datos debe corresponder con el valor numérico que se presenta en la imagen, percibiendo la ausencia del eje de ordenadas y la no proporcionalidad de la representación de cada una de las variables mostradas. Además, en la última de estas imágenes se debe observar la no secuenciación de los años en el eje de abscisas que puede dar lugar a errores en la asignación de los valores numéricos. En la Figura 7.2, al construir la tabla estadística debe quedar manifiesto el hecho de que los porcentajes presentados suman más del 100%. De igual manera, en la Figura 7.4 se debe percibir la utilización de intervalos de igual amplitud referidos a distintos periodos de tiempo.

El *ítem 2* implica una visualización gráfica diferente de los datos que se muestran, es decir, se pretende que los participantes representen la misma información utilizando un gráfico distinto al proporcionado, que sea apropiado para la variable en estudio, donde además puedan corregir sesgos y errores de las representaciones originales (Figuras 7.1-7.5).

Finalmente, en el último de los ítems (*ítem 3*), el marco de transnumeración adoptado conlleva el uso de alguna o varias de las técnicas descritas en él, tales como agrupamiento, cambio de tipo de variable, cálculo de medidas y/o determinando las tendencias presentes.

En la presente investigación se ha realizado un análisis descriptivo de las respuestas a las tareas propuestas a los profesores en formación. Para ello se ha categorizado el tipo de respuesta como *respuesta correcta* (notada por 2) o *respuesta incorrecta* (notada por 0). En este sentido se debe precisar que se ha considerado respuesta correcta aquella en la que, bien identificando explícitamente los sesgos que presentan las imágenes suministradas o bien haciéndolo de forma implícita, se ha realizado una conversión adecuada de la información. En cambio, para estudiar detalladamente los errores cometidos, se establecen las siguientes subcategorías para las respuestas incorrectas:

0.1 *Realiza incorrectamente la transnumeración.* Esta subcategoría engloba al alumnado que no es capaz de establecer los elementos estructurales de la tabla (ítem 1), del gráfico (ítem 2) o determinar la posición de los elementos que lo componen (ítem 1 y 2). Asimismo, considera a aquellos que, si bien son capaces de proponer sistemas de representación diferentes al tabular y gráfico ya analizados, dichas nuevas representaciones no permiten adquirir conocimiento, debido a que se ha realizado incorrectamente o a que lo propuesto no se puede deducir de los datos representados en el gráfico original (ítem 3).

0.2 *No realiza la transnumeración solicitada.* En esta subcategoría, el error consiste en usar el mismo gráfico que se proporciona o simplemente identificar y sugerir un gráfico distinto y válido para representar tal información, pero sin llegar a realizarlo (ítem 2). En el ítem 3 se constata esta cuando se incide en representar la información, de nuevo, en forma tabular o gráfica, es decir, no se contempla otra forma posible de representación distinta a las ya planteadas.

0.3 *No contesta.* Se considera esta subcategoría debido a que en las tres tareas hay un porcentaje de no respuesta para alguno o varios de los gráficos propuestos.

Como parte de este análisis descriptivo, tras analizar las frecuencias por tipo de respuesta, mediante la asignación de 0 o 2 puntos, para respuestas incorrectas y correctas, respectivamente, se ha obtenido la *puntuación media de los ítems* del cuestionario y su *dispersión*, para cada gráfico estudiado. De igual forma se calcula también una *puntuación media total del ítem*, considerando la suma de las notas obtenidas para cada uno de dichos gráficos, y una *puntuación global para la transnumeración*, considerando el promedio de la puntuación media total para cada ítem.

Además, se ha realizado un análisis de correlaciones para escalas ordinales utilizando el *coeficiente Tau-b de Kendall*. Este coeficiente, no paramétrico, permite estudiar la asociación, positiva o negativa, entre las puntuaciones obtenidas en una misma tarea en función del gráfico objeto de estudio. Para ello se establece como hipótesis nula la no existencia de correlación entre las puntuaciones obtenidas en la resolución de una tarea para los distintos gráficos, con un nivel de significación del 0,05. En esencia, se estudia si existe relación entre el tipo de respuesta proporcionada en función del gráfico primario para la transnumeración a formato tabular, a otro gráfico y otro formato distinto.

Por otro lado, teniendo en cuenta la puntuación otorgada a las respuestas incorrectas y respuestas correctas, se ha calculado el *índice de dificultad* (Morales, 2009) para cada uno de los ítems. Para ello ha sido necesario determinar el alumnado que se considera como estudiantes de bajo rendimiento, y aquel otro que se definirá como de alto rendimiento. Esto es posible mediante el cálculo para cada uno de los ítems del percentil 25 (P_{25}) y el percentil 75 (P_{75}), respectivamente. Estos valores también se utilizan para el cálculo del *índice de discriminación*, expresando así cuando, en la realización de una misma tarea, la utilización de un gráfico estadístico produce o no una discriminación apropiada entre el alumnado de ambos grupos.

Finalmente, complementando al análisis previo, se ha realizado el *contraste de hipótesis t de igualdad de medias para muestras independientes* entre los grupos con puntuaciones inferiores al P_{25} y superior al P_{75} . Este test permite comprobar si para cada ítem existen diferencias significativas entre los estudiantes de bajo rendimiento (con puntuación final inferior o igual al P_{25}) y el alumnado de alto rendimiento (con puntuación final igual o superior a P_{75}).

Resultados

El análisis de las respuestas aportadas por los futuros profesores de Educación Primaria (Figura 7.6) muestra un razonamiento transnumerativo excelente en la transición de la información aportada mediante un gráfico estadístico a un formato tabular (*ítem 1*). En esta tarea, los participantes alcanzan un porcentaje de respuesta correcta superior al 90% en todos los gráficos, excepto en el diagrama de líneas que, debido al porcentaje de no respuesta, bajó al 81%. No obstante, hay que notar que prácticamente la totalidad de

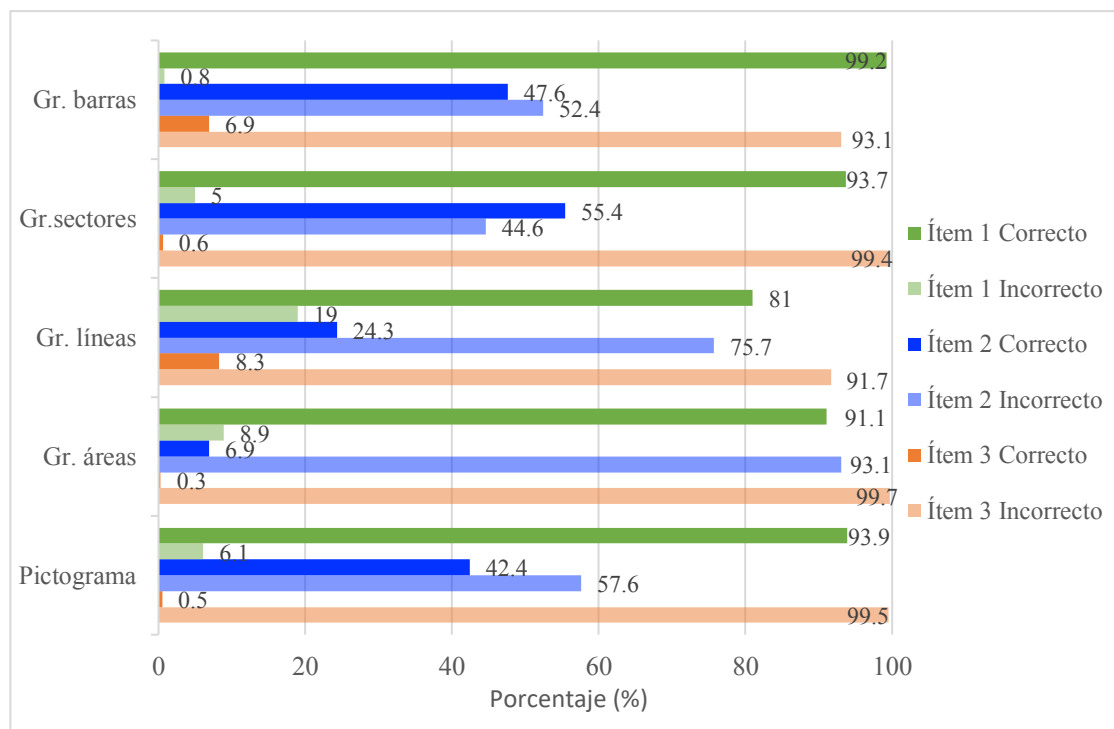
respuestas correctas se producen sin indicar explícitamente los errores o sesgos que se dan en los gráficos iniciales.

Por otro lado, en la representación de la información utilizando un gráfico distinto al proporcionado (*ítem 2*), los resultados muestran una alta dificultad para encontrar qué tipo de gráfico estadístico es apropiado para el tipo de variable estadística proporcionada en cada una de las noticias. En el caso de las respuestas correctas destaca el uso, únicamente, de tres tipologías de gráfico (barras, sectores y líneas). El diagrama de barras cuenta con el 36% de respuestas correctas a la hora de representar la información publicada en el diagrama de sectores (identificando el sesgo de que los porcentajes suman más de 100%), y con un 35% cuando se transnumera la proporcionada por el pictograma. Por el contrario, el gráfico de barras adosadas se transforma predominantemente en un gráfico de líneas para la realización de la actividad (29%).

No obstante, los peores resultados se observan al identificar otra forma, distinta de la representación gráfica y tabular, que permita analizar los datos y obtener conclusiones (*ítem 3*). Esta actividad ni siquiera alcanza un 1% de respuestas correctas en tres de los gráficos de estudio (diagrama de sectores, de áreas y pictograma), y para el gráfico de barras y líneas apenas alcanza el 7% y 8%, respectivamente. En el caso del diagrama de barras, la mayoría de las respuestas correctas hacen referencia a la creación de una variable alternativa (diferencia entre empresas creadas y disueltas) que representa a las dos variables presentes en el gráfico. Por otro lado, en el caso del diagrama de líneas, la única transnumeración considerada es aquella en la que se crea una variable que muestra la diferencia entre la frecuencia de hipotecas constituidas en los periodos donde se tiene algún valor numérico representado.

Figura 7.6

Porcentaje de tipología de respuesta a cada tarea según el gráfico utilizado



Fuente: elaboración propia

El análisis descriptivo de los errores (Tabla 7.1), muestra para el cambio a un formato tabular (*ítem 1*), que siendo muy pocas respuestas incorrectas, en el caso del diagrama de sectores la mayoría de los fallos se producen por estimar los valores a partir de la proporcionalidad geométrica al, supuestamente, detectar los sesgos o, en el caso del diagrama de líneas, por estimar posibles valores aproximados e incorrectos cuando no se proporciona la frecuencia en el gráfico inicial. En base a esta característica, destaca también el alto porcentaje de no respuesta en dicho gráfico, un 16%.

En el caso de realizar la transnumeración de gráfico a gráfico (*ítem 2*), excepto para la noticia presentada mediante el pictograma, prevalece la subcategoría de error ‘0.2 no realizar la transnumeración solicitada’. Este hecho principalmente se produce porque no se identifican los sesgos presentes en los gráficos originales, por lo que se consideran correctos sin proponer otros posibles, o también porque se sugiere otro tipo de gráfico, pero no se llega a realizar. Destacan en este caso el gráfico de líneas y de áreas, con un 40% y 47%, respectivamente. Las incorrecciones en la realización de la transnumeración (*subcategoría 0.1*) radican en representar los valores mediante gráficos sesgados, ya sea porque presentan errores estructurales (falta de ejes o etiquetas, uso inapropiado de

elementos especificadores, etc.) o porque no se puede utilizar el gráfico propuesto con el tipo de variable estudiada (por ejemplo, representar los valores del gráfico de sectores mediante un gráfico de líneas o representar la información del diagrama de líneas o el diagrama de áreas mediante un gráfico de sectores).

Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, la conversión de la información que aparece en el gráfico a otro tipo de representación (*ítem 3*) es la que presenta los porcentajes más altos de error para todos los gráficos estudiados. Por subcategorías es prácticamente igual de frecuente proponer una representación incorrecta (*subcategoría 0.1*, en torno al 50% de las respuestas) como no identificar una forma diferente de presentar los datos distinta a la tabular o gráfica (*subcategoría 0.2*, entre el 32% y 40% de las respuestas dadas).

Tabla 7.1

Análisis de categorías del tipo de respuestas para cada una de las tareas. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de respuestas en cada tarea

	Error	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gráfico-tabla	0.1	3(0,5)	33(5,0)	17(2,6)	5(0,8)	5(0,8)
Ítem 1	0.2	--	--	--	--	--
	0.3	2(0,3)	--	107(16,4)	53(8,1)	35(5,4)
Gráfico-gráfico	0.1	109(16,7)	61(9,3)	235(36,0)	242(37,1)	271(41,5)
Ítem 2	0.2	226(24,7)	230(35,3)	259(39,7)	306(46,9)	37(5,7)
	0.3	7(1,1)	--	--	60(9,2)	68(10,4)
Gráfico-otra	0.1	347(53,1)	353(54,1)	322(49,3)	341(52,2)	331(50,7)
Ítem 3	0.2	223(34,2)	264(40,4)	211(32,3)	249(38,1)	235(36,0)
	0.3	38(5,8)	32(4,9)	66(10,1)	61(9,3)	84(12,9)

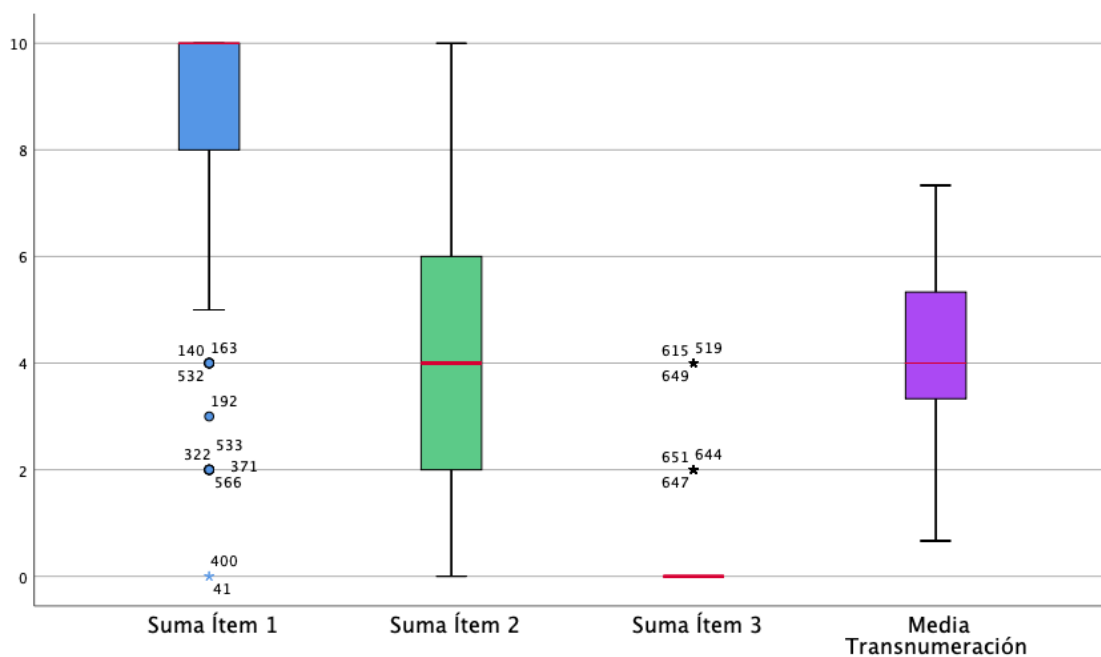
Nota. Tipología de error: 0.1 Realiza incorrectamente la transnumeración; 0.2 No realiza la transnumeración solicitada; 0.3 No contesta

En concordancia con los resultados del análisis de frecuencias, el consecuente análisis descriptivo incide en que los mejores resultados se han obtenido en el *primer ítem*, con una *puntuación media* superior a 1,62 (sobre 2) para cada gráfico de estudio, y con una *puntuación media total* de 9,2 (sobre 10), obteniendo una nota total superior a 8

(Figura 7.7) en el 75% de los futuros profesores. En el *segundo ítem*, la *puntuación media* obtenida para cada gráfico se reduce considerablemente, siendo todas inferiores a la media obtenida para el diagrama de sectores, un 1,1 (sobre 2), y siendo la más baja la obtenida para el diagrama de áreas, con un 0,14. La *puntuación media total* para esta actividad tiene un valor de 3,53, y una mediana de 4 sobre 10, lo cual indica que el 50% de los participantes responden correctamente como mucho solo en dos de los cinco gráficos de estudio. En particular, solo un 1,4% de los participantes realizan esta transnumeración de forma correcta en todos los gráficos presentados. Para el *tercer ítem*, los resultados para todos los gráficos tienen una *puntuación media* inferior a 0,17 (sobre 2), obtenida esta para el gráfico de líneas, e igual a 0,01 para el diagrama de sectores, áreas y pictograma. Esto conlleva una *puntuación media total* de 0,33 (sobre 10), evidenciándose que prácticamente la totalidad de los participantes no responden correctamente a este ítem en ninguno de los gráficos de estudio y, siendo muy pocos los que lo logran realizar en uno o dos de los gráficos presentados. Finalmente, la *puntuación global para la transnumeración* es inferior o igual a 4 puntos para el 50% de los participantes, siendo superior a 5 puntos solo para algo más del 25%.

Figura 7.7

Puntuación media total para cada tarea y puntuación global para transnumeración



Fuente: elaboración propia

El *coeficiente Tau-b de Kendall* para analizar las correlaciones entre escalas ordinales (Tabla 7.2) nos indica que se rechaza la hipótesis nula de no existencia de correlación en la resolución de la tarea propuesta en el *ítem 1* para los distintos gráficos. En otras palabras, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe correlación en el tipo de respuesta para la transnumeración a forma tabular entre los distintos gráficos, si bien los coeficientes de correlación (Tau-b) nos indican que todas son bajas (entre 0,2 y 0,4) o muy bajas (menores que 0,2). Aunque bajas, destaca entre las de mayor magnitud (entre 0,21 y 0,31) la correlación entre el gráfico de sectores con cualquier otro gráfico estudiado en la resolución de la actividad, si bien la más alta se produce entre el diagrama de líneas y el de áreas (0,36). Esta característica del diagrama de sectores desaparece en el análisis de correlación tanto en las respuestas al *ítem 2* como al *ítem 3*, garantizándose la no correlación entre dicho diagrama y otro tipo de gráfico, a excepción de la que se produce con el diagrama de barras. Además, para el *ítem 2* tampoco hay correlación entre el diagrama de áreas y el pictograma, si bien se mantienen el resto de correlaciones con magnitud muy baja, o baja en el caso del gráfico de líneas y el pictograma. Para el *ítem 3* solo se mantiene una correlación baja entre el gráfico de barras con el gráfico de sectores (0,21), o con el gráfico de líneas (0,20).

Tabla 7.2

Correlaciones Tau-b de Kendall según el tipo de respuesta para los distintos gráficos en cada tarea

			Gr. barras	Gr.sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma	
Ítem 1	Gr. barras	Tau-b	--	0,211	0,092	0,158	0,124	
		p-valor	--	0,000	0,019	0,000	0,002	
	Gr. sectores	Tau-b	--	--	0,312	0,277	0,272	
		p-valor	--	--	0,000	0,000	0,000	
	Gr. líneas	Tau-b	--	--	--	0,357	0,088	
		p-valor	--	--	--	0,000	0,025	
	Gr. áreas	Tau-b	--	--	--	--	0,302	
		p-valor	--	--	--	--	0,000	
	Pictograma	Tau-b	--	--	--	--	--	
		p-valor	--	--	--	--	--	
	Ítem 2	Gr. barras	Tau-b	--	0,133	0,145	0,104	0,168

		p-valor	--	0,001	0,000	0,008	0,000
	Gr. sectores	Tau-b	--	--	-0,008	0,061	0,065
		p-valor	--	--	0,834	0,117	0,097
	Gr. líneas	Tau-b	--	--	--	0,113	0,221
		p-valor	--	--	--	0,004	0,000
	Gr. áreas	Tau-b	--	--	--	--	0,036
		p-valor	--	--	--	--	0,363
	Pictograma	Tau-b	--	--	--	--	--
		p-valor	--	--	--	--	--
Ítem 3	Gr. barras	Tau-b	--	0,211	0,204	-0,015	-0,018
		p-valor	--	0,000	0,000	0,700	0,637
	Gr. sectores	Tau-b	--	--	-0,024	-0,004	-0,005
		p-valor	--	--	0,547	0,912	0,892
	Gr. líneas	Tau-b	--	--	--	-0,017	-0,020
		p-valor	--	--	--	0,671	0,602
	Gr. áreas	Tau-b	--	--	--	--	-0,004
		p-valor	--	--	--	--	0,923
	Pictograma	Tau-b	--	--	--	--	--
		p-valor	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Los *índices de dificultad y discriminación* calculados para cada tarea sobre cada uno de los gráficos de estudio (Tabla 7.3) subrayan los resultados observados en el análisis descriptivo, si bien permiten un análisis más pormenorizado. Así para el cambio de representación gráfica a tabular (*ítem 1*), y en línea con lo anterior, el muy alto índice de dificultad obtenido indica que la respuesta ha resultado fácil al profesorado en formación, si bien destaca el hecho de que la actividad discrimina mejor entre alumnado de alto y bajo rendimiento en el gráfico en el que resulta algo más compleja su realización (menor índice de dificultad), el gráfico de líneas. Esto último no se observa para la obtención de otro gráfico (*ítem 2*), mostrando distintos grados de dificultad para la tarea según el gráfico original (entre dificultad media para el gráfico de sectores y muy elevada para el gráfico de áreas), y discriminando mejor la realizada sobre los gráficos primarios que no han resultado tan difíciles, el gráfico de barras y el pictograma. Finalmente, tal como se deducía del análisis descriptivo, la reorganización de la información en un

formato distinto al tabular y gráfico (*ítem 3*), ha resultado una actividad muy compleja, casi imposible, a los participantes en el estudio. Muestra de ello son los índices de dificultad obtenidos, con una magnitud de prácticamente 0 o, en el mejor de los casos, inferior a 0,1 (para el diagrama de líneas y de barras), siendo estos los únicos casos en los que esta actividad discrimina de forma muy moderada.

Tabla 7.3

Índices de dificultad y discriminación para cada ítem según el gráfico estudiado

		I. dificultad	I. discriminación
Ítem 1	Gr. barras	0,99	0,03
	Gr. sectores	0,94	0,20
	Gr. líneas	0,81	0,71
	Gr. áreas	0,91	0,33
	Pictograma	0,94	0,23
Ítem 2	Gr. barras	0,43	0,75
	Gr. sectores	0,50	0,53
	Gr. líneas	0,26	0,55
	Gr. áreas	0,08	0,18
	Pictograma	0,39	0,72
Ítem 3	Gr. barras	0,069	0,49
	Gr. sectores	0,006	0,04
	Gr. líneas	0,083	0,59
	Gr. áreas	0,003	0,02
	Pictograma	0,005	0,03

Fuente: elaboración propia

Los *contrastos de hipótesis t de igualdad de medias para muestras independientes* entre los grupos de bajo y alto rendimiento (Tabla 7.4) ponen de manifiesto que existen diferencias significativas entre ambos grupos en las dos primeras tareas, para todos los gráficos estudiados. Sin embargo, en la actividad de transnumeración a un formato distinto al tabular y gráfico (*ítem 3*), existen diferencias significativas entre los grupos de alto y bajo rendimiento cuando se realiza el ejercicio sobre el gráfico de barras, de sectores y sobre el de líneas, no observándose tales diferencias en la tarea sobre el resto de los gráficos analizados.

Tabla 7.4Contraste de hipótesis T para muestras independientes P₂₅-P₇₅

	Ítem 1		Ítem 2		Ítem 3	
	t	p-valor	t	p-valor	t	p-valor
Gr. barras	-2,262	0,025	-24,093	0,000	-9,334	0,000
Gr. sectores	-6,423	0,000	-13,102	0,000	-2,034	0,045
Gr. líneas	-20,713	0,000	-13,438	0,000	-11,372	0,000
Gr. áreas	-9,301	0,000	-5,684	0,000	-1,422	0,158
Pictograma	-7,186	0,000	-21,090	0,000	-1,751	0,083

Nota. En todos los casos, no se asumen varianzas iguales

Conclusiones

La presente investigación produce información sobre una de las fundamentales, y no suficientemente explorada, componentes del pensamiento estadístico identificadas por Pfannkuch y Wild en 2004, la *transnumeración*. Basada en su relación con la necesidad de los datos, las formas de trabajo y las diferentes formas de representación de la información estadística, se evalúa la alfabetización estadística examinando la capacidad transnumerativa, junto a la destreza estadística para la obtención de nueva información a partir de dicha transformación. Para ello, en el mismo sentido que Lem et al. (2013), utilizando las diferentes formas de representación elementales incluidas en la mayoría de los currículos educativos actuales, se estudia la comprensión de los datos estadísticos a partir de noticias extraídas de medios de comunicación al momento de realizar cambios de representación de tal información.

En este sentido, los resultados indican una gran capacidad para transformar la información de un formato gráfico propuesto a un formato tabular, ya que en la mayoría de los gráficos de estudio el porcentaje de realización correcta supera al 90%. Ello indica que está muy arraigada en la formación estadística de estos futuros profesores la tabulación de los datos en el sentido expuesto por Estrella y Olfos (2015), es decir, la organización de estos, la presentación clara y las técnicas de agrupamiento de la información. Sin embargo, la no inclusión de las dificultades manifiestas a la hora de hacer tal conversión indica que, en la misma línea que lo revelado en la investigación de

López-Huayhualla (2017), se realiza de una forma cuasi-mecánica y sin obtener nueva información a partir del proceso realizado. Quizás este hecho podría explicarse por la forma de educación estadística que los participantes recibieron incluso a edades tempranas, basada más en la forma procedimental de obtención de los diferentes elementos estadísticos, que en el razonamiento estadístico de tal información.

En cuanto a la reorganización de la información utilizando un gráfico estadístico distinto al proporcionado, los resultados sí muestran diferentes dificultades en función del tipo de gráfico primario. Así, si bien la tarea que utiliza el diagrama de barras, sectores y pictograma, es realizada correctamente por la mitad de los participantes, en el caso del diagrama de líneas y áreas este porcentaje desciende hasta el 25% y al 7%, respectivamente. Esto no solo indica falta de capacidad transnumerativa en los estudiantes sino también falta de comprensión de tales gráficos estadísticos, así como de la información que transfieren, sus convenciones, sus elementos básicos y las relaciones que se establecen en ellos, ignorándose los principios identificados para tal comprensión por Tvesky (2001). En consecuencia, esos gráficos estadísticos dejan de ser útiles para la transmisión de la información estadística, la resolución de problemas en el sentido expuesto por Hegarty y Kozhexnikov (1999) y para la toma de decisiones.

En la misma línea, realizar otro tipo de presentación de la información estadística contenida en los gráficos originales, es una tarea que la mayoría no es capaz de realizar para ninguna de las noticias analizadas. Esto indica que muy pocos futuros docentes son capaces de aplicar ciertas técnicas transnumerativas que involucren, más allá de la graficación/tabulación ya analizadas, algún cambio en la representación utilizando las técnicas propuestas por Chick (2004). Es más, cuando esta se realiza se recurre frecuentemente a la creación de una nueva variable de diferencias, sin recurrir a cálculos de frecuencias, de medidas de tendencia central u otros cálculos que resuman de forma global la información estadística estudiada en cada caso. En consecuencia, la reorganización y, fundamentalmente, el cálculo a partir de los datos facilitados, descrita como etapa del pensamiento transnumerativo por Chick et al. (2005), no tiene lugar para los que serán los encargados de transferir el conocimiento estadístico. Esta afirmación se sustenta no solo en la consideración de esta última tarea sobre cualquiera de los gráficos analizados, sino que al considerar la transnumeración global como promedio de las técnicas transnumerativas consideradas a partir de las puntuaciones medias obtenidas en

cada tarea, son solo algo más del 25% los estudiantes que logran una puntuación igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

Por tanto, los resultados de esta evaluación indican una dificultad manifiesta a la hora de realizar el cambio entre diferentes formas de representación, agravada especialmente cuando la técnica solicitada es diferente a la ‘graficación/tabulación’, estando esta muy arraigada en la alfabetización estadística de los profesores en formación. En este sentido, coincidiendo con la necesidad de formación descrita por Pfannkuch (2008), los futuros docentes precisan disponer de las técnicas transnumerativas adicionales, no solo basadas en la elaboración procedimental de tablas, gráficos y medidas numéricas de forma procedimental y sin establecer las conexiones entre ellas (Cooper y Share, 2010), sino que los datos, el contexto y la forma de representarlos (Estrella y Olfos, 2012) les ayuden a fomentar las representaciones en su alumnado, la consideración de otras opciones y el cambio entre estas, es decir, el proceso de transnumeración y el fomento del razonamiento estadístico.

Finalmente mencionar que, aunque la presente investigación puede considerarse una buena medición de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria por su metodología y gran tamaño muestral, la no aleatorización en el diseño muestral no permite la generalización de los resultados encontrados. Por ello, son necesarios estudios complementarios que sienten las bases de una adecuada formación estadística de los ciudadanos y, en particular, de los docentes en formación como elemento fundamental en la transferencia de dicho conocimiento.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Agnoli, F. y Krantz, D. H. (1989). Suppressing natural heuristics by formal instruction: The case of the conjunction fallacy. *Cognitive Psychology*, 21(4), 515-550.
- Agus, M., Però-Cebollero, M., Penna, M. P. y Guàrdia-Olmos, J. (2015). Towards the development of problems comparing verbal-numerical and graphical formats in statistical reasoning. *Quality & Quantity*, 49(2), 691-709.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su

- desarrollo. *Números. Revista de didáctica de las Matemáticas*, 83, 7-18.
- Brase, G. L. (2009). Pictorial representations in statistical reasoning. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(3), 369-381.
- Chick, H. (2004). Tools for Transnumeration: Early Stages in the Art of Data Representation. En L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert y J. Mousley (Eds.), *Mathematics education research: Innovation, networking, opportunity (Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (Issue January, pp. 207–214). Merga.
- Chick, H., Pfannkuch, M. y Watson, J. (2005). Transnumerative thinking: finding and telling stories within data. *Curriculum Matters*, 1, 86-107.
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. En *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207-216). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática - SEIEM.
- Cooper, L. L. y Shore, F. S. (2010). The effects of data and graph type on concepts and visualizations of variability. *Journal of Statistics Education*, 18(2), 1-16.
- English, L. D. y Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM*, 50(1-2), 103-115.
- English, L. D. y Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM*, 50(1), 103-115.
- Estrella, S. y Olfos, R. (2012). La taxonomía de comprensión gráfica de Curcio a través del gráfico de Minard: una clase en séptimo grado. *Revista Educación Matemática*, 24(2), 119- 129.
- Estrella, S. y Olfos, R. (2015). Transnumeración de los datos: el caso de las tablas de frecuencia. En *XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Chiapas, México.
- Fitzallen, N. y Watson, J. (2014). Developing a Sequence of Learning Experiences in Statistics. En *The Future of Educational Research* (pp. 263-278). Sense Publishers.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components,

- responsibilities. *International statistical review*, 70(1), 1-25.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Garfield, J. B. y Gal, I. (1999). Assessment and statistics education: Current challenges and directions. *International Statistical Review*, 67(1), 1-12.
- Hegarty, M. y Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, 91(4), 684-689.
- Lee, H. S., Kersaint, G., Harper, S. R., Driskell, S. O., Jones, D. L., Leatham, K. R. y Adu-Gyamfi, K. (2014). Teachers' use of transnumeration in solving statistical tasks with dynamic statistical software. *Statistics Education Research Journal*, 13(1), 4-19.
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L. y Van Dooren, W. (2013). External Representations for Data Distributions: In Search of Cognitive Fit. *Statistics Education Research Journal*, 12(1), 4-19.
- López-Huayhualla, S. N. (2017). *La Transnumeración: un estudio de la variación con profesores de matemática*. Tesis para optar al grado de Magíster en Enseñanza de las Matemáticas. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre*, por el que se establece la estructura de bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Ministerio de Educación y Ciencia.
- MEC (2014a). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia
- MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el

- currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias, esp.*, 4787-4792.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A. y Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 97-120.
- Molina-Portillo, E. Contreras, J. y Contreras, J. M. (en prensa). Nivel de lectura gráfica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *PNA. Revista de Educación Matemática*.
- Pfannkuch, M. (2008). Training teachers to develop statistical thinking. En C. Batanero, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. Voorburg, ISI.
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 17-46). Springer.
- Ridgway, J. (2016). Implicaciones de la revolución de los datos para la educación estadística. *Revista Estadística Internacional*, 84(3), 528-549.
- Tversky, B. (2001). Spatial schemas in depictions. In Gattis, M. (ed.), *Spatial schemas and abstract thought* (pp. 79-111). MIT Press.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), 1-8.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107-121). IOS Press and The International Statistical Institute.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248.

Estudio 8⁸. Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros

Molina-Portillo, E., Martínez-Ortiz, F., Contreras, J. y Contreras, J. M. (en revisión). Disposición crítica frente a información representada mediante gráficos estadísticos como componente fundamental de la alfabetización estadística en futuros maestros

Resumen

El poder de transmisión de información que tienen los gráficos estadísticos actualmente puede utilizarse para presentar los datos de forma engañosa, comunicando los datos parcialmente y/o provocando interpretaciones erróneas. Este hecho se tiene en consideración en la mayoría de las definiciones de alfabetización estadística, prestando atención a una necesaria disposición crítica hacia la información basada datos. En este contexto, es de especial interés el estudio de la postura crítica de los ciudadanos ante la información que diariamente aparece representada mediante gráficos e indagar cómo se promueve esta desde la escuela. Dado que en última instancia son los profesores los encargados de transferirla a su alumnado, la finalidad de esta investigación es explorar la disposición crítica de los futuros profesores de Educación Primaria, como parte de la alfabetización estadística, manifestada en la interpretación de gráficos estadísticos cotidianos. Los resultados muestran un alto porcentaje de futuros docentes que realizan interpretaciones sin tener en cuenta la información estadística presente en ella o, en el caso de utilizarla, no la interpreta correctamente, siendo muy pocos los estudiantes capaces de identificar los sesgos e intencionalidad de estos en las gráficas. En base a ello, se concluye una deficiente disposición crítica hacia los datos y, en consecuencia, una baja alfabetización estadística por parte de los futuros profesores de Educación Primaria. Estos resultados inciden en la necesidad de fomentar la alfabetización estadística de los futuros

⁸ Para evitar confusión y repetición en la numeración, se ha obviado la relativa a los epígrafes pertenecientes a los estudios que forman parte del compendio, y se ha cambiado la numeración de tablas y figuras con respecto a las versiones publicadas, haciendo referencia al estudio en el que se enmarcan.

profesores de Educación Primaria, fomentando una disposición crítica y el cuestionamiento de la información basada en datos.

Palabras clave: alfabetización estadística, formación de profesores, gráficos, actitud crítica.

Abstract

Nowadays, information transmission power of statistical graphs can be used to present data in a misleading way, partially reporting the data and / or causing misunderstanding. This fact is taken into account in the most of statistical literacy definitions, paying attention to a necessary critical disposition towards data-based information. In this context, is of special interest to study the citizens' critical stance against the information that appears daily represented by graphs and to investigate how this is promoted from the school. Since teachers are, ultimately, in charge of transferring it to their students, the purpose of this research is to explore Primary Education prospective teachers' critical disposition, as part of statistical literacy, shown in the interpretation of daily statistical graphs. The results show a high percentage of future teachers who make interpretations without taking into account the statistical information provided or, in when using it, not correct interpretation is done, with very few students being able to identify the biases and intentionality of the graphs. Based on this, a deficient critical disposition towards the data and, consequently, a low statistical literacy on the part of Primary Education prospective teachers is concluded. These results affect the need to promote the statistical literacy of Primary Education prospective teachers, encouraging a critical disposition and questioning of data-based information.

Keywords: statistical literacy, teacher training, graphics, critical stance.

Introducción

Los gráficos estadísticos se han convertido en una poderosa herramienta para la transmisión de la información basada en datos. Entre otras cuestiones, esto es debido a su enorme capacidad de síntesis de la información, así como el desarrollo de numerosas herramientas que permiten una visualización atractiva de esta. De este modo, en la actual sociedad de la información se tiene tendencia a asumir por cierto y por exacto toda aquella

información validada por elementos estadísticos (Hofstadter, 2008). Pero como incide Bauman (2005), somos muchas veces víctimas del abuso de la estadística, debido a que aceptamos su uso, y muchas veces su abuso, para explicar cualquier fundamentación aprovechando la inalterable objetividad de los datos. Además, la visualización puede presentar datos de manera engañosa y el enfoque interactivo ofrece aun más oportunidades para tergiversaciones y malas interpretaciones (Sutherland y Ridgway, 2017).

De esta manera, la noción de alfabetización estadística surge con la idea de reconocer la necesidad de interpretar, evaluar críticamente y comunicar la información y mensajes estadísticos en la sociedad (Ben-Zvi y Garfield, 2004), así como su inclusión en educación básica. El proyecto denominado School Council Project (Holmes, 1980) mostró que era posible iniciar la enseñanza de la estadística y la probabilidad desde la escuela primaria. Esta afirmación se fundamenta en que la estadística es parte de la educación general deseable para los futuros ciudadanos adultos, quienes precisan adquirir la capacidad de interpretar elementos estadísticos, que con frecuencia aparecen en los medios; además de que su estudio ayuda al desarrollo personal, fomentando el razonamiento crítico, basado en la valoración de la evidencia. Desde entonces, en muchos países existe una tendencia conducente a la inclusión de la estadística y refuerzo de la alfabetización estadística de los estudiantes en los currículos (Ben-Zvi y Makar, 2016). Por ejemplo, Gal (2002) propone fomentar las bases de conocimiento que apoyan la alfabetización estadística mediante el desarrollo de una postura crítica, así como el desarrollo de creencias y actitudes positivas hacia la estadística.

Desde este punto de vista, la escuela juega un papel fundamental en el desarrollo de la competencia estadística de los estudiantes, quienes a su vez entienden por qué, y cómo, las estadísticas son útiles para percibir e interpretar el mundo y su complejidad (Frankenstein, 1998). Por tanto, la alfabetización estadística se presenta como un resultado esperado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007). Como señala Gal (2000), existe la necesidad de incidir en la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística y los argumentos basados en datos que aparecen en diversos canales, así como la capacidad para discutir sus opiniones con respecto a dicha información estadística. Sin embargo, la enseñanza de la materia frecuentemente está orientada de forma meramente procedimental y, a menudo, los profesores de matemáticas

la ven como un capítulo marginal en el plan de estudios, por lo que minimizan o ignoran su enseñanza (Ben-Zvi y Makar, 2016).

Dado que un aspecto fundamental de la alfabetización estadística es ser capaz de cuestionarse el significado de los elementos estadísticos, interpretándolos críticamente, se pretende conocer cómo será transferido este por los futuros maestros al ámbito escolar. Así, dado que de sus conocimientos y destrezas actuales dependerá en gran medida su práctica profesional, este trabajo trata de evaluar la disposición crítica que realizan 653 futuros profesores de Educación Primaria, al interpretar la información que aparece en cinco noticias de prensa que contienen gráficos estadísticos básicos.

Actitud crítica en la alfabetización estadística

La definición de alfabetización estadística es demasiado amplia, pero en la mayoría de ellas se recalca la importancia de la actitud crítica ante la información basada en datos. Por ejemplo, Schield (1999) se basó en el pensamiento crítico para realizar su definición, estableciéndola como la capacidad de pensar críticamente sobre las estadísticas como evidencia de los argumentos.

Como indica Gal (2000), una de las capacidades necesarias para interpretar y evaluar la información estadística es una disposición de cuestionamiento y crítica hacia los datos. Esto permitirá no solo realizar una interpretación correcta del contenido estadístico, sino que además posibilitará, entre otras cosas, sacar conclusiones más allá de la interpretación del contenido representado y validado por ellos. Los ciudadanos, como parte de su formación estadística elemental, deben ser capaces de reflexionar sobre el tratamiento de la información avalada por elementos estadísticos y, concretamente, sobre el uso e intencionalidad de la representación de la información mediante gráficos estadísticos, más allá de sus construcción y lectura.

Schild (2000) afirma que para ser estadísticamente cultos debemos de ser capaces de preguntarnos si una afirmación puede ser verdadera en lugar de si es verdadera. Por lo general, esta expectativa de cuestionamiento debe ser una propensión natural del ciudadano informado, más aún cuando se trata de información que evalúa mensajes cuantitativos, ya que estos pueden ser engañosos, unilaterales, parciales o estar incompletos, ya sea de forma intencional o no (Frankenstein, 1989). Por tanto, sería

deseable una actitud inquisitiva hacia ellos, que como señala Gal (2002), los ciudadanos han de considerar legítima.

En la literatura destaca la definición propuesta por Gal (2002), que distingue dos componentes básicos interrelacionados: a) capacidad para 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) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante.

Dado el requisito de ser crítico con la información basada en contenidos estadísticos se establece la necesidad de desarrollar habilidades para activar una postura crítica. En este sentido, Murray y Gal (2002) establecen que la evaluación crítica de la información estadística (después de haber sido entendida e interpretada) también depende de las habilidades para acceder a preguntas clave, que permitirán activar una postura crítica, que a su vez estará respaldada por un conjunto de creencias y actitudes. Como señala Gal (2002) llegamos a un punto en el que la "postura crítica" y las "creencias y actitudes" se unen, término al que McLeod (1992) denomina disposiciones y que, como indica, son esenciales para la alfabetización estadística.

Por su parte Weiland (2017), en su marco de alfabetización estadística crítica, propone dos niveles en función de ser receptor o emisor de la información. El nivel más bajo, al que denomina *nivel de alfabetización estadística* hace referencia a que el receptor de los datos debe dar sentido y criticar argumentos basados en datos estadísticos y cuantitativos encontrados en diversos contextos; además de evaluar la fuente, la recopilación y la generación de informes de información estadística. Además, en este nivel, el emisor de ellos ha de formularse cuestiones estadísticas; recopilar o encontrar datos relevantes para responder las preguntas planteadas; analizar datos usando métodos gráficos y numéricos apropiados; interpretar los datos analizados que abordan las preguntas que se investigan; y discutir o comunicar el significado de la información estadística. El nivel más alto, al que denomina *alfabetización estadística crítica*, hace referencia a que el receptor de los datos debe dar sentido al lenguaje y a los sistemas de símbolos estadísticos, así como criticar la información estadística y los argumentos basados en datos que se encuentran en diversos contextos para tomar conciencia de las

estructuras sistémicas en juego en la sociedad. Asimismo, debe identificar e interrogar estructuras sociales que dan forma y están reforzadas por argumentos basados en datos, debe comprender la ubicación social, la subjetividad, el contexto político y tener una visión socio-histórica y política del conocimiento de uno mismo y la comprensión de cómo influye en la interpretación de la información. Y, por último, debe evaluar la fuente, la recopilación y el informe estadístico, cómo se ven influenciados por la posición social del autor, y el lente sociopolítico e histórico. En el caso del emisor de los datos, este ha de ser capaz de usar investigaciones estadísticas para comunicar información y argumentos en un esfuerzo por desestabilizar y remodelar estructuras de injusticia para una sociedad más justa; usar investigaciones estadísticas para aliviar y resolver problemas sociopolíticos; negociar tensiones dialécticas sociales al formular preguntas estadísticas, recopilar datos y métodos de análisis y resaltar tales tensiones en el resultado de una investigación. Por último, tiene la tarea de comunicar a otros la ubicación social, la subjetividad y el contexto político de uno mismo y cómo da forma al sentido que se tiene del mundo al informar los resultados de una investigación estadística.

Parte importante de esta actitud crítica se relaciona con la sensibilidad a los errores inducidos por la visualización de los datos (Tufté, 2001), así como el conocimiento de cómo estos pueden influir en el razonamiento e interpretación de la información representada. Algunas investigaciones como la de Wainer (2000) o Contreras et al. (2017) analizan gráficos presentados en medios de comunicación, ofreciendo heurísticas que permiten evitar ser inducidos a error por tales visualizaciones. Otras, como la investigación de Orcutt y Turner (1993) ponen de manifiesto cómo algunos medios de comunicación analizan selectivamente, manipulando intencionadamente, los datos para crear una imagen pública diferente a la que realmente presentan.

Por tanto, cualquier ciudadano debería poseer las capacidades necesarias descritas para mantener una adecuada disposición crítica frente a la información que diariamente se facilita mediante elementos estadísticos. En el caso de los profesores en formación, estos necesitan adquirir no sólo conocimientos estadísticos sino también conocimientos profesionales para enseñar estadística que les permitan crear un ambiente de aprendizaje efectivo y positivo para desarrollar una comprensión profunda y significativa de la estadística y sobre todo, les permita pensar y razonar estadísticamente (Pfanckuch y Ben-Zvi, 2011). Es por ello que, como refiere Engel (2017), se espera que los profesores inculquen en los estudiantes las capacidades necesarias para que se conviertan en

ciudadanos activos que puedan entender las estadísticas de la esfera pública (medios de comunicación, productores de estadísticas oficiales, etc.).

Metodología

Esta investigación, que explora la disposición crítica frente a la información representada mediante gráficos estadísticos, se enmarca dentro de un estudio integral de evaluación de la alfabetización estadística en futuros profesores de Educación Primaria. Dicha valoración global se realiza considerando el modelo propuesto por Gal (2002), focalizando su análisis en una muestra de 653 estudiantes del Grado de Primaria de la Universidad de Granada durante el curso 2018-2019. Los participantes han cursado dos asignaturas previas relacionadas con la matemática y su didáctica, en las cuáles han estudiado contenidos respecto a la enseñanza y aprendizaje de la estadística, aunque el tiempo dedicado a ello se estima que ha sido de una o dos semanas por curso, a lo sumo. Además, los futuros profesores deben tener conocimientos suficientes ya que forman parte del currículo de matemáticas de educación primaria, secundaria y bachillerato que han cursado (MEC 2006a, 2006b, 2007, 2014a; 2014b).

Como instrumento de recogida de información se ha diseñado y validado un cuestionario específico para la evaluación de la alfabetización estadística (Molina-Portillo et al., 2017). El cuestionario resultante, está constituido por un conjunto de cinco noticias que utilizan gráficos estadísticos simples (un diagrama de barras, de sectores, de líneas, de áreas y un pictograma; Figura 8.1 a Figura 8.5), creados de forma sesgada o incorrecta por algún medio de comunicación. La selección de estas tipologías de visualización no es casual, pues forman parte de los gráficos que se recomienda enseñar en la mayoría de currículos de Educación Primaria, y entre ellos el currículo español (MEC 2014a, 2014b).

1. *Gráfico de dos barras adosadas* que informa de una serie temporal de dos variables estadísticas (número de sociedades mercantiles creadas y disueltas en España) entre los años 2008 y 2012 (Figura 8.1).

Figura 8.1

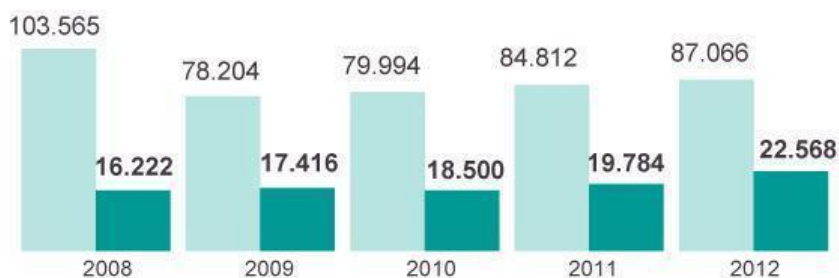
Gráfico de dos barras adosadas

Si la empresa quiebra, ¿a quién reclama el cliente?

El consumidor es el acreedor más débil cuando se produce una insolvencia. Recuperar el dinero supone ponerse a la cola en complejos procesos judiciales. Muchos no llegan a cobrar nunca

CREACIÓN Y DISOLUCIÓN DE EMPRESAS EN ESPAÑA

Sociedades mercantiles CREADAS
Sociedades mercantiles DISUeltas



Fuente: INE EL PAÍS

Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

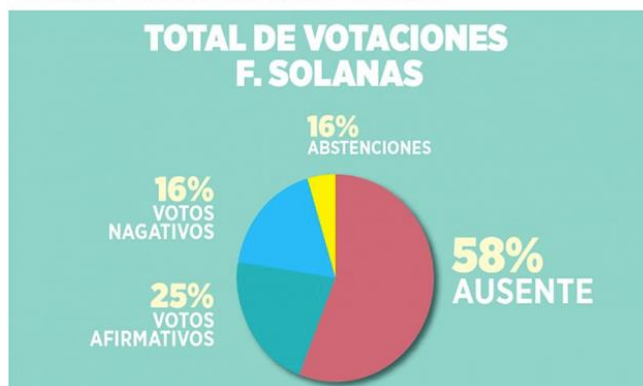
2. Gráfico de sectores que representa las votaciones realizadas por un político durante su mandato (Figura 8.2).

Figura 8.2

Gráfico de sectores

LA SORPRENDENTE MANERA DE PERDER UN DEBATE POLITICO – ESTRATEGIAS ELECTORALES

October 19, 2013 · by vlamel · in Elecciones 2013, Política · Leave a comment



Nota. Noticia extraída de la web limmeridge.wordpress.com

- Gráfico de líneas que muestra el número total de hipotecas constituidas en España desde 2007 hasta 2014 (Figura 8.3).

Figura 8.3

Gráfico de líneas



Nota. Gráfica extraída del Canal 24 horas

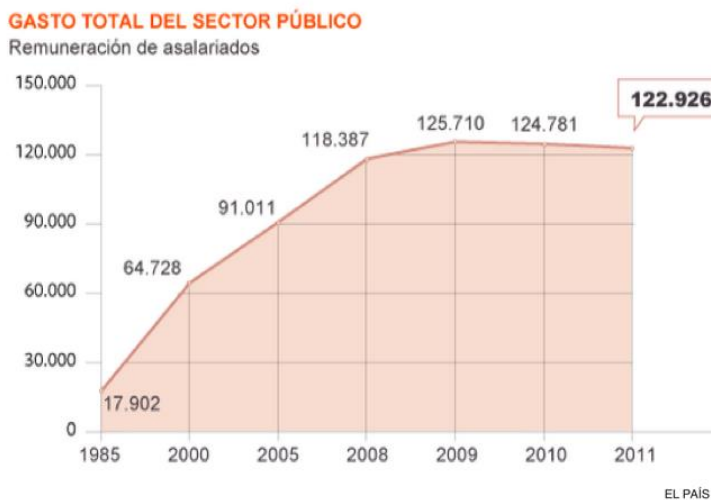
- Gráfico de áreas que alude al coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas desde 1985 a 2011 (Figura 8.4).

Figura 8.4

Gráfico de áreas

Los funcionarios se cansan de cargar con los recortes

Miles de empleados públicos se preparan para participar en la marcha de protesta
Acumulan rebajas salariales y recortes en sus derechos desde 2010
Los sindicatos de función pública denunciarán al Gobierno ante la OIT

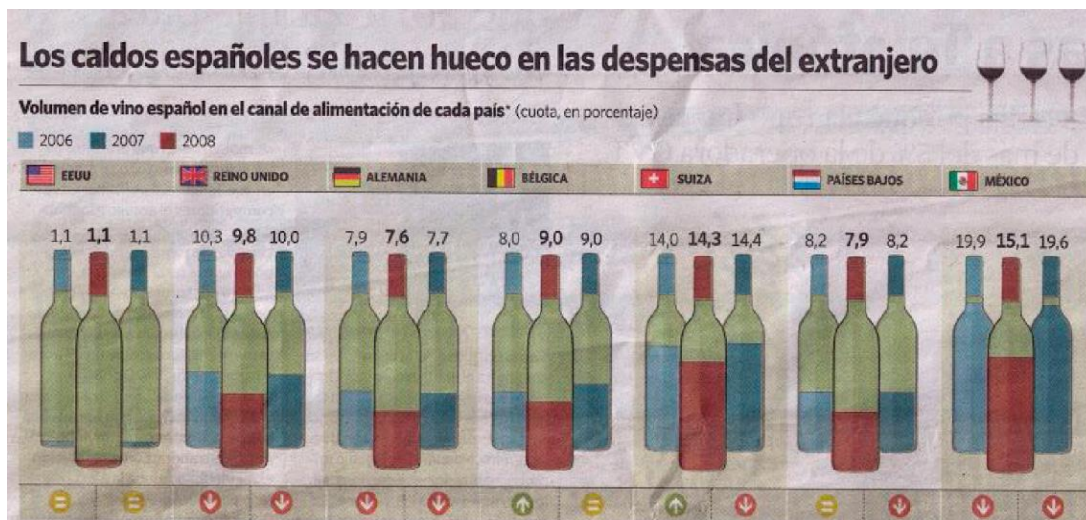


Nota. Noticia extraída del diario elpais.com

5. *Pictograma* que representa las ventas de vinos españoles en siete países durante tres años consecutivos (2006, 2007 y 2008) (Figura 8.5).

Figura 8.5

Pictograma



Nota. Noticia extraída del diario El Economista.

Dicho cuestionario se administró en una clase en la que se disponía de 2 horas para su realización, sin aportar indicaciones para la resolución de las tareas que se proponían, las cuales ponen en juego conocimientos estadísticos básicos sobre dichos gráficos. Entre ellas, para cada una de las noticias utilizadas, se les pidió a los futuros docentes que se respondiera a la siguiente tarea: “*Explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico*”. Para la realización de tal actividad, como todas las gráficas utilizadas presentan algún tipo de sesgo, sería necesaria la percepción de tales incorrecciones.

Más allá de la identificación de sesgos se espera que el futuro profesor en *el primer gráfico (Figura 8.1)* concluya que el propósito de la utilización de este es realizar una comparativa de las dos variables representadas: el número de empresas creadas y disueltas en España en el periodo 2008 a 2012. Con este diagrama, se pretende mostrar de manera visual la tendencia negativa sobre las empresas en cinco años de crisis económica, cuyo efecto queda agravado por la no proporcionalidad de los descriptores. Se observa que a lo largo de este periodo el número de empresas disueltas aumenta y que el número de empresas creadas disminuye. No obstante, el gráfico muestra que hay una fuerte disminución de las empresas creadas en 2009, ese número se estabiliza y comienza a

crecer. Si se toma como referencia el saldo neto de empresas, creadas menos disueltas, se observa que a partir del segundo año el saldo neto de empresas activas se incrementa. De igual modo, el futuro profesor ha de constatar que se ha omitido el eje de ordenadas, mostrándose la cantidad de empresas sobre las propias barras, y que las escalas con las que se representan las variables comparadas tienen distintas proporciones.

En el caso del diagrama de sectores (*Figura 8.2*) se pretende que los futuros profesores deduzcan que la elección de este tipo de gráfico se realiza con la intención de facilitar la visualización de la variable “tipo de votación realizada por F. Solanas”, ya que la diferenciación de las frecuencias relativas (dadas en porcentajes) de cada valor de la variable se realiza fácilmente. Parece claro que visualmente se desea resaltar el alto porcentaje de votaciones en que el político está ausente, exagerando la amplitud angular de dicho sector y el tamaño de la etiqueta correspondiente. También debe notar que la suma de los porcentajes debe ser 100 y, en este caso, los datos representados suman 115. Y, por último, ha de advertir que las amplitudes angulares y, por tanto, las áreas de los sectores, no guardan la proporción expresada en los porcentajes.

Para el gráfico de líneas (*Figura 8.3*), se requiere que los futuros profesores identifiquen que la gráfica refiere la relación existente entre la serie temporal y el número total de hipotecas construidas en esos años. Este tipo de gráficos son útiles para mostrar la tendencia, crecimiento o decrecimiento de la serie temporal, ya que la continuidad de la función permite una visualización clara de la pendiente de cada segmento. Se destaca el alto número de hipotecas en el primer año (1.238.890) y el fuerte descenso producido en los 7 años siguientes. No obstante, en el último año se muestra un ligero incremento del 1,6% que se desea resaltar con el tamaño de los números y el triángulo ascendente. Parece que se desea provocar la impresión de que la crisis económica, reflejada en este indicador (número de hipotecas constituidas) comienza a superarse. Además, se ha de observar que el título del gráfico está mal posicionado y es incompleto, que faltan las etiquetas de los ejes y que el eje de ordenadas no ha sido incluido y, por tanto, no se indica la escala que se usa para representar las cantidades. Además, ha de percatarse que la representación no respeta la proporcionalidad entre los distintos valores de la variable y las alturas a las cuales se dibujan los puntos correspondientes, es decir, si un valor es doble que otro, la altura a la que se debe trazar la posición de uno debe ser doble que la del otro. Este hecho se evidencia en que visualmente el gráfico muestra que el número de hipotecas en 2014 es aproximadamente la mitad de las que había en 2007 (teniendo en

cuenta que el valor 0 de la escala está en el eje de abscisas) mientras que en realidad el número de hipotecas se ha reducido a la sexta parte (202.954/1.238.890).

En la *Figura 8.4*, se pretende exponer el crecimiento del gasto en remuneraciones durante el periodo 1985-2008, principalmente entre el año 1985 y el 2000, así como el estancamiento o reducción mínima en los años 2008-2011 respecto al aumento experimentado previamente. Para ello, se utilizan intervalos de igual amplitud referidos a periodos de tiempo de distinta magnitud: 15 años en el primer intervalo, 5 en el segundo, 3 en el tercero y de un año en el resto de intervalos representados. Con ello se logra un efecto de incremento brusco en la remuneración de los empleados en los primeros intervalos que no coincide con el incremento real, el cual ha sido más paulatino. En esta ocasión, se solicita que los futuros profesores identifiquen que se desea mostrar cómo el gasto del sector público, en la partida de remuneración de asalariados, tuvo un fuerte incremento desde 1985 hasta 2009 y después, en los tres últimos años se ha hecho un esfuerzo de contención e incluso de disminución. En este caso, se ha de establecer que la representación muestra el coste de las remuneraciones de asalariados de las administraciones públicas (frecuencia absoluta) desde 1985 a 2011. El futuro profesor ha de percibir que dicha representación, que asigna igual amplitud a periodos de distinta magnitud, exagera visualmente el crecimiento del gasto en remuneraciones durante el periodo 1985-2008, principalmente entre los años 1985 y 2000, y de igual modo enfatiza el estancamiento a partir del año 2008 y la reducción mínima en el 2011.

En el último gráfico (*Figura 8.5*) los futuros profesores, al menos, deben identificar que se pretende mostrar de manera visual y numérica una variable de interés económico, como son las exportaciones de un producto a 7 países. Se indican los países con menos cuota, sobre los cuales podrían incidir campañas de promoción, y la evolución temporal de las exportaciones, lo cual puede servir de evaluación de la situación económica general y de la eficacia de los servicios de exportación. El uso de las imágenes de las botellas refleja de manera intuitiva y atractiva el tipo de variable representada. De igual forma, el futuro profesor ha de advertir que no existe proporcionalidad en la cantidad de vino representada en cada botella, por ejemplo, las botellas correspondientes a los años 2006 y 2008 en México están llenas, cuando la cuota de mercado no es 100%. Además, cabe señalar que no se ha representado el eje de ordenadas, con su escala correspondiente, lo cual dificulta la interpretación. Finalmente, ha de indicar que la imagen en perspectiva de las botellas, con la botella de 2008 en una situación adelantada

y de mayor tamaño que el resto, así como el orden en que están colocadas (2006, 2008, 2007) obstaculiza la percepción de la importancia de las cantidades representadas.

Para esta evaluación se ha llevado a cabo un análisis descriptivo de las respuestas a las tareas propuestas por los futuros profesores. Posteriormente, se han clasificado los resultados en función de si la disposición crítica es correcta (respuesta correcta), si se realiza un correcto cuestionamiento o actitud crítica hacia los datos de forma correcta sin identificar los sesgos presentes, ni establecer correctamente las relaciones entre los datos, o viceversa (respuesta parcialmente correcta) o si los estudiantes realizan un análisis incorrecto de la información (respuesta incorrecta). Además, se ha realizado una descripción de categorías del tipo de respuesta, analizando y presentando las frecuencias con que aparece cada una de ellas. Las categorías cuyo índice empiezan por 2 representan las respuestas correctas, las que empiezan por 1 engloban a aquellas consideradas como respuestas parcialmente correctas y las que comienzan por 0 indican aquellas que se incluyen dentro de las respuestas incorrectas.

Siguiendo dicha notación, para el análisis de respuestas correctas se ha identificado una única subcategoría, *2.1 Realiza una interpretación crítica correcta de la noticia*. Esta conlleva que el alumno debe explicar el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en cada gráfico, a través de un cuestionamiento de los datos presentes en la noticia, mostrando una actitud crítica hacia los sesgos presentes en esta.

En el análisis de las respuestas parcialmente correctas se establecen dos subcategorías:

1.1 Cuestiona los datos correctamente pero no identifica los sesgos. Por tanto, son estudiantes que han hecho un cuestionamiento correcto de la información, explicando el uso, interés e intencionalidad de esta, pero no identifican los sesgos presentes en la noticia.

1.2 Identifica errores, pero malinterpreta la información al realizar el cuestionamiento de los datos. Por tanto, son estudiantes que han identificado los sesgos y han realizado el cuestionamiento de la noticia en función de ellos, pero no han tenido en cuenta el resto de elementos que componen la gráfica o la noticia, lo que los lleva a tergiversar lo allí representado.

Y, por último, para los errores que cometen los futuros profesores de Educación Primaria cuando hacen un cuestionamiento o crítica incorrecta de la información se han estudiado cinco subcategorías de error:

0.1 No identifica el uso, interés e intencionalidad de la noticia, ni los sesgos. Por tanto, son estudiantes que no han tenido una disposición crítica hacia la información presentada.

0.2 Realiza interpretaciones sin hacer referencia a la información estadística. Esta subcategoría engloba a los estudiantes que, al realizar un cuestionamiento, o interpretar de manera crítica la noticia, no tienen en cuenta todos los elementos que la componen. Entre ellos destaca la interpretación de la información basándose únicamente en el título de la noticia.

0.3 No identifica correctamente los elementos estadísticos. Estos estudiantes, al realizar el cuestionamiento de la noticia, no presentan las habilidades estadísticas requeridas para una correcta interpretación de la información.

0.4 Malinterpreta la noticia. Son aquellos que tergiversan la información proporcionada, dando respuestas inadecuadas que no se ajustan al contenido de esta.

0.5 No responde.

Posteriormente al análisis de frecuencias, se ha realizado un estudio descriptivo de las respuestas de los alumnos para el ítem en los diferentes gráficos. En particular, se ha realizado el cálculo de la *puntuación media del ítem y su dispersión* para cada gráfico, en función de la asignación de las puntuaciones 0, 1, 2, según el grado de corrección de las respuestas se utiliza el valor medio de la puntuación. También se calcula estos valores para el total de las puntuaciones de las respuestas obtenidas por los participantes.

Se ha realizado un análisis de correlaciones para escalas ordinales utilizando *el coeficiente Tau-b de Kendall*. Este coeficiente, no paramétrico, nos indica la asociación, positiva y negativa, entre los resultados a la actividad para los distintos gráficos estableciendo la hipótesis nula de “no existencia de correlación entre ambas variables” con un nivel de confianza del 95%,

A continuación, se ha calculado la *prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas*, entre las respuestas al ítem para los distintos diagramas,

estableciendo la hipótesis nula de igualdad de medianas, para un nivel de confianza del 95%.

Finalmente, se han obtenido los *índices de dificultad y de discriminación*, junto con un *contraste de hipótesis T de igualdad de medias para muestras independientes* ($p < 0.05$), para comprobar si existen diferencias entre los estudiantes con resultados inferiores o iguales al percentil 25 (el grupo de bajo rendimiento) y los alumnos con resultados superiores o iguales al percentil 75 (grupo de alto rendimiento). Los índices indican el grado de dificultad de la tarea, en la que un valor más alto refiere que el ítem es más fácil, y la diferenciación entre alumnos de bajo y alto rendimiento que cada actividad produce.

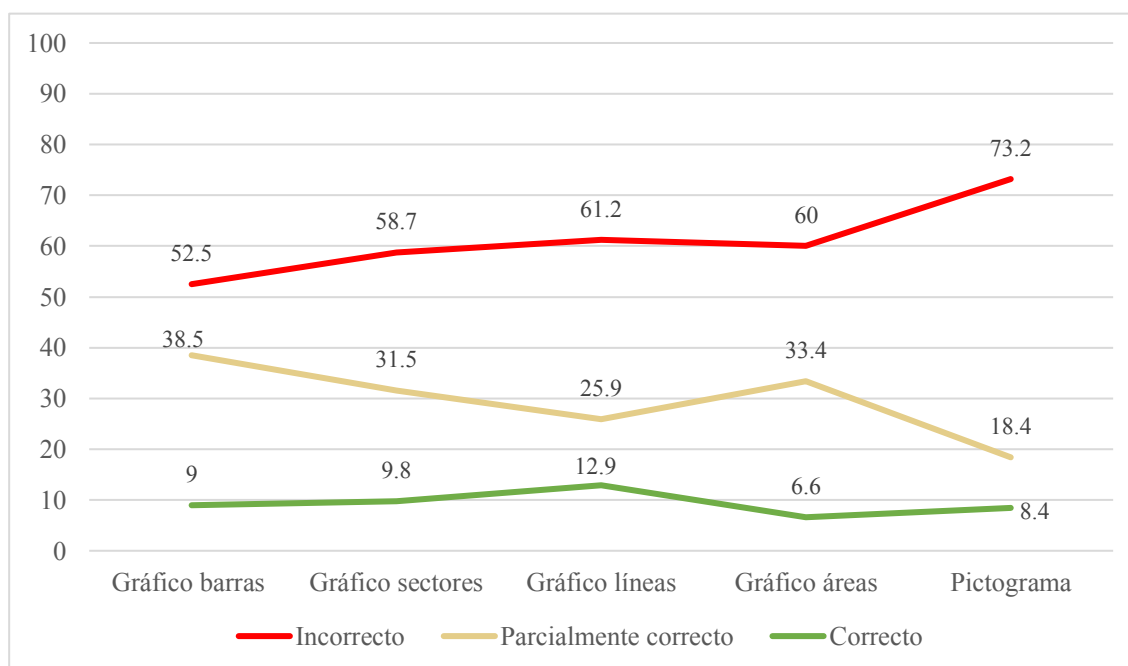
Resultados

El análisis descriptivo de las respuestas aportadas por los futuros profesores de Educación Primaria (Figura 8.6) muestra una baja disposición crítica de los participantes en el estudio, además de un cuestionamiento deficiente. Los resultados revelan que, para cualquiera de los gráficos estudiados, más del 50% de las respuestas fueron incorrectas, destacando el caso del pictograma donde prácticamente 3 de cada 4 participantes mostraron una disposición crítica errada o inexistente hacia los datos. Además, el porcentaje de estudiantes que explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico, mostrando una actitud crítica hacia los sesgos presentes en esta, apenas alcanza el 10% en cualquier gráfico, superándose levemente en el diagrama de líneas con un 12,9% de respuestas correctas.

La descripción de las respuestas parcialmente correctas, cuyo porcentaje oscila entre el 18,4% en el pictograma al 38,5% en el caso del diagrama de barras, se profundizará en el análisis por subcategorías.

Figura 8.6

Porcentajes de tipos de respuestas a la tarea para los distintos gráficos



Fuente: elaboración propia

En el *análisis de la tipología de respuesta por subcategoría* para la tarea en cada gráfica analizada, que se muestra a continuación (Tabla 8.1), se realiza una síntesis para las categorías de respuestas incorrectas y parcialmente correctas identificadas previamente. Esto resulta especialmente interesante, pues nos permitirá determinar los errores cometidos, así como identificar las dificultades manifiestas en la realización de la tarea, respectivamente.

Así, en el análisis por subcategorías del tipo de respuesta parcialmente correcta destaca el hecho de que, en la mayoría de los casos, se produce la activación de una disposición crítica frente a los gráficos analizados. Sin embargo, la no identificación de sesgos en tales representaciones (*subcategoría 1.1*) hace que no se responda correctamente a la tarea. Esto ocurre de forma unánime en las respuestas parcialmente correctas para el diagrama de barras, de líneas y pictogramas (38,5%, 25,9% y 18,4%, respectivamente), o casi de forma única para el gráfico de áreas (32% en la subcategoría 1.1 vs 1,4% en la subcategoría 1.2). Sin embargo, en el gráfico de sectores no es mayoritaria la dificultad de identificación de sesgos, sino que, aun identificándose estos en mayor proporción que en los casos anteriores, se malinterpreta la información que allí

aparece representada en mayor porcentaje (17,2% en la subcategoría 1.2 vs 14,4% en la subcategoría 1.1).

En el análisis por subcategorías de las respuestas incorrectas, la mayoría de errores para el gráfico de barras, de líneas y pictograma radican en la realización de interpretaciones de la información representada sin hacer referencia a la información estadística (*subcategoría 0.2*) en los cuales los porcentajes de error respecto al total de respuestas fueron 43,9%, 42,7% y 67,2%, respectivamente. Sin embargo, en los errores para el diagrama de sectores y de áreas destacan los relacionados con malinterpretar la noticia o tergiversar la información representada (*subcategoría 0.4*) los cuales obtienen un porcentaje de respuesta incorrecta del 49,3% y 37,8% cada uno.

Entre las tipologías de errores estudiados destaca también el bajo porcentaje, o inexistente en el caso del gráfico de sectores y pictograma, que se tiene en la subcategoría relativa a no identificar correctamente los elementos estadísticos (*subcategoría 0.3*). Es decir, se pone de manifiesto que los participantes, si bien no son capaces de mantener una disposición crítica hacia la información representada, en su mayoría detectan los contenidos estadísticos presentes en los gráficos analizados.

Tabla 8.1

Análisis de categorías del tipo de respuestas a la tarea para cada gráfico. Número de casos y porcentaje (%) respecto del total de respuestas

Categorías	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
0.1	10(1,5)	42(6,4)	34(5,2)	31(4,7)	7(1,1)
0.2	287(43,9)	14(2,1)	279(42,7)	64(9,8)	439(67,2)
0.3	7(1,1)		23(3,5)	6(1,1)	
0.4	34(5,2)	322(49,3)	40(6,1)	247(37,8)	12(1,8)
0.5	5(0,8)	5(0,8)	24(3,7)	44(6,7)	20(3)
1.1	251(38,5)	94(14,4)	169(25,9)	209(32)	120(18,4)
1.2		112(17,2)		9(1,4)	
2.1	59(9,0)	64(9,9)	84(12,9)	43(6,6)	55(8,4)

Nota. La descripción detallada de categorías puede verse en la metodología.

El análisis descriptivo realizado a partir del cálculo de la *puntuación media del ítem para los distintos gráficos y su dispersión*, mediante la asignación de 0, 1 o 2 puntos según respuesta incorrecta, parcialmente correcta o correcta, respectivamente (Tabla 8.2), confirma lo ya observado en el análisis de frecuencias, oscilando dichas puntuaciones medias entre el 0,35 para el pictograma y el 0,57 para el diagrama de barras. Presumiblemente lo más llamativo es la puntuación media total para el ítem, y es que, sumando todas las puntuaciones obtenidas para los distintos gráficos en el ítem, los futuros maestros alcanzan una puntuación media de 2,41 (desviación estándar de 1,817), con un 92,8% con puntuaciones inferiores o iguales a 5 y un 99,7% inferiores o iguales a 8 (sobre un máximo de 10), por lo que podemos considerar los resultados como muy deficientes de forma global.

Tabla 8.2

Análisis descriptivo del tipo de respuesta para cada gráfico y suma de los resultados

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. estándar
Gr. barras	0	2	0,57	0,654
Gr. sectores	0	2	0,51	0,668
Gr. líneas	0	2	0,52	0,713
Gr. áreas	0	2	0,47	0,617
Pictograma	0	2	0,35	0,630
Suma Total	0	10	2,41	1,817

Fuente: elaboración propia

Para analizar si existe correlación entre las respuestas dadas al ítem para los distintos gráficos estudiados se muestra a continuación el análisis de correlaciones mediante *el coeficiente Tau-b de Kendal*. En la Tabla 8.3 se observa que no existe correlación entre las respuestas dadas a la tarea para el gráfico de líneas con las aportadas para el de barras, ni el de sectores ni el de áreas, no observándose tampoco esta entre el diagrama de líneas y de áreas. Para el resto, se observan correlaciones muy bajas (entre 0 – 0,19) o baja solo en el caso de las respuestas al ítem en el gráfico de barras con aquellas dadas para el gráfico de sectores (0,231).

Tabla 8.3

Correlaciones Tau-b de Kendall entre las distintas tareas

		Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras	Tau-b		0,231	0,052	0,042	0,098
	p-valor		0,000	0,150	0,251	0,008
Gr. sectores	Tau-b			0,016	0,151	0,161
	p-valor			0,653	0,000	0,000
Gr. líneas	Tau-b				0,055	0,109
	p-valor				0,136	0,003
Gr. áreas	Tau-b					0,125
	p-valor					0,001
Pictograma	Tau-b					
	p-valor					

Fuente: elaboración propia

La prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas (Tabla 8.4) indica que, para un nivel de confianza del 95%, no existen diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes a la tarea cuando esta se realiza sobre el gráfico de barras, de sectores o líneas, así como tampoco se constatan diferencias en el resultado de la tarea entre el diagrama de áreas con el de sectores o con el de líneas.

Tabla 8.4

Prueba Wilcoxon para muestras relacionadas, p-valor

	Gr. barras	Gr. sectores	Gr. líneas	Gr. áreas	Pictograma
Gr. barras		0,093	0,221	0,006	0,000
Gr. sectores			0,884	0,120	0,000
Gr. líneas				0,110	0,000
Gr. áreas					0,002
Pictograma					

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, considerando los grupos de bajo y alto rendimiento a partir del cálculo de los percentiles $P_{25}=1$ y $P_{75}=3$, se detallan los *índices de dificultad y discriminación* que tiene la tarea entre los participantes de estudio y, comprobando la normalidad de los datos, mediante el *contraste de hipótesis T para muestras independientes*, se estudia si existen diferencias significativas entre las respuestas aportadas según tipología de alumno. Como se muestra en la Tabla 8.5 se obtiene un índice de dificultad muy bajo, por tanto, la respuesta resulta muy difícil para los futuros profesores, en especial para el gráfico de áreas. Por tanto, explicar el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en los distintos gráficos es una tarea difícil para los estudiantes, independientemente del tipo de representación utilizada. En el caso del índice de discriminación, los valores de las tareas presentan unos valores bajos, o muy bajos en el caso de las dos últimas representaciones, lo que indica que estas no discriminan entre los grupos de estudiantes de alto y bajo rendimiento. Por tanto, dado estos dos índices, los resultados señalan que la tarea es difícil tanto para aquellos que finalmente obtuvieron puntuaciones “altas” como para los que obtuvieron puntuaciones bajas, debido principalmente, como se vio en el análisis de frecuencias, al bajo porcentaje de acierto. Los resultados obtenidos en el contraste de análisis de discriminación por rendimiento indican que, aunque la discriminación es baja, se ha de rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias en todas las tareas, por tanto, existen diferencias significativas entre los grupos de alto y bajo rendimiento.

Tabla 8.5

Índices de dificultad y discriminación por rendimiento para P_{25} - P_{75} y contraste de hipótesis T para muestras independientes P_{25} - P_{75}

	I. dificultad	I. discriminación	t	p-valor
Gr. barras	0,11	0,20	-14,443	0,000
Gr. sectores	0,12	0,22	-18,079	0,000
Gr. líneas	0,16	0,30	-11,997	0,000
Gr. áreas	0,08	0,15	-13,102	0,000
Pictograma	0,10	0,19	-12,468	0,000

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Si atendemos a cualquiera de las definiciones de alfabetización estadística, basadas en su mayoría en la actitud crítica hacia los datos, los resultados muestran una deficiente alfabetización estadística por parte de los futuros profesores de Educación Primaria. La evaluación muestra que no han desarrollado la capacidad de cuestionar y evaluar críticamente la información estadística contenida en los gráficos estadísticos propuestos, así como de los elementos circundantes y contexto. Actitudes que, como señalan Gal y Ograjenšek (2017), son importantes que todos los ciudadanos adopten si se desea comprender más profundamente cómo se derivan ciertas conclusiones, o cuán creíbles son los datos.

El análisis descriptivo indica que los futuros profesores realizan interpretaciones de la noticia sin tener en cuenta la información estadística presente en ella o en el caso de utilizarla, en un porcentaje preocupante, la malinterpreta. Además, en un porcentaje muy bajo los estudiantes son capaces de identificar los sesgos de las gráficas, apenas supera el 27% en el caso del diagrama de sectores y solo en el caso del gráfico de líneas el porcentaje alcanzó un 12,9% de respuestas correctas. Si nos basásemos en la realización de la tarea únicamente para dicho diagrama, estos alumnos pertenecerían al nivel “alfabetización estadística crítica” descrito por Weiland (2017), ya que son capaces de dar sentido al lenguaje de la noticia, criticar la información, estadística o no, presente en ella y dar argumentos basados en los datos en diversos contextos de la sociedad. Sin embargo, la puntuación media global es de 2,41, lo cual indica que a lo sumo los participantes contestan correctamente a un solo gráfico, de media, por lo que no poseen una disposición crítica hacia la información representada mediante gráficos estadísticos. En la misma línea, el análisis de los índices de dificultad y discriminación indican una alta dificultad y baja discriminación de las tareas para los futuros profesores, independiente del tipo de gráfica. Ello revela que, aún así, existen diferencias entre los grupos de alto y bajo rendimiento y que la dificultad es patente en ambos grupos. En resumen, los futuros profesores participantes en el estudio muestran una baja actitud de cuestionamiento hacia los datos presentes en las noticias. Lo que los lleva a no evaluar críticamente la información estadística, presentando argumentos no apoyados en el cuestionamiento de los datos y sí en sus creencias sobre el medio de comunicación o el contexto de la noticia.

Estos resultados inciden en la necesidad de fomentar la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, puesto que, de lo contrario, puede que no logren ser competentes en su futura tarea como docentes, especialmente a la hora de formar ciudadanos estadísticamente cultos, a pesar de la inclusión y refuerzo de la alfabetización estadística en los currículos (Ben-Zvi y Makar, 2016). Como señala Gal (2002), se ha de fomentar la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística por parte de los ciudadanos, y en especial de aquellos encargados de formarlos. Y para ello, se necesita fomentar el cuestionamiento y la disposición crítica hacia la información basada en datos que permita fundamentar las interpretaciones que de ellos se realicen. En este sentido, y en sintonía con otras investigaciones previas (Espinel et al., 2009), se recomienda el uso de datos reales en su formación, extraídos de contextos cercanos, que promuevan un aprendizaje significativo en los futuros maestros, en aras de la promoción desde la escuela de la postura crítica hacia los mensajes estadísticos que inundan nuestra vida.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del proyecto B-SEJ-063-UGR18 y del Grupo SEJ-622 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Bauman, Z. (2005). *Modernidad y ambivalencia* (Vol. 44). Anthropos Editorial.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Springer.
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). International Perspectives on the Teaching and Learning of Statistics. En *The Teaching and Learning of Statistics* (pp. 1-10). Springer International Publishing.
- Contreras, J. M, Molina-Portillo, E. Godino, J. D., Rodríguez-Pérez, C. y Arteaga, P. (2017). Funciones semióticas críticas en el uso de diagramas de barras por los medios de comunicación. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso International Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*.

- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44–49.
- Espinel, M., González, M., Bruno, A. y Pinto, J. (2009). Las Gráficas Estadísticas. En L. Serrano (Ed.), *Tendencias actuales de la investigación en Educación Estocástica* (pp. 57-74). Universidad de Granada.
- Frankenstein, M. (1989). *Relearning mathematics: a different R – radical maths*. Free Association Books.
- Frankenstein, M. (1998). Reading the World with Math: Goals for a Critical Mathematical Literacy Curriculum. En E. Lee, D. Menkart, M. Okazawa-Rey (Eds.) *Beyond Heroes and Holidays: A Practical Guide to K-12 Anti-Racist, Multicultural Education and Staff Development*. Network of Educators on the Americas.
- Gal, I. (2000). *Adult Numeracy Development: Theory, Research, Practice. Series on Literacy: Research, Policy, and Practice*. Hampton Press.
- Gal, I (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gal, I. y Ograjenšek, I. (2017). Official Statistics and Statistics Education: Bridging the Gap. *Journal of Official Statistics*, 33(1), 79-100.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Hofstadter, D. (2008). *Metamagical themas: Questing for the essence of mind and pattern*. Basic books.
- Holmes, P. (1980). *Teaching Statistics 11-16*. Schools Council and Foulsham Educational.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 575-596). Macmillan.
- MEC (2006a). *Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria. Ministerio de

Educación y Ciencia.

MEC (2006b). *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre*, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Ciencia.

MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre*, por el que se establece la estructura de bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas. Ministerio de Educación y Ciencia.

MEC (2014a). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Ciencia.

MEC (2014b). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación y Ciencia.

Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Godino, J. D. y Díaz-Levicoy, D. (2017). Interpretación crítica de gráficos estadísticos incorrectos en la sociedad de la comunicación: un desafío para futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias, Esp.*, 4787-4792.

Murray, S. y Gal, I. (2002). Prepararse para la diversidad en la alfabetización estadística: implicaciones institucionales y educativas. En *Actas de la Sexta Conferencia Internacional sobre Enseñanza de Estadística*. IASE.

Orcutt, J. D. y Turner, J.B. (1993). Shocking numbers and graphic accounts: Quantified images of drug problems in the print media. *Social Problems*, 40(2), 190-206.

Pfannkuch, M. y Ben-Zvi, D. (2011). Developing teachers' statistical thinking. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education*. New York: Springer.

Schild, M. (1999). Statistical literacy: Thinking critically about statistics. *Of Significance*, 1(1), 15-20.

Schild, M. (2000). Statistical literacy and mathematical reasoning. *Proceedings of the Ninth International Conference on Mathematics Education (ICME-9)*.

Sutherland, S. y Ridgway, J. (2017). Interactive visualisations and statistical literacy. *Statistics education research journal*, 16(1), 26-30.

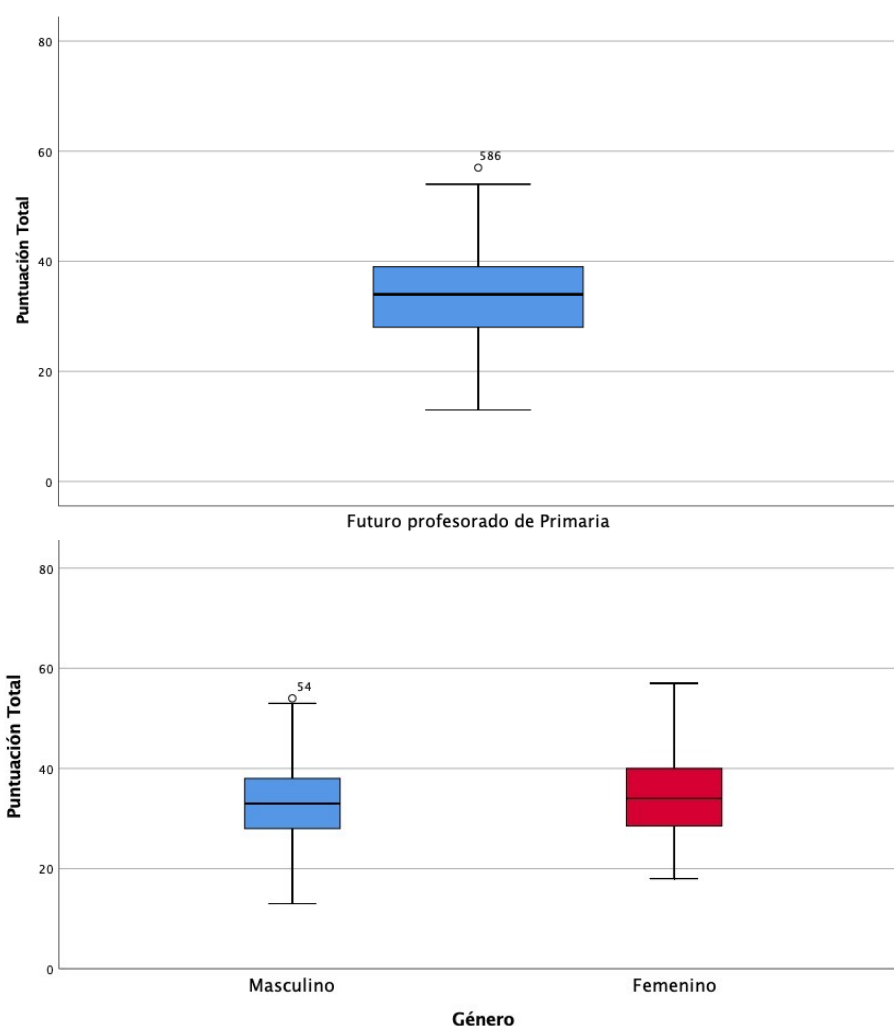
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2nd ed.). Graphics Press.
- Wainer, H. (2000). *Visual revelations: Graphical tales of fate and deception from Napoleon Bonaparte to Ross Perot*. Erlbaum.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. En I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The assessment challenge in statistics education* (pp. 107–121). IOS Press and The International Statistical Institute.
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 33-4

4.3 Resultados globales

Para dar respuesta al objetivo de este estudio, cuya finalidad última es valorar el grado de alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, se ha calculado la variable puntuación total, con valores entre 0-80. La Figura 12 muestra la distribución de esta variable mediante un gráfico de cajas, en el cual se observa que en general, los futuros profesores manifiestan una baja alfabetización estadística. En concreto, el 77,6% de ellos no consiguen alcanzar la puntuación total de 40 puntos en la realización del cuestionario completo. Asimismo, destaca también que el máximo de 57 (sobre 80) alcanzado por un solo estudiante, considerándose este como dato atípico.

Figura 12.

Distribución de puntuación total sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros de forma global y por género



Fuente: elaboración propia

En la figura anterior (Figura 12), el análisis en función del género de los participantes indica mejores resultados en el caso de las mujeres. Ellas obtienen en un 25,8% resultados mayores a 40, considerándose por tanto estadísticamente alfabetizadas, frente al caso de los hombres que lo hacen en apenas un 16,9%. Es llamativo que se encuentre el mismo número de estudiantes con porcentaje de puntuaciones superiores a 50 en ambos sexos (solo tres en ambos casos).

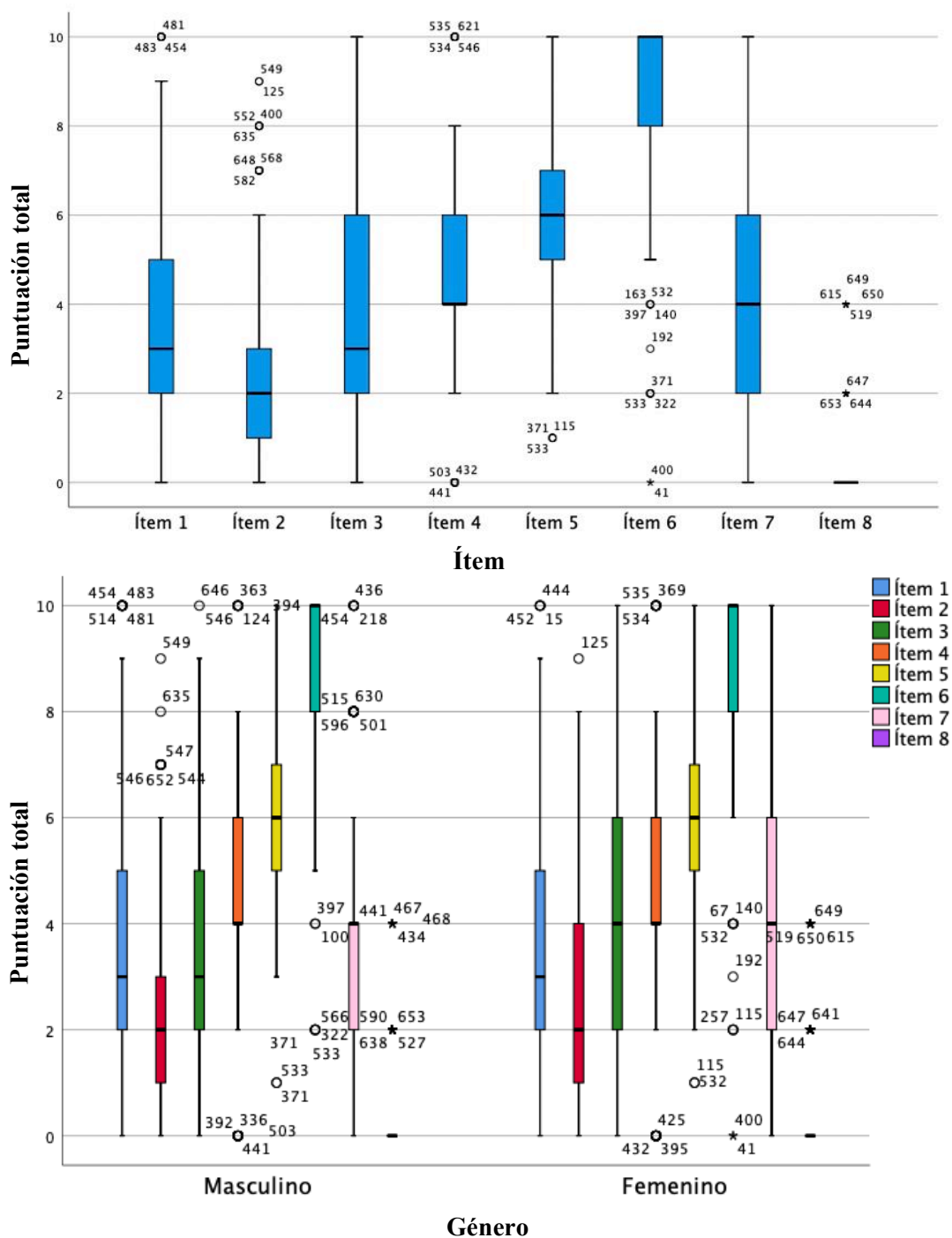
En el caso de la distribución de la puntuación total en función de cada ítem (Figura 13), con un máximo de 10 puntos en cada uno de ellos, se observa una gran variabilidad en las respuestas, en especial en los ítems 3, 7 ('tendencia' y 'otro gráfico', respectivamente) y en menor medida el 1 'resumen'. En su caso, y en el ítem 3 un porcentaje alto de los valores son bajos (mediana por debajo de 3). Sin embargo, en los ítems 2, 4, 5 y 6 ('interés', 'procedencia', 'gráfico correcto' y 'tabla', respectivamente) la dispersión de las puntuaciones es algo menor, entre los 5 y 8 puntos. Destaca las puntuaciones totales obtenidas en el ítem 6 ('tabla'), con prácticamente todas las puntuaciones superiores a 5 puntos y el 75 % de ellas con valores iguales o superiores a los 8 puntos. Las puntuaciones totales también se consideran buenas para el ítem 5 ('gráfico correcto'), donde prácticamente 75% de los participantes obtuvieron valores superiores a 5 puntos, y el 50 % de ellos superior a 6. En sentido totalmente opuesto se pone de manifiesto las puntuaciones totales obtenidas para el ítem 8 ('otra forma'), donde, exceptuando valores considerados como datos anómalos, la puntuación total sobre este es de 0 (e.d., no realiza correctamente la actividad en ninguno de los gráficos).

En el mismo análisis según género (Figura 13), los resultados son similares en ambos grupos en el ítem 1, 4, 8 ('resumen', 'procedencia' y 'otra forma', respectivamente) y, en menor medida, en el ítem 6 ('tabla'), con un valor mínimo de 1 punto superior en el caso de las mujeres, y en el 5 ('gráfico correcto') en sentido opuesto. En el caso del ítem 3 ('tendencia'), la dispersión de las mujeres es un punto superior al de los hombres, llegando al máximo de 10 (en el caso de los hombres los resultados superiores a 9 se consideran atípicos). Algo parecido ocurre en el caso del ítem 2 ('interés'), en el que las mujeres tienen una dispersión 2 puntos mayor y alcanzan la puntuación de 8, a diferencia de la puntuación máxima alcanzada por los hombres que tiene un valor de 6 puntos. El ítem que mayor diferencia presenta es el 7 ('otro gráfico'), donde la dispersión de las mujeres es de 10 puntos frente a la de los hombres que es de 6 (los superiores se consideran valores atípicos). En este caso, el 25% de las mujeres con

mayor puntuación tiene valores superiores a 6 y en el caso de los hombres este porcentaje obtiene entre 4 y 6.

Figura 13.

Distribución de puntuación total sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros de forma global según ítem, y según género e ítem



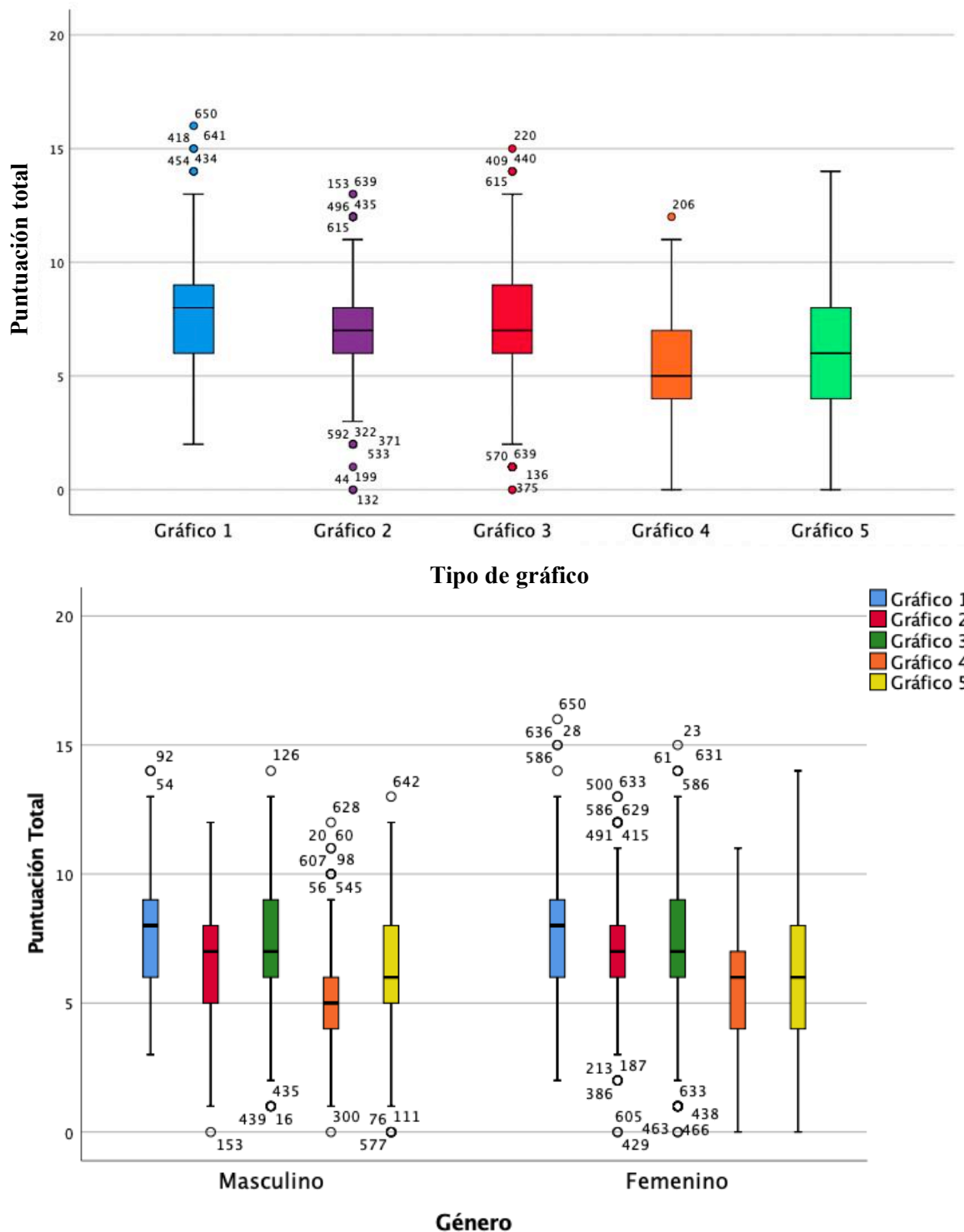
Fuente: elaboración propia

En el caso de la distribución total según tipología de gráfico (Figura 14), con un máximo de 16 puntos en cada uno de ellos, se obtiene una dispersión semejante para el gráfico de barras y de líneas (Gráfico 1 y 3), con puntuaciones entre 3 y 13 puntos, salvo valores atípicos, y similar al gráfico de áreas y pictograma (Gráfico 4 y 5), con valores más bajos en ambos casos y puntuación total máxima superior en el caso del pictograma. En una escala inferior de dispersión, encontramos el diagrama de sectores (Gráfico 2), con valores comprendidos entre los 4 y los 11 puntos. En el diagrama de sectores, áreas y pictograma (Gráficos 2, 4 y 5, respectivamente) se evidencia una mayor dificultad, ya que el 75% de los participantes no alcanzan el valor mínimo de 8 puntos requeridos para ser considerados como estadísticamente alfabetizados. En los otros dos casos, solo el 25% de los participantes con mayores valores para la puntuación total alcanza o supera el valor de 9 (sobre 16). En resumen, los resultados son similares para todos los gráficos estudiados, no percibiéndose que el tipo de gráfico afecte a los resultados obtenidos y observándose, con pequeñas diferencias, que los mejores resultados se consiguen en el gráfico de barras adosadas (Gráfico 1) y los peores para el diagrama de áreas (Gráfico 4).

Realizando el mismo análisis en función del género de los participantes, no se observan grandes diferencias en la puntuación total obtenida según el tipo de gráfico estudiado. En concreto la distribución de la puntuación total es prácticamente igual en el gráfico de barras adosadas y de líneas (Gráfico 1 y 3) en ambos géneros. Se observan diferencias en cuanto a la dispersión y rango intercuartílico en dichas puntuaciones para el diagrama de sectores y pictograma (Gráficos 2 y 5), siendo mayor ambas medidas en el caso de los hombres para el primero de ellos y mayor en las mujeres en el caso del pictograma, y manteniéndose en ambos casos la mediana igual para ambos grupos analizados. Algo similar se produce en el gráfico de áreas (Gráfico 4), en el cual su dispersión y rango intercuartílico, así como la mediana de dichas puntuaciones totales, es mayor en las mujeres.

Figura 14.

Distribución de puntuación total sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros según tipo de gráfico, y según tipo de gráfico y género

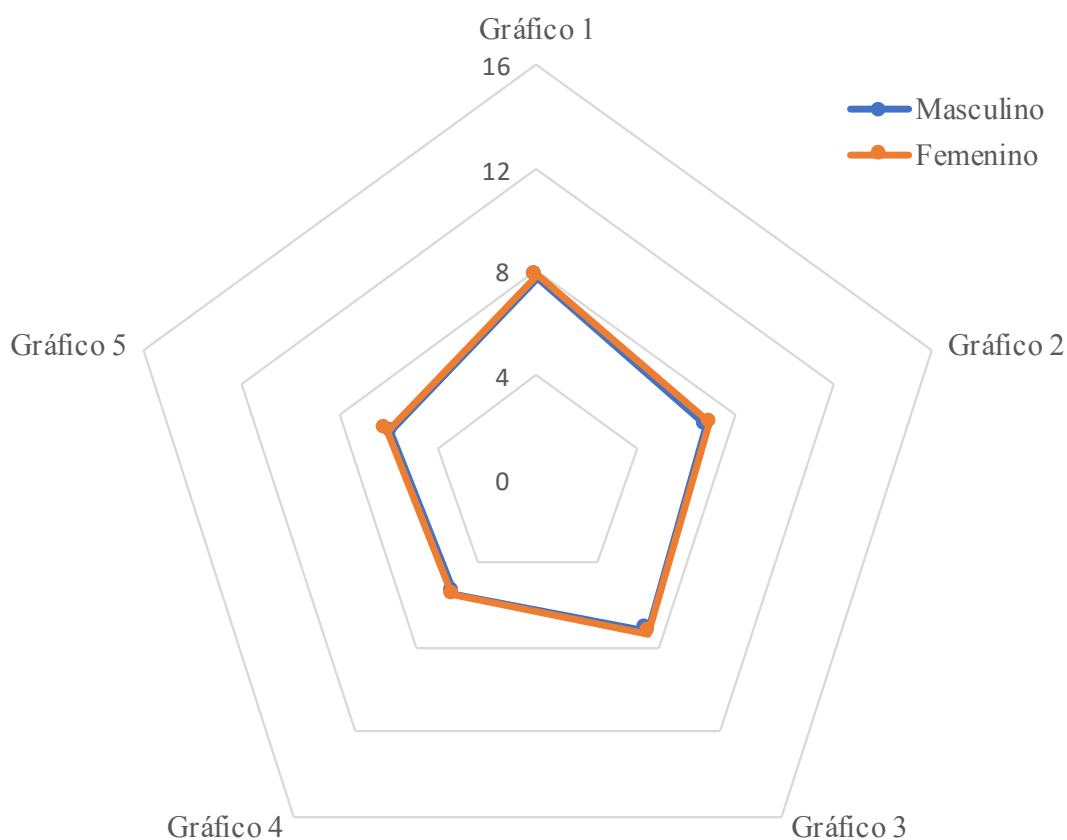


Fuente: elaboración propia

No obstante, a pesar de las diferencias descritas en la distribución de la puntuación total según género y tipología de gráfico de estudio, así como las mencionadas en la distribución de tales puntuaciones según género e ítem analizado, las puntuaciones totales medias obtenidas en ambos grupos en sendos ámbitos de estudio son muy semejantes, como se muestra en la Figura 15 y 16, respectivamente.

Figura 15

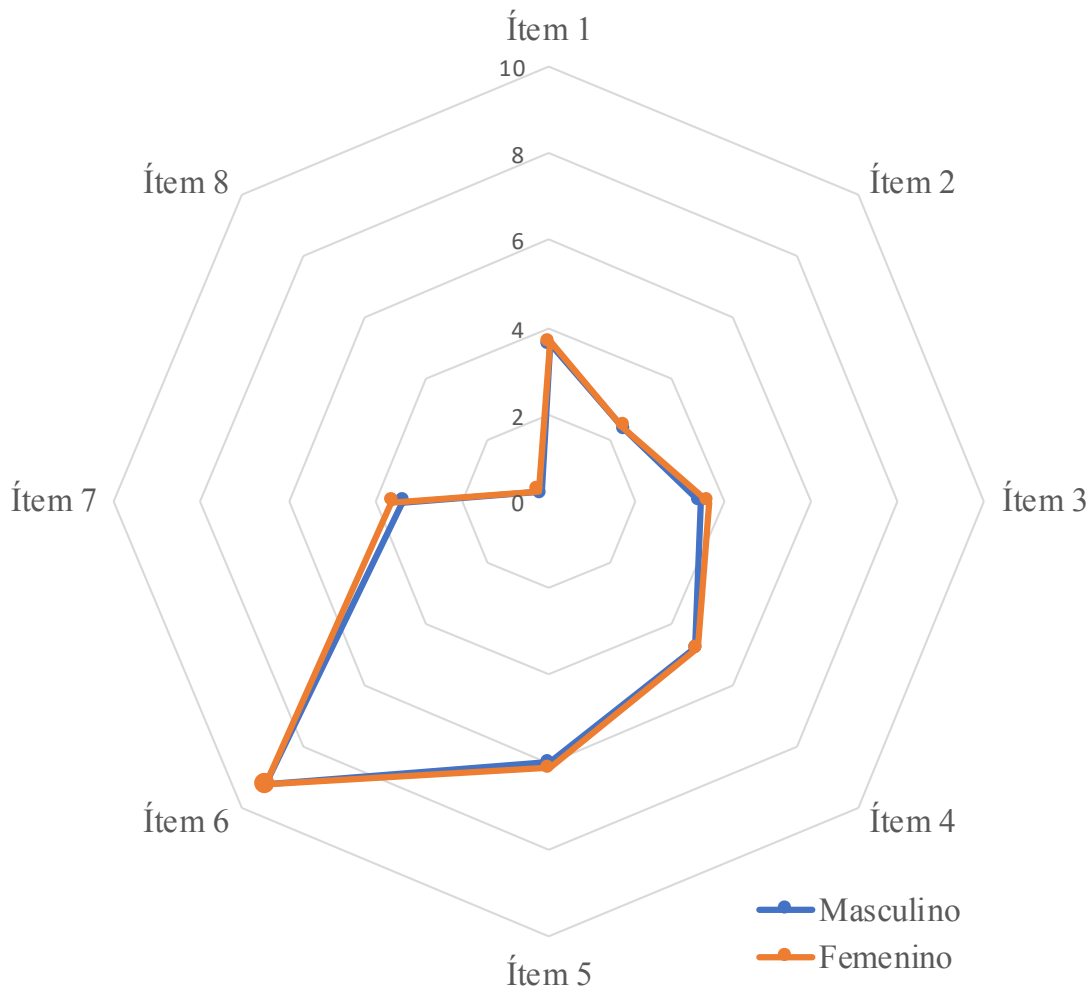
Puntuación total media sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros según tipología de gráfico y género



Fuente: elaboración propia

Figura 16

Puntuación total media sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros según género e ítem de estudio



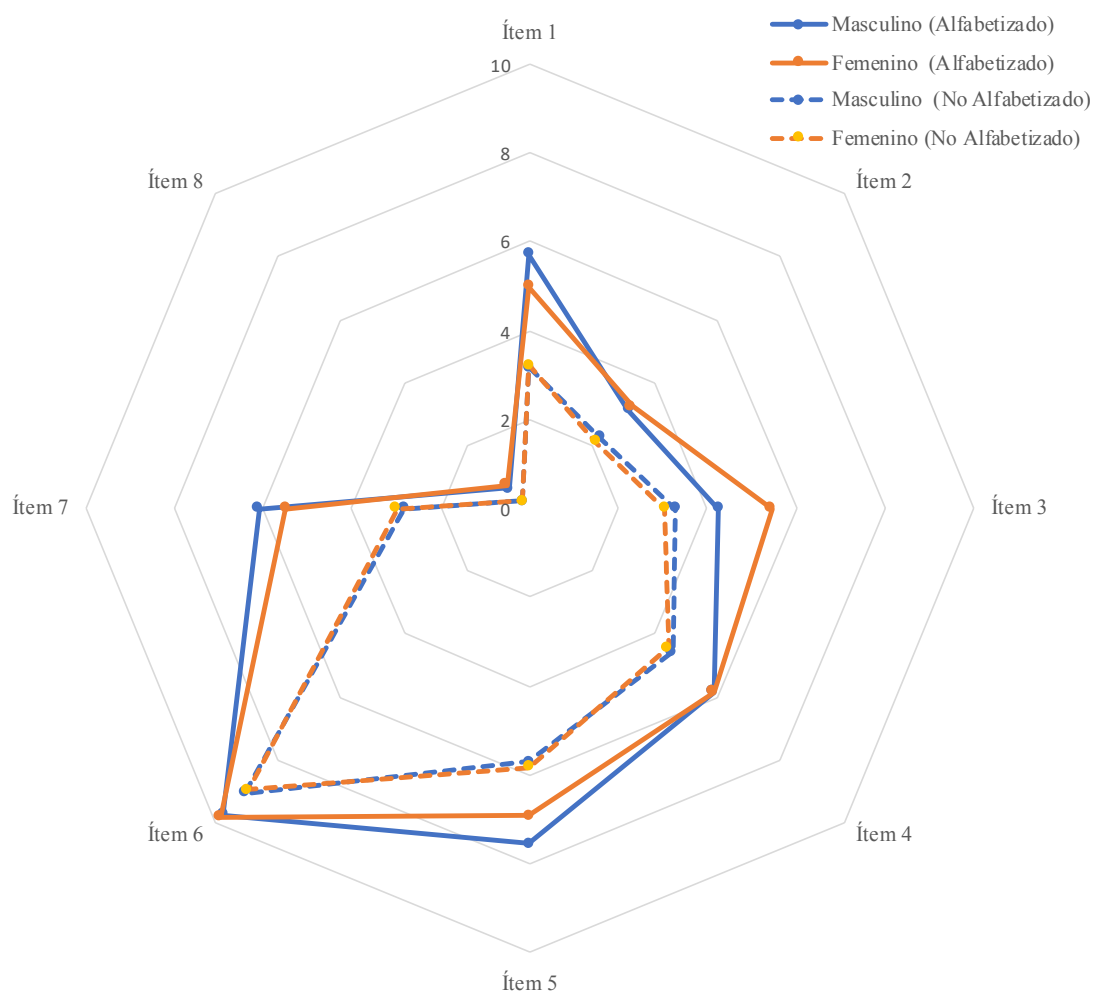
Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la variable alfabetización. Atendiendo a la puntuación total sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros (Figura 12), se ha obtenido un porcentaje del 22,4 % de participantes que han obtenido puntuación total mayor o igual a 40 puntos, considerando estos en la categoría de estadísticamente alfabetizados y un 77,6 %, con puntuación menor, los cuales han sido categorizados como no alfabetizados estadísticamente. En la primera categoría, se tiene un 70,5 % de mujeres y el 29,5 % de hombres, mientras que, la categoría de no alfabetizados se distribuye según género en un

58,4 % de mujeres y un 41,6 % hombres. Como se muestra a continuación, aunque es mayor el número de mujeres en ambas categorías, las puntuaciones totales medias para alfabetizados y no alfabetizados, segmentado por género, son similares tanto para los gráficos analizados (Figura 17) como en los ítems estudiados (Figura 18).

Figura 17

Puntuación total media sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros según alfabetización, género e ítem de estudio



Fuente: elaboración propia

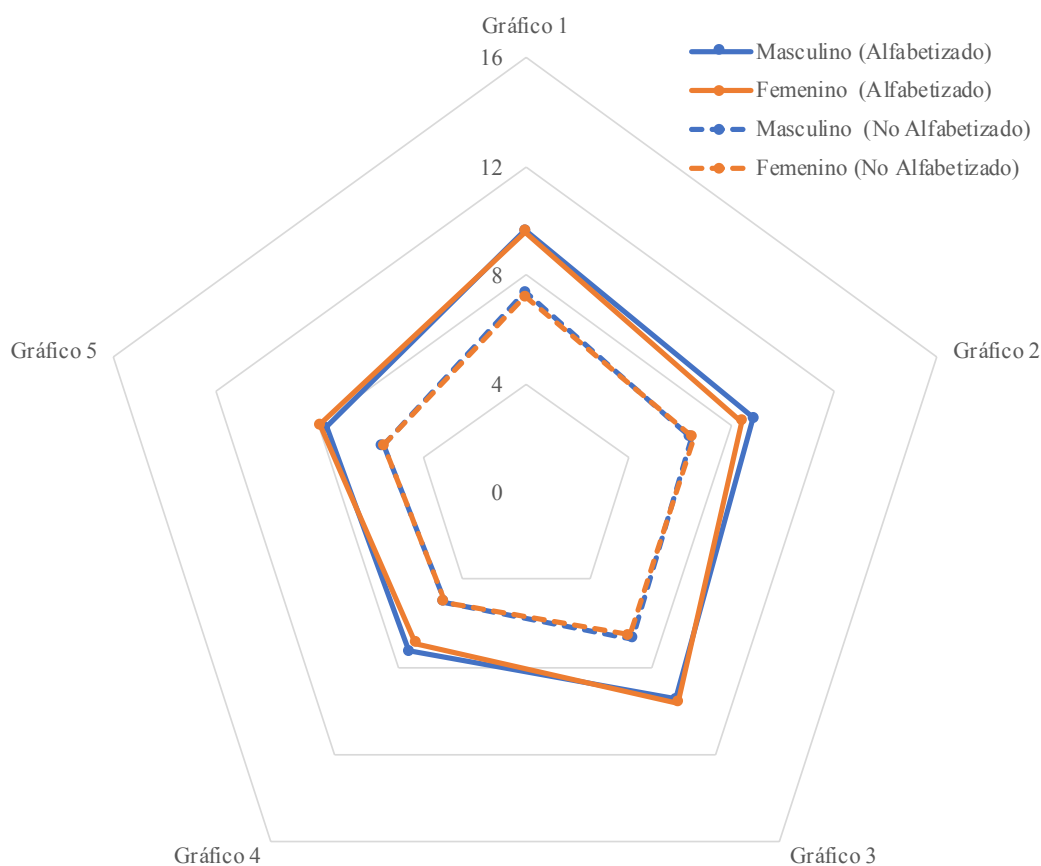
Como se observa, aun en la categoría de participantes estadísticamente alfabetizados la media de las puntuaciones totales obtenidas indica claramente que no se responde correctamente al ítem 8 ('otra forma') ni ítem 2 ('interés') ni y, en el caso de los hombres, al ítem 3 ('tendencia'). Por el contrario, el análisis de dichas puntuaciones medias indica que en la categoría de participantes no estadísticamente alfabetizados se

logra responder con mucho éxito al ítem 6 (‘tabla’), y de forma adecuada al ítem 5 (‘gráfico correcto’) o casi adecuada al ítem 4 (‘procedencia’).

Finalmente, de la representación de las puntuaciones totales medias según alfabetización, género y tipología de gráfico estudiado (Figura 18) se desprende que aquellos participantes en la categoría de estadísticamente alfabetizados no logran, de media, un análisis suficiente del gráfico de áreas. De igual forma se muestra que dicha puntuación en ninguno de los gráficos destaca hacia la excelencia, siendo quizás el gráfico de barras (Gráfico 1) y de líneas (Gráfico 3) el que mejor análisis ha producido en los participantes. Dichos gráficos también destacan como los mejores analizados, si bien no llegan a la puntuación media de alfabetización, en la categoría de participantes no alfabetizados estadísticamente, no observándose diferencias por género en ninguna de las categorías de análisis

Figura 18

Puntuación total media sobre el cuestionario de alfabetización estadística conseguida por los futuros maestros según alfabetización, género y tipología de gráfico estudiado



Fuente: elaboración propia

Capítulo 5.

CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones a partir de los principales resultados y su discusión obtenidos en los estudios presentados en el epígrafe anterior. En base a estos se argumenta la contribución de los distintos trabajos realizados a los objetivos específicos y, en virtud de la síntesis de resultados y los resultados globales obtenidos, se establecen las relaciones entre estos, concretando la contribución de cada uno de ellos a la consecución del objetivo general. En este punto se hará también una conexión con los objetivos del proyecto en el marco del cual se ha realizado la investigación, destacando las principales aportaciones del trabajo al ámbito de conocimiento en el que se ubica, así como las limitaciones que puede albergar.

5.1 Principales resultados. Contribución a los objetivos específicos

Como se ha mostrado en la presente investigación, la alfabetización estadística es un concepto que alberga distintas competencias necesarias para interpretar, argumentar, comunicar y debatir la información basada en datos tan común en nuestros días, así como para diferenciarla de aquella que no lo es. En este contexto, la educación obligatoria debería de presentar los elementos fundamentales implicados en la consecución de dichas competencias en el sentido descrito por Engel (2017), formar ciudadanos activos que puedan entender las estadísticas de la esfera pública (medios de comunicación, productores de estadísticas oficiales, etc.). En esta línea, distintas organizaciones nacionales como internacionales (ONU, OCDE, UNESCO), así como investigadores en el ámbito de didáctica de la estadística, bien de forma particular (Alsina, 2017; Alsina, 2019; Bryant y Nunes, 2012; Jones, 2005; Alsina et al., 2020; Franklin et al., 2005; Garfield y Ben-Zvi, 2007; Vásquez et al., 2020) o en el marco de diferentes proyectos de

investigación (ProCivicStat; ISLP), fomentan la inclusión de la estadística desde la educación obligatoria. Así, la alfabetización estadística es entendida como resultado esperado de la escolarización (Garfield y Ben-Zvi, 2007) habiéndose visto promovida en las normativas curriculares de educación obligatoria vigentes, entre ellas las españolas (Real Decreto 126/2014; Real Decreto 1105/2014).

No obstante, como se ha indicado dicho concepto es complejo y plural. En este sentido, el fomento de la alfabetización estadística en la escuela requiere del impulso de distintas destrezas y habilidades necesarias para alcanzarla. En esta línea, entre los modelos de alfabetización estadística descritos, el presente trabajo se fundamenta en el marco teórico descrito por Gal (2002). Bajo esta fundamentación teórica se sintetizan las componentes descritas en él en una serie de ítems para evaluar tanto dichas destrezas como el constructo en su sentido más amplio, en base a la interpretación y argumentación de gráficos estadísticos elementales extraídos de la prensa y la televisión, en aquellos que serán los encargados de transferir tal conocimiento en las aulas, los futuros profesores de Educación Primaria.

De esta forma, en base a la fundamentación adoptada, se obtiene el primer resultado de la investigación, el diseño de instrumento de recogida de información que permita cuantificar las competencias implícitas en él. En dicha herramienta se contemplan 8 ítems de respuesta abierta en virtud de los cuales poder evaluar la alfabetización estadística en futuros maestros. El cuestionario creado, desde sus versiones iniciales en la fase de pilotaje, indicaba dificultad en la evaluación crítica de los gráficos estadísticos elementales extraídos de medios de comunicación propuestos en ellas (Estudio 2). Los trabajos realizados en esta fase contribuyen a la consecución del primer objetivo específico contemplado, *‘Construir y validar un cuestionario orientado a evaluar la competencia de interpretación de gráficos estadísticos y adecuarlo para los futuros profesores’*. El cuestionario final es mostrado en la Sección 5.1 de este documento.

Partiendo de los ítems creados que conforman el cuestionario, se plantean una serie de estudios (Estudio 3 – Estudio 8) que permitan el análisis detallado de las componentes que en ellos se contemplan.

En el Estudio 3 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en el ítem 4 (‘procedencia’), cuyos requerimientos se enunciaban así: ‘Indica cuál es la fuente de procedencia de los datos y si consideras que la información es fiable’. En virtud de dicho

análisis, se contempla si los participantes activan sus denominadas ‘cuestiones preocupantes’, en base a las cuales hacer una evaluación crítica de la información que en las imágenes se proporciona. En concreto, el ítem se centra en solo dos de las cuestiones posibles cuya solución aparecía de forma explícita en los gráficos, o solo en algunos de ellos, o aparecían de forma implícita, o ni siquiera aparecía, en algunos de los gráficos estadísticos utilizados. Cuando la información solicitada no se encontraba de forma explícita en los gráficos (es decir, diagrama de sectores, pictograma y áreas), los participantes mostraban una baja capacidad para evaluar críticamente la información estadística mostrada en virtud de lo requerido. No obstante, cuando la solución al ítem se encontraba de forma explícita, aunque los resultados fueron mejores, en algunos casos se consideraba como fuente de procedencia de los datos al medio de comunicación que publicaba la noticia, denotando así no solo una baja evaluación crítica de la información estadística allí presente, sino también una incorrecta lectura de los gráficos estadísticos relacionada con la identificación de sus elementos básicos. Este hecho, en conjunción con la respuesta al requerimiento de estudiar la fiabilidad de la información mostró que, en estos casos, la activación de la evaluación crítica se producía en función de las creencias y actitudes personales respecto a la que consideraban la fuente de información. En síntesis, el estudio muestra baja postura crítica de los participantes y, de forma transversal, revela carencias en otras componentes del modelo que también se pretenden evaluar posteriormente, mostrando así las conexiones entre las distintas componentes a analizar. Los resultados globales realizados en el presente trabajo lo cuantifican, en línea con el estudio citado, con una puntuación total media de los participantes en torno a los 5 puntos para dicho ítem, si bien la distribución de esta se muestra asimétrica, con el 50% de los participantes con puntuaciones menores o iguales a 4 puntos. En base a lo expuesto se concluye el aporte de dicho estudio a los trabajos sobre lectura, interpretación y creación de gráficos estadísticos (Arteaga et al., 2011; Bruno y Espinel, 2009; Fernandes y Freitas, 2019; Espinel et al., 2008; González et al., 2011) en el ámbito de la alfabetización estadística, aportando información sobre esta componente de evaluación crítica usualmente descrita en los niveles superiores de alfabetización estadística en los modelos, como el propuesto Watson y Callingham (2003) o Weiland (2017).

En el Estudio 4 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en el ítem 3 (‘tendencia’), cuyos requerimientos se enunciaban así: ‘Indica si se observa alguna tendencia en la serie de datos. Justifica la respuesta’ o, en el caso del segundo gráfico,

‘¿Qué conclusiones se deducen de los datos? Justifica la respuesta’. En virtud de dicho análisis, se contempla si los participantes tienen destreza estadística en dos sentidos. El primero de ellos, y más básico, tiene que ver con la lectura literal de la información que aparece representada, mientras que el segundo se relaciona con la identificación de tendencias o la realización de inferencias a partir de los datos mostrados, relacionados con los niveles de lectura superiores en los modelos a ese respecto en el marco de la alfabetización estadística (Friel et al., 2001; Aoyama, 2007). Los resultados indicaron una deficiente lectura gráfica por parte del futuro profesorado de primaria, si bien se considera que curricularmente durante toda su formación los participantes han adquirido las destrezas suficientes al respecto. En consecuencia, centrándonos en los requerimientos explícitos del ítem de referencia, se concluye que es bajo el porcentaje que alcanza los niveles superiores de lectura gráfica. Así, se incide en la necesidad de fomentar la familiaridad con términos e ideas básicas relacionados con representaciones gráficas desde el nivel más básico de lectura de estos. Los resultados globales realizados en el presente trabajo lo cuantifican, en línea con el estudio citado, con una puntuación total media de los participantes inferior a 4 puntos, constatando que el 50 % de los participantes no alcanzan los 3 puntos en dicha puntuación total. Los resultados obtenidos van en línea de investigaciones previas sobre la lectura y construcción de gráficos estadísticos (Arteaga et al., 2011; Espinel et al., 2008; González et al., 2011), incidiendo en la necesidad de reforzar la información desde los niveles más básicos de esta. Notar que, destacan las puntuaciones tan bajas, en parte, porque se mide el nivel superior de dicha lectura gráfica.

En el Estudio 5 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en el ítem 1 (‘resumen’), cuyos requerimientos se enunciaban así: ‘El alumno ha de resumir la noticia indicando los datos representados y las relaciones que se establecen entre los mismos’. En virtud de dicho análisis, se contempla si los participantes poseen dos de las destrezas interrelacionadas que propone el modelo de Gal, las habilidades lingüísticas y el conocimiento del contexto. En concreto, nos referimos a la comunicación escrita de la información estadística representada mediante los gráficos analizados, así como la habilidad para argumentar y debatir tal información. Como ya se expresaba en el modelo de Gal (2002) en esta componente es fundamental el procesamiento de la información que facilita el texto circundante, tomando especial relevancia en el resumen que se hace el conocimiento de los contextos implícitos en las gráficas que se les presentan extraídas

de los medios de comunicación, por lo que no debiera quedarles muy lejanos. Del resumen realizado por el futuro profesorado de Educación Primaria evaluado se concluyó que estos poseían una baja habilidad lingüística a la hora de comunicar la información estadística. En concreto se observó que, o bien no interpretaban y evaluaban críticamente la información estadística, o bien no habían desarrollado la capacidad para discutir y comunicar tales resultados. En el primero de los casos, los participantes no llegan a realizar una lectura comprensiva de lo que se les presenta en dicho formato, provocando así errores de percepción o relacionados con la no identificación del texto circundante, y por tanto, tampoco del contexto. Por tanto, se observa también cierta dependencia implícita con la habilidad de lectura de gráficos estadísticos, por lo que los resultados del estudio anterior pueden tener, en parte, repercusión sobre este. Asimismo, en los resultados globales obtenidos, se muestra una puntuación media total de los participantes en el ítem de estudio que apenas alcanza los 4 puntos que, conociendo la asimetría que presenta la distribución de puntuaciones totales, arroja que el 75% de los participantes obtuvo puntuación menor o igual a 5, obteniendo un porcentaje del 50% de estos una calificación total menor a 3 puntos.

En el Estudio 6 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en el ítem 5 ('gráfico correcto'), cuyos requerimientos se enunciaban así: '¿Es un gráfico correcto para explicar la información? Justifica la respuesta'. En virtud de dicho análisis, se contempla si los participantes ponen en juego sus conocimientos y destrezas estadísticas, y también matemáticas, asociadas a la interpretación de la información que se representa mediante tales gráficos estadísticos. Por un lado, los participantes debían indicar la pertinencia de los gráficos observando la naturaleza de los datos representados y por otro, analizando los sesgos que presentan las imágenes, concluir si consideraban adecuado tal gráfico. En referencia al primer abordaje los resultados obtenidos por los participantes son muy buenos, lo cual podría corresponderse con un adecuado conocimiento de convenios específicos relativos a la tipología de cada gráfico. Sin embargo, la presencia de sesgos en estos, no es observada por gran parte de los participantes en algunos de los gráficos analizados, lo cual denota otras carencias al respecto. Estos mejores resultados encontrados en este ítem se cuantifican en los resultados globales del presente trabajo, mostrando una puntuación media total del ítem de 6 puntos y con el 75% de los participantes logrando una puntuación mayor o igual a 5.

En el Estudio 7 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en los ítems 6, 7 y 8 ('tabla', 'otro gráfico' y 'otra forma', respectivamente), cuyos requerimientos se enunciaban así:

- Representa la información usando una tabla.
- Representa la información usando un gráfico que consideres apropiado. Justifica la elección.
- Indica de qué otra manera (diferente a las anteriores), y cómo, se podrían analizar los datos para interpretar la información y obtener conclusiones.

En virtud de dicho análisis, se contempla las destrezas estadísticas basadas en su relación con la necesidad de los datos y cómo estos se producen, si bien como no se espera una realización mecánica, se puede observar también el conocimiento del contexto al dotar de significado en el cambio entre tales formas de representación. Los resultados indican una gran capacidad transnumerativa del formato gráfico al tabular, denotando una arraigada formación estadística en tabulación de datos, en línea con la investigación de Estrella y Olfos (2015). Sin embargo, en tal transformación no se muestran las dificultades encontradas en las representaciones originales, lo cual indica que no se extrae nueva información en la realización del proceso llevado a cabo, en línea con investigaciones de López-Huayhualla (2017). La capacidad de transnumeración de gráfico a otro gráfico diferente estuvo influenciada por el tipo de gráfico de estudio original, destacando la mitad de participantes que lo realizan correctamente cuando el gráfico primario es el diagrama de barras, sectores o pictograma. Sin embargo, lo que mostró mayor dificultad fue la transnumeración a otra forma diferente de sintetizar los datos, donde prácticamente ninguno de los participantes es capaz de realizar la tarea sobre ninguna de las gráficas presentadas. Más allá de constatar la falta de técnicas transnumerativas descritas por Chick (2004) utilizadas en este estudio, se considera que los resultados obtenidos hubiesen sido diferentes si se hubiese especificado las medidas de resumen que se solicitaban. Esto va en línea con la formación procedimental y basada en conceptos a la que se hace referencia en el presente documento (Eichler y Zapata-Cardona, 2016; Watson y Kelly, 2007), y de la cual el alumnado evaluado ha sido partícipe, provocando la falta de comprensión de lo que se solicita en el apartado. Las bondades o no, desveladas en este estudio son constatadas en los resultados globales donde las puntuaciones medias de los ítems superan la puntuación de 9 para el caso de la

transnumeración de gráfico a tabla (con el 75% de los participantes con puntuaciones totales mayores a 8 puntos), queda por debajo de 4 en el caso de que esta se produzca de gráfico a gráfico (con el 50% de estos con puntuaciones menores a 4) y es 0 en el caso de la transnumeración de gráfico a otra medida de resumen (con solo algún participante, tomado como dato atípico, que lo realiza correctamente sobre alguno de los gráficos trabajados).

En el Estudio 8 se analizan las respuestas del cuestionario aportadas en el ítem 2 ('interés'), cuyos requerimientos se enunciaban así: 'Explica el uso, interés e intencionalidad que puede tener la información mostrada en el gráfico'. En virtud de dicho análisis, se invita a los participantes a mostrar sus disposiciones en un sentido amplio. Claramente la respuesta a esta cuestión necesita una evaluación crítica de la información que se representa, al menos, en los tres puntos destacados y, claramente, invita a activar otras de las 'cuestiones preocupantes' (Gal, 2002), o las propias, así como la sensibilidad a errores inducidos por la representación visual de los datos (Tufté, 2001). En este estudio se reporta que los futuros profesores realizan interpretaciones de las noticias sin tener en cuenta la información estadística representada o que, en el caso de considerarla, es frecuente que se malinterprete. Esto muestra, en cualesquiera de los casos, una baja disposición de cuestionamiento hacia la información estadística basada en datos representada mediante gráficos estadísticos. Asimismo, se constata que los argumentos no son apoyados en el cuestionamiento de los datos sino en sus propias creencias sobre el medio de comunicación que lo publica o el contexto de la noticia. Los resultados globales realizados en el presente trabajo lo cuantifican, en línea con el estudio citado, con una puntuación total media de los participantes de 2,5 puntos para dicho ítem, con el 50% de los participantes con puntuaciones menores o iguales a 2 puntos, siendo muy pocos los participantes que alcanzan o superan los 5 puntos.

Todos los trabajos realizados en esta fase, incluidos en el apartado de resultados, contribuyen a la consecución del segundo objetivo específico contemplado en la presente investigación, '*Estudiar los elementos de la alfabetización estadística que urge fomentar en los futuros profesores de Educación Primaria*'. En este sentido los resultados reportados en los Estudios 6 y 7 (ítems 5 - 8) son moderadamente optimistas. En ambos se estudian convenciones y características conceptuales o procedimentales que son objeto de las normativas curriculares vigentes, por lo que los participantes muestran una cierta competencia respecto al contenido, a excepción del ítem 8 que es estudiado también en

el último de dichos estudios. Sin embargo, previamente se ha comentado que se cree que los resultados tan nefastos observados en el ítem 8 ‘otra forma’ se relaciona con la manera de enunciar los requerimientos. En este sentido, quizás realizando pilotajes que confirmen o rebatan tal afirmación, probablemente el refuerzo formativo de los futuros profesores debería enfocarse más a la interpretación y asimilación de los significados de las distintas medidas, manteniendo e intensificando el nivel formativo en cuanto a su concepción teórica y procedimientos de cálculo, que permitan obtener mejores resultados.

En dicho sentido apuntan también los resultados obtenidos en los Estudios 3 y 8, los cuales urgen un refuerzo de la formación de los futuros profesores de Educación Primaria que debe ir orientada a la evaluación crítica de la información estadística proporcionada por gráficos estadísticos, así como la activación de forma innata de las cuestiones relevantes al respecto. En este sentido destaca la recomendación de varios autores en el ámbito de conocimiento que nos ocupa que promueven la utilización en las escuelas de objetos estadísticos extraídos de contextos reales (Espinell et al., 2009; Makar y Fielding-Wells, 2011) en base a los cuales activar esa disposición crítica del que será futuro consumidor de información estadística de tales fuentes. Claramente dicho material los expondrá a muchas de las situaciones, iguales o parecidas, a las que tendrán que hacer frente en su vida diaria, pero en escenarios controlados, esto es, promoviendo desde la escuela la utilización de las herramientas estadísticas, argumentativas y expositivas adecuadas para la interpretación, evaluación, comunicación y debate de la información basada en datos estadísticos. De este punto se hacen eco también las normativas curriculares de educación obligatoria que desde la etapa de primaria insisten en una formación matemática basada en contextos reales y en la resolución de problemas. Centrándonos en la formación de los futuros maestros esto se debería propugnar con más celeridad, pues serán los encargados de proveer a su alumnado esos instrumentos estadísticos básicos para desenvolverse en la vida diaria.

No obstante, los resultados de los Estudios 4 y 5 no son nada alentadores. En ellos se evidencia una carencia de destrezas estadísticas y habilidades lingüísticas básicas para entender la información estadística que hoy se produce. Probablemente estos resultados, al igual que en el resto de estudios, estén influenciados por la presencia de diversos sesgos o errores en su fase de diseño o construcción. Sin embargo, en ninguno de estos se muestran las habilidades mínimas necesarias para considerar que los participantes están estadísticamente alfabetizados. No se observan habilidades lingüísticas que permitan una

lectura comprensiva de la información estadística representada mediante los gráficos analizados, así como tampoco una redacción expositiva adecuada de lo que allí se presenta. Esto influye, y es influido consecuentemente, por la baja de lectura gráfica que muestran los participantes, en la identificación de los elementos estructurales del gráfico, el análisis del contexto en el que se produce la noticia y en la constatación del texto circundante que contiene. Todo ello repercute en la identificación de los sesgos y errores que deben analizar, previamente mencionados.

Los resultados anteriores respaldan las hipótesis de partida planteadas en el plan de investigación de la presente tesis doctoral, que se muestran a continuación:

(H1) una buena competencia en los niveles inferiores de lectura gráfica, así como en la traducción del gráfico a una tabla de frecuencias o a otro gráfico.

(H2) las limitaciones de los participantes en la lectura crítica de gráficos estadísticos tales como identificar sesgos presentes en una representación gráfica, extraer la información verdaderamente relevante (y no necesariamente la destacada en su diseño), construir opiniones razonadas sobre la información expuesta y analizar críticamente la fuente de procedencia de los datos.

(H3) las dificultades de los futuros profesores de Educación Primaria en la expresión verbal y en el resumen comprensivo de la información recogida en los gráficos.

5.2 Consecución del objetivo general

Como se ha señalado, las componentes vinculadas con una adecuada alfabetización estadística coexisten de forma relacional. Este hecho queda reflejado en el planteamiento del modelo teórico adoptado y ha quedado evidenciado en los diferentes estudios. En ellos, si bien se tenía el foco de atención en cada uno de los ítems, relacionándose así con alguna de las componentes de forma principal, ha resultado inviable no hacer alusión a la influencia de otras componentes manifestadas con esta. En este sentido las evaluaciones parciales llevadas a cabo, así como la interacción en el conjunto de ellas permiten dar respuesta al objetivo general de esta investigación: ‘*evaluar la alfabetización estadística, mediante su evaluación en los gráficos estadísticos extraídos de medios de comunicación, en los futuros profesores de Educación Primaria*’.

En virtud de los distintos estudios aportados, así como también de los resultados globales mostrados en este documento, se concluye la baja alfabetización estadística de los que serán los encargados de transferirla a las aulas. En concreto, se obtuvo que el 77,6% de los futuros profesores no se encuentran en la categoría de estadísticamente alfabetizados. A este respecto no se observaron diferencias por género, y las diferencias entre los gráficos estudiados son muy sutiles. Sí se reportaron diferencias respecto a las puntuaciones totales y puntuaciones totales medias por ítem, lo cual ha sido ampliamente comentado tanto en los estudios planteados como en la sección anterior.

Cabe destacar que los resultados de la presente investigación se obtienen al analizar las componentes de alfabetización estadística del modelo de Gal (2002), sobre gráficos extraídos de los medios de comunicación que presentan algún tipo de sesgo en su edición. Este hecho sugiere tener demasiado peso en los resultados obtenidos, evidenciándose en los distintos estudios realizados, habitualmente, en la frecuencia que tienen las llamadas respuestas parcialmente correctas. Este tipo de respuestas contempla aquellas en las que se realiza la tarea que se les pide, pero que no se identifica los sesgos presentes en esta, provocando errores en su realización. De este modo cabría pensar que, si en los gráficos no apareciesen sesgos, los resultados obtenidos en la evaluación de los futuros profesores de Educación Primaria serían mucho más alentadores. Esto va en la línea de aquellas investigaciones que alertan del carácter conceptual y procedimental con el que hasta la actualidad se está desarrollando la materia en las escuelas, o aquellas que inciden en que aún hoy la estadística escolar es considerada como un capítulo marginal de las matemáticas por muchos profesionales. No obstante, tras esta reflexión se incide en la pertinencia de los gráficos utilizados ya que las competencias evaluadas, ser estadísticamente alfabetizado, debe repercutir en ser ciudadanos capaces de entender, argumentar, comunicar y discutir la información basada en datos, en su sentido más amplio e incluso más aún cuando esta no se ofrece con las garantías necesarias.

5.3 Conexión con el proyecto B-SEJ-063-UGR18

El estudio se enmarca en el proyecto B-SEJ-063-UGR18 de I+D+I en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 denominado *Desarrollo y transferencia de la cultura estadística en el ámbito de la educación obligatoria en Andalucía*, cuyo objetivo principal es evaluar y crear herramientas para fomentar la cultura estadística de los estudiantes andaluces de primaria y secundaria obligatoria. En este sentido, el trabajo se enfoca en uno de sus objetivos específicos

‘Evaluar y desarrollar los conocimientos didáctico-matemáticos de los futuros profesores de educación primaria y secundaria obligatoria, en relación a la enseñanza de la cultura estadística. Se pretende realizar algunos estudios puntuales de evaluación en relación con la comprensión y conocimientos de estos futuros profesores sobre cultura estadística’.

No obstante, por la amplitud del trabajo realizado, así como el nivel de detalle alcanzado, se cree que puede contribuir, al menos en parte, a otros dos de los objetivos de dicho proyecto. A continuación, se enuncian tales objetivos y la contribución de dicha investigación al respecto.

‘Analizar los contenidos relacionados con la alfabetización estadística del currículo de Primaria, ESO y determinar los elementos mínimos para que los consumidores puedan enfrentarse con garantías a la producción estadística producida por los medios de comunicación’.

Este objetivo se considera abordado en gran parte en el presente trabajo. En él se han analizado y determinado los elementos curriculares contemplados en la educación obligatoria al respecto, que se pueden consultar en la sección 1.2.

‘Diseñar herramientas que nos permita analizar las capacidades y conductas de los estudiantes, por un lado, y de los ciudadanos, por otro, a partir de los trabajos básicos del área’

El aporte a dicho objetivo se considera en virtud del instrumento diseñado. Así, dado el carácter cotidiano de la herramienta resultante de la presente investigación, en base a la cotidianidad del lenguaje que utiliza, las tareas que requiere, así como las fuentes de procedencia de la información analizada, se cree que esta puede servir, al menos como

base, para el diseño de la herramienta que se utilice en el análisis de la alfabetización estadística de estudiantes y ciudadanía en general.

5.4 Principales aportaciones

En relación al análisis de la normativa curricular relacionada con la estadística que tiene repercusión en el documento, este permite caracterizar los conocimientos teórico-prácticos que los participantes obtuvieron durante su etapa de educación obligatoria. Completando dicho análisis se aporta también información sobre la formación en estadística y su didáctica que han recibido hasta el momento, permitiendo así contemplar la formación específica relacionada con lo que se pretende evaluar.

Por su parte, otro de los aportes de la investigación es el diseño de una herramienta específica y validada para la evaluación de la alfabetización estadística de los futuros profesores de Educación Primaria, en base a esta normativa curricular descrita y al marco teórico de alfabetización estadística de referencia.

Dado que la literatura respecto a la alfabetización estadística vinculada a la interpretación de gráficos estadísticos habitualmente se ha realizado en base al nivel de lectura gráfica o su construcción, se cree que uno de los principales aportes de la presente investigación ha sido la evaluación integral realizada de la alfabetización estadística. Dicha evaluación en los futuros maestros, en base a la interpretación y evaluación de gráficos estadísticos extraídos de los medios de comunicación, se ha realizado mediante un estudio integral de todas y cada una de las componentes habitualmente descritas en los principales modelos de alfabetización estadística y, en concreto, en el modelo de Gal (2002). Por ende, las aportaciones realizadas durante el desarrollo del trabajo han sido constantes, dando un papel relevante e inédito a indagar de forma cuasi aislada, pero dentro de un marco integrado, el nivel de destreza de dichos futuros docentes en relación a las componentes descritas en el marco teórico. Fruto de dichos estudios parciales se ha reportado información específica en cuanto a la postura crítica y activación de sus disposiciones, así como manifestación de creencias y actitudes de los participantes, destrezas estadísticas y matemáticas varias vinculadas al nivel de lectura gráfica, transnumeración e identificación de sesgos, habilidades lingüísticas manifestadas en la comunicación de la información presente pero también en la lectura comprensiva de la información estadística albergada.

Para finalizar, otro de los aportes de la presente investigación es que, en conjunción con lo anterior, todas las componentes de la alfabetización estadística han sido evaluadas sobre una misma muestra permitiendo hacer comparaciones y estableciendo los puntos fuertes y debilidades detectadas en la evaluación de la alfabetización estadística con gran coherencia. Por otro lado, todas las evaluaciones sobre las distintas componentes de la alfabetización estadística, y por tanto también en su conjunto, han sido realizadas considerando las tipologías de gráficos estadísticos habituales en Educación Primaria sobre ejemplares extraídos de los medios de comunicación, de información basada en contextos reales. Esto se considera de gran interés por ser objetos estadísticos tomados del entorno, mostrando los requerimientos que conlleva analizar la información estadística y la información basada en datos tan presente en nuestros días, y por la eliminación de la influencia de la tipología de gráfico.

5.5 Limitaciones y futuras líneas de investigación

No obstante, caben destacar ciertos aspectos que pueden suponer ciertas limitaciones al estudio realizado.

La primera a la que hacemos referencia es respecto a las características de la muestra utilizada para dicha evaluación. En este sentido, si bien es cierto que la muestra posee un tamaño relevante, su obtención no es probabilística sino que, como suele ser habitual en la literatura del área, es a conveniencia. Esto permite hacer el estudio exploratorio-descriptivo llevado a cabo, pero no permite extender los resultados obtenidos de forma universal al conjunto de la población de estudio. En este sentido se consideran necesarias investigaciones futuras que aborden esta cuestión. Concretamente, estudios complementarios que utilicen muestreos aleatorios sobre la población de estudio, o cualquier otro tipo, que permitan poner de manifiesto las necesidades específicas de los maestros en formación con carácter general. O también estudios complementarios que consideren otras poblaciones de interés que afiancen o refuten los resultados obtenidos en la presente investigación.

Otra de las limitaciones del trabajo estaría en no haber abordado la dualidad existente en el marco de la estocástica. Sería deseable, y se contempla en el marco de la alfabetización estadística adoptado, poder extender el estudio a gráficos, objetos o conceptos que se vinculen a temas relacionados con el azar, la probabilidad y situaciones

aleatorias, situaciones que también se afrontan, al menos informalmente, en la vida diaria. Así, se contempla la posibilidad de continuar esta línea de investigación en este ámbito.

Igualmente se observa el hecho de no haber incluido en el instrumento de recogida de información variables sociodemográficas y lineamientos curriculares cursados, entre otras. Este hecho ha limitado el estudio de la influencia de tales variables, no siendo posible la identificación de perfiles o características asociadas a la alfabetización estadística reportada. En este sentido se contempla la recogida de este tipo de variables en investigaciones futuras.

Finalmente, aunque igualmente relevante, ha sido la limitación observada en la utilización de la cuantificación de las respuestas aportadas. En este sentido destaca que, la gran cantidad de información recogida y de carácter totalmente abierto, hace realmente complejo el abordaje cualitativo. No obstante, durante la elaboración del trabajo se ha observado la riqueza que producían tales respuestas por lo que una línea de investigación interesante al respecto sería el abordaje cualitativo del análisis realizado.

Con todo ello, las líneas de investigación sobre alfabetización estadística más cercanas pasan por participar de forma activa en la consecución de los distintos objetivos en el marco del proyecto en el que se realizó la presente tesis doctoral.

Bibliografía

- Aguilar, A., Carreño, E., Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., Flores, P., Montes, M. A. y Rojas, N. (2013). El conocimiento especializado del profesor de matemáticas: MTSK. *Actas Del VII CIBEM 2301(0797).*, 1986, 5063–5069. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2016.06.010>
- Alsina, Á. (2017). Contextos y propuestas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en Educación Infantil: un itinerario didáctico. *Revista Épsilon*, 34(95), 25–48.
- Alsina, Á. (2019). La estadística y la probabilidad en educación infantil: un itinerario de enseñanza. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Alsina, Á., Vásquez Ortiz, C. A., Muñiz-Rodríguez, L. y Rodríguez Muñiz, L. J. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Primaria. *Epsilon - Revista de Educación Matemática*, 104, 99–128.
- Aoyama, K. (2007). Investigating hierarchy of students' interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Educations*, 2(3), 298–318. www.iejme.com
- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/arteaga.pdf>
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G. y Contreras, J. M. (2011). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de Didáctica de Las Matemáticas*, 76, 55–67. <http://www.sinewton.org/numeros>

- Baron, J. (1988). Thinking and deciding. *Choice Reviews Online*, 27(1), 27-58.
<https://doi.org/10.5860/choice.27-0582>
- Ben-Zvi, D., Makar, K. y Garfield, J. (2017). *International handbook of research in statistics education*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>
- Ben-Zvi, D. y Makar, K. (2016). International perspectives on the teaching and learning of statistics. In D. Ben-Zvi y K. Makar (Eds.), *The Teaching and Learning of Statistics: International Perspectives* (pp. 1–10). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-23470-0_1
- Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics: Diagrams, networks, maps (WJ Berg, Trans.)*. The University of Wisconsin Press.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2009). Construction and evaluation of histograms in teacher training. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(4), 473–493. <https://doi.org/10.1080/00207390902759584>
- Bryant, P. y Nunes, T. (2012). *Children ' s understanding of probability A literature review*. Nuffield Foundation.
- Budgett, S. y Rose, D. (2017). Developing statistical literacy in the final school year. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 139–162.
- Chick, H. (2004). Tools for Transnumeration: Early Stages in the Art of Data Representation. In L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert y J. Mousley (Eds.), *Mathematics education research: Innovation, networking, opportunity (Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (Issue January, pp. 207–214). NSW: MERGA.
- Chick, H. L., Pfannkuch, M. y Watson, J. M. (2005). Transnumerative thinking: finding and telling stories within data. *Curriculum Matters*, 1, 87–108.
<https://doi.org/10.18296/cm.0063>
- Contreras, J. M., Molina-Portillo, E., Godino, J. D. y Batanero, C. (2017). Construcción de un cuestionario para evaluar la interpretación crítica de gráficos estadísticos por futuros profesores. In J. M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. L. Callejo y J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 207–216).

- Curcio, F. R. (1989). *Developing Graph Comprehension. Elementary and Middle School Activities*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre*, (2020), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Departamento de Didáctica de la Matemática. (2021a). *Guía docente para la asignatura de Bases Matemáticas para la Educación Primaria. Grado de Educación Primaria*. https://grados.ugr.es/primaria/pages/infoacademica/guias_docentes/curso-202021/2571113
- Departamento de Didáctica de la Matemática. (2021b). *Guía docente para la asignatura de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria. Grado de Educación Primaria*. Universidad de Granada. https://grados.ugr.es/primaria/pages/infoacademica/guias_docentes/curso-202021/2571127
- Eichler, A. y Zapata-Cardona, L. (2016). *Empirical Research in Statistics Education*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38968-4_1
- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44–49. <http://iase-web.org/Publications.php?p=SERJ>
- English, L. D. y Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM - Mathematics Education*, 50(1–2), 103–115. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0896-y>
- Espinel, M. C. Bruno, A. y Plasencia, I. (2008). Statistical graphs in the training of teachers. In C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference* (pp. 1–6).
- Espinel, M. C., González, M. T., Bruno, A. y Pinto, J. (2009). Las gráficas estadísticas. In L. Serrano (Ed.), *Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica* (pp. 57–74). Universidad de Granada.
- Estrella, S. y Olfos, R. (2015). Transnumeración de los datos: el caso de las tablas de frecuencia. *Conferencia Interamericana de Educación Matemática, CIAEM*.

- Fernandes, J. A. y Freitas, A. (2019). Selection and Application of graphical and numerical statistical tools by prospective primary school teachers. *Acta Scientiae*, 21(6), 82–97. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5344>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: a Pre-K-12 curriculum framework*. American Statistical Association. www.amstat.org/education/gaise.
- Friel, S. N., Curcio, F. R. y Bright, G. W. (2001). Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(2), 124. <https://doi.org/10.2307/749671>
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1–25. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. In *International Statistical Review*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x>
- González, M. T., Espinel, M. C. y Ainley, J. (2011). Teachers' Graphical Competence. In C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education. A joint ICMI-IASE study* (Vol. 14, pp. 187–197). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_20
- Groth, R. y Meletiou-Mavrotheris, M. (2018). Research on Statistics Teachers' Cognitive and Affective Characteristics. In *International handbook of research in statistics education* (pp. 327–355). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_10
- Jones, G. A. (Ed.). (2005). *Exploring Probability in School: Challenges for Teaching and Learning*. Springer.
- Kosslyn, S. M. (1985). Graphics and human information processing: A review of five books. *Journal of the American Statistical Association*, 80(391), 499–512. <https://doi.org/10.1080/01621459.1985.10478147>
- Makar, K. y Fielding-Wells, J. (2011). Teaching Teachers to Teach Statistical Investigations. In C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in*

- School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study* (Vol. 14, pp. 347–358). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_33
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching und learning*, (pp. 575–596). Macmillan.
- Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, Boletín Oficial del Estado (2014). <https://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, Boletín Oficial del Estado (2015). <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2013). *Manual para la elaboración de cuadros y gráficos estadísticos*. Dirección General de Planificación del Trabajo, San José, Costa Rica.
- Monteiro, C. y Ainley, J. (2007). Investigating the interpretation of media graphs among student teachers. *Education*, 2(3), 187–207. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.92048-8>
- Moore, D. (1990). Uncertainty. In L. A. Steen (Ed.), *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (pp. 95–137). National Academies Press.
- Moore, D. S. (1998). Statistics among the Liberal Arts. *Journal of the American Statistical Association*, 93(444), 1253–1259. <https://doi.org/10.1080/01621459.1998.10473786>
- Morales, P. (2009). *Análisis de ítems en las pruebas objetivas*. Universidad Pontificia Comillas.
- NCTM. (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Nicholson, J., Gal, I. y Ridgway, J. (2018). *Understanding Civic Statistics: A Conceptual Framework and its Educational Applications. A product of the ProCivicStat Project*. <http://iase-web.org/ISLP/PCS>

- Patahuddin, S. M. y Lowrie, T. (2018). Examining Teachers' Knowledge of Line Graph Task: a Case of Travel Task. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(4), 781–800. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9893-z>
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an Understanding of Statistical Thinking. In D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 17–46). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_2
- Pierce, R., Chick, H., Watson, J., Dalton, M. y Les, M. (2012). Trialling a professional statistical literacy hierarchy for teachers. In J. Dindyal, L. P. Cheng y S. F. Ng (Eds.), *Mathematics education: Expanding horizons (Proceedings of the 35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (Issue 2012, pp. 602–609). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information*. Graphics Press. <https://doi.org/10.1109/MPER.1988.587534>
- Vásquez, C., Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L. y Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para la Educación Secundaria. *Números*, 104, 217–238.
- Watson, J. y Callingham, R. (2003). Statistical literacy: A complex hierarchical construct. *Statistics Education Research Journal*, 2(2), 3–46.
- Watson, J. M. (1997). Assessing statistical literacy using the media. In I. Gal y J. B. Garfield (Eds.), *The Assessment Challenge in Statistics Education* (pp. 107–121). IOS Press and The International Statistical Institute. <https://doi.org/10.2307/2685944>
- Watson, J. M. y Kelly, B. A. (2007). Sample, random and variation: The vocabulary of statistical literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(4), 741–767. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9083-x>
- Watson, J. M. y Moritz, J. B. (2000). Development of understanding of sampling for statistical literacy. *Journal of Mathematical Behavior*, 19(1), 109–136. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(00\)00039-0](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(00)00039-0)
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 33–47.

<https://doi.org/10.1007/s10649-017-9764-5>