

Maestros en Formación Leen e Interpretan Gráficos Estadísticos

Prospective Teachers Read and Interpret Statistical Graphs

Audy Salcedo^{*a}; Jesús González^a; Amalio Sarco Lira^a; Johnnalid González^a

^aUniversidad Central de Venezuela, Venezuela.

*E-mail: audy.salcedo@ucv.ve

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar cómo maestros en formación leen e interpretan gráficos estadísticos. Los gráficos estadísticos son uno de los instrumentos que se utiliza para hacer llegar información de diversos temas a los ciudadanos. Los futuros maestros tienen una doble necesidad de leer e interpretar gráficos estadísticos, por su actuación como ciudadano común y como docente por la responsabilidad de enseñarlos en la escuela. A partir de una pregunta de PISA se construyó un cuestionario de cuatro preguntas. El cuestionario fue respondido por 77 maestros en formación que ya habían cursado la asignatura de estadística de su carrera. Las respuestas fueron analizadas y clasificadas, considerando la respuesta proporcionada y el argumento utilizado para justificarla. Los resultados indican que los docentes en formación logran un mejor rendimiento en la lectura literal de los datos del gráfico y su interpretación podría estar sesgada por posiciones personales. Aunque cursaron estadística con profesores diferentes, los grupos se comportan de manera homogénea respecto a las respuestas del cuestionario. Eso puede significar que ellos fueron expuestos a estrategias similares de enseñanza y evaluación de los contenidos de gráficos estadísticos. Probablemente sea necesaria revisar esas estrategias.

Palabras-clave: Gráficos Estadísticos. Maestros en Formación. Representación de Datos. Alfabetización Estadística. Matemáticas Educación Primaria.

Abstract

The objective of this research was to analyze how prospective teachers read and interpret statistical graphs. Statistical graphics are one of the instruments used to deliver information on various topics to citizens. Future teachers have a double need to read and interpret statistical graphs, for their performance as a common citizen and as a teacher for the responsibility of teaching them at school. From one question of PISA evaluation a poll with four questions was built. The questionnaire was answered by 77 prospective teachers who had already completed the statistics course at undergraduate course. The answers were analyzed and categorized considering the answer provided and the argument they used to justify it. The results indicate that future teachers achieve a better performance in literal reading of the data in graphs as their interpretation could be biased by personal believes. Although they have studied statistics with different teachers, the groups behave homogeneously with respect to the questionnaire responses. This may mean that they were exposed to similar strategies for teaching and evaluating the contents of statistical graphics. These strategies will might need to be reviewed.

Keywords: Statistical Graphs. Prospective Teachers. Data Representation. Statistical Literacy. Mathematics Primary Education.

1 Introducción

Actualmente el ciudadano consume información estadística a través de diversos medios. A diario puede obtener información estadística de diversa índole por los medios de comunicación, las redes sociales o por mensajes de amigos. Esa es información que de forma directa o indirecta puede influir en sus decisiones. Es por ello que, desde hace ya varias décadas, la mayoría de los países han incluido a la estadística como uno de los componentes de la formación general de todo ciudadano (Ben-Zvi y Makar, 2016). Se le considera un conocimiento necesario para desenvolverse con solvencia en la sociedad de la información.

Las tablas y los gráficos son dos de los instrumentos estadísticos que con mayor frecuencia se usan para difundir información, por lo tanto, deberían resultar de fácil comprensión. Ambas son potentes para resumir y comunicar

información en forma eficiente, de allí su presencia en medios de comunicación convencionales, páginas *web* y en redes sociales. Pero también son un instrumento para la transnumeración ya que pueden ser usados para obtener nueva información (Wild y Pfannkuch, 1999).

Diversos autores destacan, de forma explícita o implícita, el papel de la representación gráfica en la alfabetización estadística (Gal, 2002; Franklin et al., 2007, Weiland, 2017), pero también es incluida como parte del razonamiento estadístico (Ben-Zvi y Garfield, 2004; Batanero y Borovcnik, 2016) y el pensamiento estadístico (Pfannkuch y Wild, 2004). Asimismo, es incluida como una de las ideas fundamentales de la estadística (National Research Council, 2001; Watson, 2006 y Burrill y Biehler, 2011). No parece haber dudas en la importancia de los gráficos en la formación del ciudadano para la sociedad actual.

Pero la sociedad del *big data*, del uso profuso de las

redes sociales, también es la sociedad de las *fake news*, de la manipulación de cifras o gráficas con el propósito de favorecer (o desfavorecer) a un determinado grupo político, social o económico. Con frecuencia los gráficos estadísticos juegan un papel importante en esas manipulaciones. Por ejemplo, el 15 abril de 2013, el canal de televisión del Estado *Venezolana de Televisión* reportaba con la figura 1, los resultados de las elecciones celebradas ese día.

Figura 1 - Resultados elecciones en Venezuela 2013



Fuente: Venezolana de Televisión 15 de abril de 2013

Las cifras del gráfico son las oficiales reportadas por el organismo electoral. La diferencia porcentual de votos de los dos candidatos es de 1,59%, no obstante, la diferencia de tamaño de los cilindros de la gráfica sugiere una diferencia mayor.

La Figura 2 muestra una información reportada por el entonces presidente del gobierno español en la red social twitter, en medio de la campaña electoral.

Figura 2 - Tuit de Mariano Rajoy



8:40 - 29 dic. 2017

281 Retweets 299 Me gusta

398

281

299

Fuente: @marianorajoy (<https://bit.ly/30fkiLe>)

En el gráfico la diferencia porcentual entre las *Economías avanzadas* (2%) y la *Eurozona* (1,9%) es apenas visualmente perceptible y parece corresponderse con la diferencia porcentual (0,1%). No ocurre lo mismo con la imagen que

se usa para ilustrar la previsión de crecimiento del PIB en España para el año 2018. Aunque la diferencia porcentual es de 0,3%, el gráfico sugiere una diferencia con las *Economías avanzadas* de un poco más del doble. De nuevo, en el gráfico se usan cifras reales pero se han exagerado las proporciones para dar al lector una noción inexacta de la realidad.

En Brasil, la cadena de televisión Globo News presentó un gráfico sobre la inflación para el período 2009 - 2013. En la gráfica se aprecia que la barra del año 2013 es mayor que las otras y con ello se da la impresión que una inflación de ese año (5,91%), es mayor que en los años 2010 (5,92%) y 2011 (6,50%).

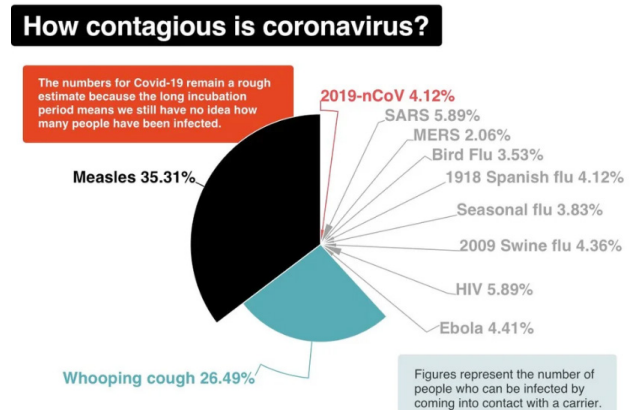
Figura 3 - Inflación en Brasil según Globo News



Fuente: Globo News (Tomado de <https://bit.ly/2C97gqB>)

La pandemia del COVID – 19 generó muchos gráficos en distintos medio con el propósito de informar sobre la enfermedad. El siguiente fue publicado en la prensa de Australia.

Figura 4 - How contagious is coronavirus



Fuente: The Advertiser (<https://bit.ly/2JrIj9W>)

La tecnología facilita la construcción de diversos tipos de gráficos, pero en ocasiones se puede usar para hacer gráficos confusos. Este parece ser un gráfico circular pero la cantidad de categorías, no adecuada para su tipo, obliga a que un grupo de ellas se grafiquen casi de forma imperceptible. Con ello se pierde un principio básico de los gráficos, que sean de fácil lectura. Por otra parte, el texto señala que el gráfico representa

el número de personas que pueden infectarse al entrar en contacto con un contagiado, no obstante, la información del gráfico está en porcentaje. De allí que surja la pregunta ¿porcentaje de qué?

Los anteriores son algunos ejemplos de los que se pueden conseguir en cualquier medio de comunicación o red social y donde la estadística es usada para manipular la información. Esta situación no es nueva. Huff (1954) detallaba, en clave de humor, como se podían utilizar las estadísticas para engañar. En el libro se describen errores de interpretación de estadísticas y cómo estos errores pueden generar conclusiones incorrectas. Alsina (2011) opina que la estadística es la disciplina donde se incurre en mayor cantidad de disparates e interpretaciones malévolas y recuerda el adagio popular: la estadística sirve para cualquier cosa, incluso para decir la verdad. Cavalcanti, Natrielli y Guimarães (2010) afirman que una porción importante de las gráficas en medios de comunicación tienen algún error de proporcionalidad en relación con la escala y consideran que algunos esos errores podrían ser intencionales con el propósito de manipular los datos. Por razones como las anteriores la sociedad actual puede dividirse entre los ciudadanos que suelen dar por cierta la información apoyada en cifras o datos estadísticos y aquellos que poco confían en las estadísticas.

Frente a esto, educadores estadísticos como Gal (2002) proponen el desarrollo de una postura crítica y de actitudes positivas respecto a la estadística, sobre la base del conocimiento estadístico e impulsar la alfabetización estadística. Por su parte, el comité de educación estadística de la Asociación de Estadística de Nueva Zelanda ha impulsado la formación estadística del ciudadano al promover la inclusión de temas de análisis de datos en los niveles de primaria y secundaria en el currículo escolar, pero además, promoviendo el uso de tecnología, la visualización gráfica en la enseñanza del manejo de datos y la resolución de problemas (Zieffler, Garfield y Fry, 2018).

En la labor de formar ciudadanos estadísticamente alfabetizados, los maestros de educación primaria son un eslabón fundamental. Ellos son los encargados de introducir a los más pequeños en las nociones elementales, sobre las cuales se irá construyendo todo el entramado del conocimiento estadístico. Además, ellos también son ciudadanos, por lo que deben tener una actitud crítica frente a las estadísticas que de forma diaria deben confrontar. Para tener una aproximación de cómo leen e interpretan gráficos estadísticos, en este trabajo se analizan las respuestas que ofrece una muestra de maestros en formación a preguntas sobre dos gráficos.

2 Los Gráficos Estadísticos

2.1 Los gráficos estadísticos y su enseñanza

Han transcurrido casi 100 años desde que se llevaron a cabo las primeras evaluaciones experimentales de gráficos estadísticos, mientras que el avance de la tecnología ha ayudado

a generar una variedad de representaciones gráficas en todas las áreas del conocimiento (Vanderplas, Cook y Hofmann, 2020). Probablemente esa presencia en diversos medios y formatos hace que las personas creen que es fácil comprender un gráfico, pero la investigación en didáctica indica que no es así. Tanto niños como adultos tienen dificultades para comprender esas representaciones, con problemas que se manifiestan en la interpretación y la construcción de escalas (Cavalcanti y Guimarães, 2019a), pero también se manifiestan en la interpretación y extracción de información del gráfico (Wu, 2004; Inzunza, 2015; Batanero, Arteaga y Ruíz, 2010; Arredondo, García-García y López, 2019; Fernández, García-García, Arredondo, y López, 2019).

Para Batanero et al. (2010) un gráfico es un objeto semiótico complejo. Señalan que al leer un gráfico se debe realizar la traducción y comprensión del gráfico en sí, pero también de cada pieza de información que lo acompaña para establecer correspondencia entre todos ellos. Señalan Friel, Curcio y Bright (2001) que los elementos que estructuran un gráfico son:

- El título y las etiquetas. Ubican al lector ya que precisan el contenido contextual del gráfico y las variables representadas.
- El marco del gráfico. Compuesta por los ejes, escalas y marcas de referencia en cada eje. Informa sobre las unidades de medida de las magnitudes representadas.
- Los especificadores del gráfico. Son los elementos utilizados para dar visibilidad a los datos, los rectángulos en el caso del histograma o los puntos en el diagrama de dispersión.

Para que una persona comprenda el significado del gráfico se hace necesario la lectura por separado de cada una de las partes, interrelacionarlas para obtener una interpretación sobre las variables representadas y luego vincularlo con el contexto para producir conclusiones sobre el fenómeno estudiado. Esa comprensión genera distintos niveles de lectura de los gráficos que Curcio (1989), Friel et al. (2001) y Shaughnessy (2007) clasifican de la siguiente manera:

Leer los datos. Se hace la lectura literal de los valores del gráfico estadístico, no realiza comparaciones ni produce información.

Leer entre los datos. Se comparan e interpretan los valores del gráfico para producir una información no explícita en él. Se buscan relaciones entre las cantidades, para ellos se pueden comparar a simple vista o realizar cálculos sencillos. Exige comprender la estructura del gráfico y las relaciones contenidas en él.

Leer más allá de los datos. A partir del gráfico se hacen predicciones o inferencia de valores a partir de la información mostrada en el gráfico. Requiere la extrapolación de datos, inferir a partir de los valores del gráfico información que está presente de forma implícita en él. Es necesario conocer el contexto en que se presentan los datos.

Leer detrás de los datos. Demanda mirar críticamente el uso del gráfico y conectar la información gráfica con el contexto. Se evalúan los datos en su contexto, pero además se

examinan la calidad de los datos, la metodología usada para su recolección.

Para el trabajo con los gráficos en el ambiente escolar Friel et al (2001) recomiendan introducir los gráficos de forma progresiva desde el nivel de educación inicial (5 años), elaborados al comienzo con objetos físicos para luego pasar, gradualmente, a la representación gráfica propiamente. En cuanto al orden de los gráficos sugieren trabajar primero con los pictogramas, luego gráficos de barras, diagrama de tallo y hoja, gráfico circular, histogramas, diagrama de caja y gráficos de línea.

En el ámbito universitario, Kemp y Kissane (2010) consideran que los profesores deben ayudar a los estudiantes a desplegar estrategias que le permitan desarrollar la comprensión gráfica y proponen cinco preguntas: (a) ¿qué se trata en el gráfico? (b) ¿qué significan los números que conforman el gráfico? (c) ¿cómo se diferencian? (d) ¿dónde están las diferencias? (e) ¿por qué hay diferencias? Consideran que esas cinco preguntas, presentadas en situaciones de interés para los estudiantes, pueden ayudar a que desarrollen lectura e interpretación de gráficos.

Por su parte, Aoyama (2007) propone un modelo jerárquico para evaluar la comprensión de las gráficas, identifica cinco niveles de interpretación de gráficas para los estudiantes:

Idiosincrático. El estudiante no puede leer valores o tendencias en el gráfico o proporcionan valores incorrectos cuando lo lee. No conecta las características extraídas del gráfico con el contexto.

Lectura básica del gráfico. El estudiante puede leer valores y tendencias en el gráfico, pero no puede explicar los significados contextuales de las tendencias o características que observa en los datos. No relaciona el gráfico con el contexto.

Relacional. El estudiante puede leer valores particulares y tendencias así como explicar los significados contextuales en función de las características mostradas en una gráfica. No obstante, no puede sugerir interpretaciones alternativas, usa exclusivamente los significados presentados.

Crítico. El estudiante puede leer el gráfico y comprender las variables contextuales presentadas, además, puede evaluar la confiabilidad del significado contextual descrito en el gráfico. Puede cuestionar la información presentada.

Hipotetizador: El estudiante puede leer el gráfico, aceptar y evaluar la información presentada, conjuntamente, puede formar sus propias hipótesis explicativas o modelos. No es solo un receptor de información, actúa como investigador estadístico.

Los trabajos de Friel et al. (2001), Aoyama (2007) y Kemp y Kissane (2010) pueden utilizarse como punto de apoyo para planificar el trabajo con gráficos en los distintos niveles de enseñanza.

2.2 Los docentes y los gráficos estadísticos

La comprensión de gráficos estadísticos por parte de los

docentes en formación se reporta en distintas investigaciones. Aunque los docentes en formación tienden a expresar confianza en su comprensión de las representaciones gráficas e indican que se sienten mejor preparados para enseñar este tema en comparación con otras ideas estadísticas fundamentales, las investigaciones indican que tienen problemas en su interpretación y construcción (Groth y Meletiou-Mavrotheris, 2018).

Los problemas en la construcción de gráficos son reseñados por Bruno y Espinel (2005), Espinel (2007), Arteaga y Batanero (2010), Batanero et al. (2010), Ruiz (2015), Cavalcanti y Guimarães (2019b). Arteaga y Batanero (2010) señalan como errores en la construcción de gráficos: escala inapropiada, representar variables no relacionadas, uso de gráfico no adecuados, representación errónea números en la recta, entre otros.

Distintos investigadores han abordado la competencia de futuros docentes al interpretar gráficos estadísticos que parecen en medios de comunicación y reportan que tienen problemas para extraer información. Monteiro y Ainley (2006, 2007) encuentran que futuros maestros de Brasil e Inglaterra analizan los gráficos sobre la base de su experiencia y opiniones personales, con poca referencia a los datos del gráfico. Parece que le dan preponderancia al conocimiento que tienen del contexto social de donde provienen los datos y dejan de lado las relaciones que se muestran en el gráfico. Molina-Portillo, Contreras, Godino, y Díaz-Levicoy (2017), Molina-Portillo, Contreras, Ruz y Contreras (2018) han realizado estudios con futuros maestros de España. Ambos trabajos reportan dificultad de realizar una evaluación crítica de los gráficos de uso frecuente en los medios. Los participantes tienen problemas para hacer una lectura comprensiva que les permitan hacer una interpretación correcta del contenido de la noticia.

En el contexto chileno, trabajado con profesores en formación y activos, Rodríguez-Alveal y Díaz-Levicoy (2019) encuentran que no han desarrollado suficiente habilidad para realizar una lectura conjunta de dos variables cuantitativas representadas en un gráfico estadístico. En resumen, la investigación da cuenta de los problemas que tienen los profesores para comprender y extraer información de gráficos.

González y Pinto (2008) estudian el conocimiento pedagógico del contenido de los maestros sobre gráficos. Aunque el grupo estudiado considera la estadística fácil de aprender, mostraron un conocimiento limitado de la estadística y particularmente de las representaciones gráficas. No dieron evidencia de capacitación sobre el proceso de aprender gráficos estadísticos y las dificultades que los estudiantes tienen en torno a este tema.

Los gráficos estadísticos son de amplio uso en la sociedad actual, por lo cual hace necesario que la escuela ofrezca oportunidades de aprendizaje que permitan a los estudiantes desarrollar la comprensión de este importante elemento de la alfabetización estadística. Para ello es importante contar

con maestros que interpreten y evalúen críticamente gráficos, además de argumentar y comunicar las conclusiones que se deriven de su análisis. Esto es necesario, no solo por su labor como docente sino también como ciudadanos. Es por ello que este trabajo se plantea indagar cómo leen e interpretan gráficos estadísticos una muestra de maestros en formación.

3 El Procedimiento de Investigación

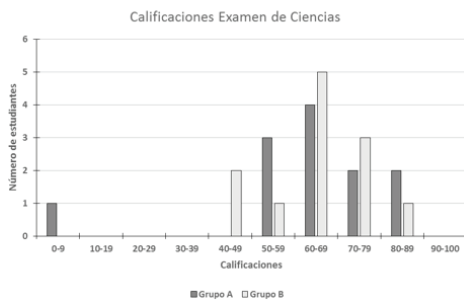
A continuación se explica el proceso seguido en la investigación. Primero se da cuenta de las características del cuestionario y luego se precisa cual es el grupo estudiando.

3.1 El cuestionario

Para recolectar la información se elaboró un cuestionario a partir de una pregunta utilizada en la evaluación de PISA 2003 (INECSE, 2005) denominada *Puntuaciones en un Examen*.

Figura 5 - Puntuaciones en un Examen

El gráfico siguiente muestra los resultados en un examen de Ciencias para dos grupos, denominados Grupo A y Grupo B. La calificación media del Grupo A es 62,0 y la media del Grupo B es 64,5. Los alumnos aprueban este examen cuando su calificación es de 50 o más.



Al observar el diagrama, el profesor afirma que, en este examen, el Grupo B fue mejor que el Grupo A.

Los alumnos del Grupo A no están de acuerdo con su profesor. Intentan convencer al profesor de que el Grupo B no tiene por qué haber sido necesariamente el mejor en este examen. Da un argumento matemático, utilizando la información del diagrama, que puedan utilizar los alumnos del Grupo A.

Fuente: INECSE (2005, p. 50).

En PISA 2003, esta pregunta fue clasificada como de *Conexión*, lo que significa que es un problema en un contexto familiar aunque no es rutinario. Este tipo de problema exige establecer relaciones entre distintas representaciones de una misma situación o vincular diferentes aspectos de la información para hallar la solución (INECSE, 2005). En cuando a la competencia matemática, indican que es de nivel 5 por lo que se espera sea resuelta por estudiantes que pueden trabajar situaciones complejas, identificar condicionantes, reflexionar sobre sus acciones y comunicar sus interpretaciones y razonamientos. Las preguntas PISA se clasifican en seis niveles de competencia matemática. El nivel más bajo es el 1, donde el estudiante debe llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo instrucciones directas en situaciones explícitas. En el nivel 6, el estudiante debe formar conceptos, generalizar y utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones de problemas complejos (OCDE, 2005). El contexto de la situación es el

educativo, por lo tanto puede ser cercano y más sencillo de interpretar para estudiantes en general como para docentes. Por estas características la pregunta parece apropiada para evaluar la interpretación de gráficos estadísticos en maestros en formación.

La pregunta se valoró de acuerdo con los parámetros PISA (INECSE, 2005): los argumentos válidos pueden estar relacionados con el número de estudiantes que aprueban, la influencia desproporcionada del caso extraño o el número de estudiantes con puntuaciones de nivel más alto.

- ✓ Más alumnos en el Grupo A que en el Grupo B aprobaron el examen.
- ✓ Si ignoras al peor alumno del Grupo A, los alumnos del Grupo A lo han hecho mejor que los del Grupo B.
- ✓ Más alumnos del Grupo A que del Grupo B obtuvieron la puntuación de 80 o más (p. 50).

Cualquier otra respuesta sin razonamiento estadístico válido fue considerada como errónea.

Al planteamiento original se le agregaron tres preguntas.

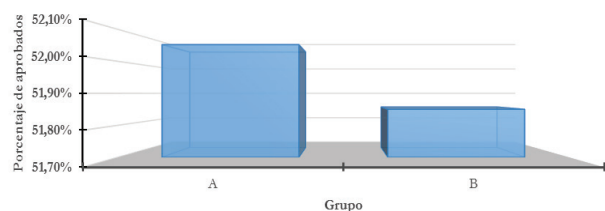
1. ¿Cuántos estudiantes del Grupo B obtuvieron entre 60-69 puntos?
2. ¿Cuántos estudiantes del Grupo A obtuvieron 59 puntos o menos?

Son dos preguntas de lectura del gráfico y se formularon antes que la pregunta original, con el propósito de evaluar la lectura del gráfico. Además, con ello se daba oportunidad a que el estudiante se relacionara de forma progresiva con el gráfico. La tercera pregunta fue la pregunta original de PISA 2003, antes descrita.

Se agregó una cuarta pregunta, donde se usa el mismo contexto, pero se formula sobre un nuevo gráfico.

Los estudiantes del Grupo A le pidieron al profesor que les proporcionara las calificaciones de todos los exámenes presentados por los dos grupos durante el año escolar. Con esa información calcularon el porcentaje de pruebas de cada grupo donde habían aprobado todos los estudiantes y construyeron el siguiente gráfico.

Figura 6 - Pregunta 4 del cuestionario
Porcentaje de Pruebas de Ciencias con Todos los Estudiantes Aprobados



Fuente: elaboración propia

Los estudiantes del Grupo A mostraron al profesor el gráfico y afirman que su rendimiento es muy superior al del Grupo B. ¿Está de acuerdo con la afirmación del Grupo A? Argumenta tu respuesta.

El gráfico fue elaborado con el programa *Excel* y solo se le

modificó la escala de ordenadas para hacerla más detallada y visible. Es un típico gráfico 3D, muchas veces seleccionado por su atractiva apariencia. La pregunta busca que los estudiantes vayan más allá de la impresión inicial que ofrece el gráfico en cuanto a una amplia diferencia entre los dos grupos. Al prestar atención a la escala, los estudiantes podrán notar que la diferencia es menor al 0.3% por lo tanto no se puede afirmar que el rendimiento del Grupo A es muy superior al del Grupo B. Con la pregunta podría obtener información sobre la forma como los estudiantes analizan la gráfica, si se detienen en los detalles o ven la imagen como conjunto.

3.3 El grupo estudiado

El cuestionario de cuatro preguntas fue respondido por 77 maestros en formación, cursantes de la licenciatura en educación que los habilita a trabajar en preescolar y primaria. El cuestionario se les propuso al finalizar el período académico de la asignatura *Estadística aplicada a la Educación*, donde habían estudiado la representación e interpretación de datos mediante gráficos estadísticos. Los estudiantes estaban distribuidos en cinco secciones, tres diurnas y dos nocturnas, las cuales fueron visitadas, sin aviso previo, el mismo día. En cada sección se explicó el objetivo, la finalidad del estudio, el tiempo aproximado que llevaría contestar las preguntas y que su participación era totalmente voluntaria. Los estudiantes de cada sección se mostraron de acuerdo en participar y ceder sus datos para el estudio.

El cuestionario fue proporcionado en papel y cada maestro en formación lo completó de forma individual. Recogidos los cuestionarios se llevó a cabo un análisis del contenido de los argumentos ofrecidos por los estudiantes para soportar sus respuestas. Cada argumentación fue analizada por uno de los investigadores en un proceso inductivo y cíclico, para así generar un grupo inicial de categorías. A continuación, las categorías iniciales fueron revisadas individualmente por cada uno de los restantes investigadores, para posteriormente acordar la clasificación definitiva para el análisis.

4 Resultados

A continuación se exponen los resultados del análisis realizado a las preguntas del cuestionario. Se han dividido en dos partes, en la primera se exponen los resultados de las dos primeras preguntas, relacionadas con la lectura del gráfico. En la segunda se encuentran los resultados de las preguntas relacionadas con el análisis del gráfico.

4.1 La lectura del gráfico

La primera pregunta buscaba información sobre la lectura del gráfico. Ubicar una de las categorías que conforman el gráfico y reportar la información, en este caso una frecuencia. La pregunta supone solo la lectura literal del gráfico, sin interpretar la información contenida en él (*Leer los datos*). La pregunta dos exige ubicar una información que no está explícitamente en el gráfico con el uso de algún procedimiento

matemático, que en este caso se trata de sumar frecuencias de dos intervalos (*Leer entre los datos*). Los resultados se reportan en la tabla 1.

Tabla 1 - Porcentaje de respuestas a las preguntas de lectura del gráfico

Respuesta	Tipo de respuesta		
	Incorrecta	Correcta	No responde
1. ¿Cuántos estudiantes del Grupo B obtuvieron entre 60-69 puntos?	14,30	83,10	2,60
2. ¿Cuántos estudiantes del Grupo A obtuvieron 59 puntos o menos?	51,90	48,10	0,00

Fuente: elaboración propia.

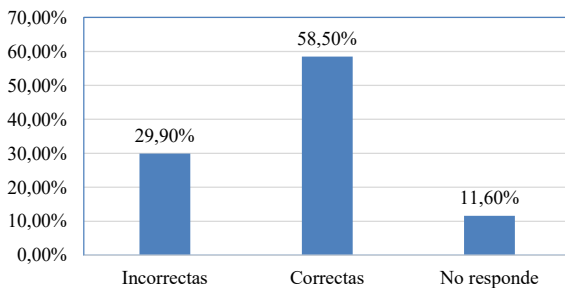
La pregunta 1 es respondida de forma correcta por más del 80% del grupo estudiado. Esta pregunta implicaba la identificación del grupo B en el intervalo 60-69, para posteriormente identificar la frecuencia que le corresponde (5). El porcentaje de respuestas correctas sugieren que es una actividad que el grupo estudiado pudo resolver sin mayores dificultades. Los errores más frecuentes del grupo que proporcionó respuestas incorrectas están vinculados a la identificación del grupo y la lectura de la frecuencia. En todos los casos ellos identifican de forma adecuada el intervalo solicitado (60-69), pero ofrecen como respuesta (a) la suma las frecuencias de ambos grupos (6,49%), (b) la frecuencia del grupo A (3,89%), (c) una lectura errónea de la frecuencia del grupo B (2,59%), (d) lectura del gráfico como porcentajes (1,33%).

En la pregunta 2 el porcentaje de respuestas correctas baja considerablemente, pasando las respuestas incorrectas a ser la mayoría. Aquí se trata de identificar en un mismo grupo varios intervalos para reportar la frecuencia total, según la condición dada. Lleva a la suma de las frecuencias del grupo A en los intervalos 0-9 y 50-59. El error más frecuente en esta pregunta es considerar solo los estudiantes del grupo A en el intervalo 50-59, olvidando al estudiante del intervalo 0 a 9 (27,27%). El segundo error más frecuente fue sumar los estudiantes que obtuvieron entre 50-59 de ambos grupos con el estudiante del grupo A del intervalo 0-9 (10,38%). Parece un error de comprensión de la pregunta, ya que ofrece el total de estudiantes de ambos grupos que obtuvieron 59 puntos o menos. Otros participantes reportaron como respuesta los estudiantes del grupo B con puntuaciones menos a 59 (6,49%). Algunos participantes señalaron como respuesta correcta el estudiante que está en el intervalo 0-9 (5,19%). El 2,57% restante corresponde a repuestas distintas que no se podían incluir en las categorías anteriores. Al igual que en la pregunta anterior, la dificultad de la pregunta no parece estar en la identificación del intervalo de interés, sino en las otras condiciones que incluye la pregunta, como lo es la identificación de grupo o las frecuencias de interés.

4.2 El análisis del gráfico

La pregunta 3 exige a los estudiantes *Leer más allá de los datos* (Curcio, 1989), deben generar una información a partir de los datos pero que no se refleja directamente en la gráfica. Se le pide que utilice el gráfico para producir una información que puedan utilizar los alumnos del Grupo A con el propósito de convencer al profesor que el Grupo B no necesariamente es mejor en el examen considerado. Ellos necesitan obtener una información que no está representada en el gráfico y que no se deduce con operaciones o comparaciones. El figura 7 muestra los resultados:

Figura 7 - Porcentaje de respuestas a la pregunta 3



Fuente: elaboración propia.

Las respuestas correctas alcanzan el 58,50%. Son participantes que indicaron algunos de los tres tipos de argumentos considerados válidos, donde se relaciona el número de estudiantes que aprueban, la influencia desproporcionada del caso extraño o el número de estudiantes con puntuaciones de nivel más alto. La siguiente tabla discrimina en porcentaje los argumentos usados para apoyar las respuestas correctas.

Tabla 2 - Argumentos de respuestas correctas a la pregunta 3.

Argumento	Porcentaje
i. Más alumnos en el Grupo A que en el Grupo B aprobaron el examen.	29,90
ii. Si ignoras al peor alumno del Grupo A, los alumnos del Grupo A lo han hecho mejor que los del Grupo B.	1,30
iii. Más alumnos del Grupo A que del Grupo B obtuvieron la puntuación de 80 o más.	13,00
Usa i y ii	1,30
Usa i y iii	11,70
Usa i, ii y iii	1,30
Total	58,50

Fuente: elaboración propia.

Los dos argumentos más utilizados se pueden producir a partir del análisis directo del gráfico, observando las frecuencias de cada grupo. Mientras, el tercer argumento más usado en la combinación de los dos primeros, lo que sería en argumento más sólido y requiere la observación de dos aspectos distintos e interrelacionarlos. Uno de los argumentos menos utilizados es el referido a ignorar el caso atípico del Grupo A y que provoca que su media sea inferior a la del B. Esto implica saber que la media es afectada por valores extremos

o identificar ese valor en el gráfico como un caso atípico del Grupo A. Recurrir a este argumento implica relacionar la información gráfica con una medida estadística y, a diferencia de los dos más usados, no se puede producir solo a partir del análisis detallado del gráfico. La argumentación tiende a ser de una sola razón y no a la combinación de razones.

La tabla 3 muestra los dos tipos de argumentos incorrectos más usados:

Tabla 3 - Argumentos de respuestas incorrectas a la pregunta 3

Argumento	Porcentaje
Grupos similares	10,40
Idiosincrático	19,50
Total	29,90

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de las respuestas incorrectas ofrecieron argumentos que Aoyama (2007) califica como un nivel de lectura *idiosincrático*: no pueden leer valores o tendencias en gráficas, no conectan la característica extraídas de las gráficas con el contexto. En este grupo se incluyó respuesta como: “Dificultad del examen. Preparación que tuvo el grupo A”, “Conocimientos acerca de la materia de cada grupo”, “No logran tener tiempo suficiente, debido a que cada persona no tiene la misma rapidez”, “Puede ser que los del grupo A algunos no comprendieron suficientemente el tema para responder todas las preguntas correctas”. Estas razones son básicamente referidas a experiencias individuales o en perspectivas personales, en algunos casos mostrando cierta “solidaridad” con el Grupo A.

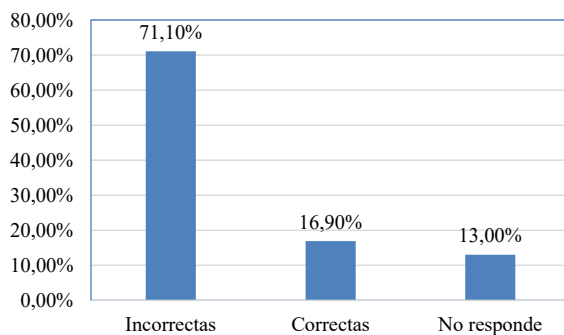
El otro tipo de argumento que utilizaron los participantes que se consideraron de respuesta incorrecta es: Grupos similares. Estos participantes aducen que los grupos son similares en el rendimiento. Si bien esto puede ser cierto y podría ser un argumento que podría usar el Grupo A para sostener que el Grupo B no tenía un rendimiento superior, se le consideró incorrecto porque solo señalaban esa característica, no presentaban alguna razón matemática para sostener que era similares o lo acompañaba de un argumento tipo idiosincrático, por ejemplo: “No tuvieron que haber sido mejor el grupo B debido a que la diferencia entre ambos grupos no es mucha, así que en el grupo A se puede observar que la mayoría de estos estudiantes aplican mayor hora de estudios para sus exámenes”. Contrario a la pregunta 2, donde la mayoría proporciono respuestas incorrectas, en esta pregunta la mayor parte de los participantes ofrece respuestas correctas apoyadas en argumentos correctos. El argumento más utilizado es el establecer la frecuencia de cada grupo en relación a una característica de interés (aprobar) para luego compararlos.

Como se indicó antes, esta pregunta fue usada en la evaluación de PISA 2003 y fue respondida de forma correcta por el 32,20% de los estudiantes de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

(OCDE) en ese año (INECSE, 2005). Si bien los grupos no son comparables, este resultado da una idea del rendimiento del grupo estudiado, que por su formación, culminando su curso de estadística universitario, se supone debe mostrar una mejor ejecución que los estudiantes que presentaron la evaluación PISA en 2003.

La pregunta 4 presenta un gráfico que puede elaborar cualquier persona con una hoja de cálculo (en este caso *Excel*) y que puede necesitar interpretar. A los participantes se les indica que los estudiantes del Grupo A lo presenta como evidencia de que su rendimiento es muy superior al del Grupo B. Se les pregunta si están de acuerdo con esa afirmación. Los resultados se muestran en el figura 8.

Figura 8 - Porcentaje de respuestas a la pregunta 4



Fuente: elaboración propia.

Las respuestas en su mayoría se inclinaron a señalar que si estaban de acuerdo con la afirmación del Grupo A en cuanto a que su rendimiento es muy superior al del Grupo B. Al parecer estos estudiantes son confundidos por la imagen de las dos cajas del gráfico, soslayando que ellas tiene una cierta rotación que hace ver a la del Grupo A más grande que la de B. En la tabla 4 se detallan los argumentos ofrecidos por los participantes que le dieron la razón al grupo A.

Tabla 4 - Clasificación de argumentos de respuestas incorrectas a la pregunta 4

Argumento	Porcentaje
Señala diferencia porcentual entre grupos pero le da la razón a Grupo A	29,90
Se refiere al porcentaje de forma general, sin mencionar cifras. Le da la razón a Grupo A	5,20
Señala que en el gráfico se aprecia la diferencia.	12,90
Se refiere al porcentaje de forma general, sin mencionar cifras, para afirmar que son grupos semejantes, pero le da la razón al Grupo A.	2,60
Respuesta idiosincrática	19,50
Sin argumento	1,00
Total	71,10

Fuente: elaboración propia.

Aunque el darle la razón al Grupo A lleva a suponer que los participantes no detallan la escala de las ordenadas, el análisis de los argumentos sugiere que sí la consideran. El conjunto de argumentos más usado hace referencia a la diferencia porcentual entre los aprobados de cada grupo,

pero aun así; consideran que A tiene un rendimiento *muy superior*. Al igual que en la pregunta 3, los participantes parecen “solidarizarse” con el Grupo A, lo cual tiene un cierto basamento idiosincrático.

El segundo grupo de argumentos es precisamente la lectura del gráfico de forma *idiosincrática*, se apoyan en afirmaciones que no es posible deducirlas del gráfico, por ejemplo: “los estudiantes del grupo A dedican más horas de estudio y esto los ayuda a mejorar sus calificaciones”, “El A tiene una mejor preparación y conocimiento acerca de la asignatura”.

El 12,9% de las respuestas apoyaron la afirmación del Grupo A sobre la base del uso exclusivo del gráfico. Estos son los participantes que al parecer se dejan llevar por la imagen sin dar cuenta de otros detalles de la gráfica. Los otros dos grupos de argumentos hacen referencia al porcentaje pero no mencionan las cifras, por lo que probablemente no detallaron la escala para precisar la diferencia porcentual entre los grupos.

En al menos tres de los grupos de argumentos, que se muestran en la tabla 4, parecen estar influidos por una empatía de los participantes con la “causa” del Grupo A. Eso podría explicar, por ejemplo, que aunque una parte de los participantes observa la pequeña diferencia porcentual entre los aprobados de los dos grupos, pero aun así le da la razón al Grupo A. Pareciera que los participantes dejan en segundo plano la evidencia empírica para apoyar lo que consideran la mejor “causa”. Quizá, el hecho de presentar al Grupo A como defendiéndose de los planteamientos del profesor, lleve a los participantes a apoyar ese grupo, ya sea por empatía o por ponerse en la situación de ellos. Esto podría explicarse por lo que Gal (2002) denomina Elementos Personales (creencias, actitudes, postura crítica) de la Alfabetización Estadística. En este caso la postura personal lleva al estudiante a apoyar al grupo A, aunque su conocimiento estadístico le sugiera lo contrario. En todo caso, el conocimiento estadístico no parecer ser lo que priva al momento de tomar posición.

Los participantes que consideran que el Grupo A no tienen razón se dividen en dos grupos, los que señalan las cifras del porcentaje de diferencia entre los grupos (7,8%) y los que hacen referencia a la diferencia porcentual sin precisar cifras (9,1%). Por ejemplo:

- “No estoy de acuerdo con la afirmación del grupo A debido a que la diferencia de porcentaje de estudiantes aprobados no es mucha, el grupo A tiene 52,05% de estudiantes aprobados y el grupo B tiene 51,85% de estudiantes aprobados. Tiene una diferencia de 0,20% con lo que no se puede afirmar que el grupo A tuvo un rendimiento muy superior al grupo B”.
- “Visualmente se nota una gran diferencia entre el grupo A y el B, pero al visualizar los porcentajes no es mucha la diferencia entre ambos grupos ya que el grupo A se puede apreciar en un 52,05% aproximado mientras que al grupo B se encuentra en un 51,85% aproximadamente; en porcentaje no se aprecia un rendimiento muy superior entre los grupos”.
- “No, estoy de acuerdo con el grupo “A”, ya que la diferencia en porcentaje es muy ajustada con respecto al grupo “B” ”.
- “No estoy de acuerdo. No están tan alejados los porcentajes por lo tanto el rendimiento de los estudiantes no está tan dis-

tantes de un grupo a otro”.

- “Su rendimiento es tan solo 0,2% por encima del grupo B, no lo calificaría como “Muy” superior es apenas por encima”.

En la tabla 5 se reporta el número de respuestas correctas e incorrectas por sección de pertenencia.

Tabla 5 - Tipo de respuesta por sección

Sección	Respuesta		Total
	Correcta	Incorrectas	
1	40	32	72
2	21	19	40
3	33	35	68
4	38	22	60
5	29	39	68
Total	161	147	308

Fuente: elaboración propia.

La información recolectada sirvió de base para analizar las diferencias observadas en la distribución de las respuestas a cada pregunta en los diferentes grupos o secciones. A tal efecto se planteó y verificó la hipótesis de homogeneidad de los grupos utilizando para ello el estadístico Chi cuadrado de Pearson, cuyo valor calculado resultó 6,16¹ con un valor p de 0,19. Ese resultado impide rechazar la hipótesis nula, por lo que se debe concluir que los grupos se comportan de manera homogénea respecto a las respuestas del cuestionario, ya que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas con el nivel de confianza del 5%. Ese resultado puede significar que los estudiantes están expuestos a formas similares de enseñanza y evaluación de los contenidos de gráficos estadísticos.

5 Conclusion

De acuerdo con los resultados, los futuros maestros logran un mejor rendimiento en la lectura literal de los datos del gráfico y su desempeño baja en la medida que se le inquiriere por niveles de comprensión gráfica más complejos. Los hallazgos de este trabajo indican que el grupo estudiado tiene dificultades para interpretar el gráfico estadístico presentado. Ello coincide con investigaciones previas (Batanero at al., 2010; Arredondo at al., 2019; Fernández at al., 2019) que reportan las dificultades de los futuros maestros con las representaciones gráficas y que es un objeto semiótico complejo.

En la actividad se exige generar una información a partir de los datos pero que no se refleja directamente en la gráfica, la mayoría de los participantes son capaces de ofrecer una respuesta correcta acompañándolas de argumentaciones correctas. Pero cuando se le pidió fijar posición ante una posible gráfica engañosa, los participantes evidencian dificultades. Ellos parecen hacer una lectura adecuada del gráfico, por lo que deberían ofrecer respuestas correctas acompañados de argumentos cónsonos. No obstante, sus respuestas dejan entrever que la interpretación podría estar

permeada por emociones y valores que dejan en un segundo plano el conocimiento estadístico. Gal (2002) señala que los elementos personales son importantes para la evaluación crítica de la información estadística, pero no debería ser tal como para sesgar la interpretación. Este resultado sugiere que los participantes podrían hacer una interpretación incorrecta de un gráfico publicado en algún medio de comunicación dependiendo de su identificación con el mensaje que se desea transmitir. Este último aspecto podría ser el tema de investigación con docentes y público en general. Es importante investigar sobre los factores personales y afectivos, ya que pueden ser influencias positivas o negativas en la alfabetización matemática de adultos (Gal, Grotlüschen, Tout y Kaiser, 2020).

En general, los participantes parecen ubicarse el nivel de *Lectura básica del gráfico* de Aoyama (2007), por lo que, al contrario a lo que suponen muchos docentes, la representación gráfica parece ser un tema complejo para ellos. Parece necesario prestar más atención a la formación de los maestros y profesores si se desea mejorar la formación estadística de los niños y apuntalar su alfabetización estadística.

Los resultados indican que los grupos de estudiantes se comportan de manera homogénea respecto al número de respuestas correctas e incorrectas. Esto podría deberse al énfasis que hacen los profesores al momento de trabajar los gráficos en clases y el significado institucional (Godino, 2002) que le otorgan esos profesores a ese objeto matemático. Por ello, probablemente, sea necesario la revisión de las estrategias didácticas de los profesores y al análisis de donde se está haciendo énfasis al momento de trabajar con gráficos estadísticos.

En este trabajo se indagó sobre cómo leen e interpretan gráficos estadísticos una muestra de maestros en formación, no obstante, sería conveniente investigar con detalles las argumentaciones que dan los futuros maestros al pedirles evaluar críticamente distintas representaciones gráficas. Asimismo, es importante indagar sobre el conocimiento pedagógico del contenido de los futuros maestros sobre los gráficos y otros contenidos de estadística; ya que como docentes no solo deben tener conocimientos del contenido sino también de cómo enseñarlo.

Referencias

- Alsina, C. (2011). *Asesinatos matemáticos. Una colección de errores que serían divertidos si no fuesen tan frecuentes*. España: Ariel.
- Aoyama, K. (2007). Investigating a hierarchy of students' interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, Vol. 2, N. 3, pp. 298-318. Disponible en: <https://www.iejme.com/article/investigating-a-hierarchy-of-students-interpretations-of-graphs>
- Arredondo, E. H., García-García, J. I., y López, C. (2019). Niveles de lectura de estudiantes de licenciatura: el caso de

1 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 19,09.

- una tabla y una gráfica de líneas. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 19(2), 1-13.
- Arteaga, P. y Batanero, C. (2010). Evaluación de Evaluación de errores de futuros profesores en la construcción de gráficos estadísticos. En M. M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, y T. A. Sierra, (Ed.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 211-221). Lleida: SEIEM.
- Batanero, C. y Borovenik, M. (2016). *Statistics and Probability in High School*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (2010). Análisis de la complejidad semiótica de los gráficos producidos por futuros profesores de educación primaria en una tarea de comparación de dos variables estadísticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(1), 141-154. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189102>
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking*, pp. 3 – 15. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Ben-Zvi, D., y Makar, K. (2016). International Perspectives on the Teaching and Learning of Statistics. En D. Ben-Zvi y K. Makar (Eds.), *The Teaching and Learning of Statistics. International Perspectives* (pp. 1-10). Springer International Publishing.
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemáticas*, 757-85.
- 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). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Cavalcanti, M. y Guimarães, G. (2019a). Compreensão de Escala Representada em Gráficos por Crianças e Adultos em Início de Escolarização. *JIEEM* v.12, n. 2, p. 207-220. doi: <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2019v12n2p207-220>
- Cavalcanti, M. y Guimarães, G. (2019b). Conhecimentos de professores dos anos iniciais (regular e EJA) sobre escala representada em gráficos. 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*. doi: <https://www.ugr.es/~fqm126/civeest/cavalcanti.pdf>
- Cavalcanti, M.; Natrielli, K. R. y Guimarães, G. (2010). Gráficos na Mídia Impressa. *Boletim de Educação Matemática - Bolema*, v. 23. p. 733- 752.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. Reston, VA: NCTM.
- Espinel, M. C. (2007). Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores. En M. Camacho, P. Flores y P. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 99-119). La Laguna, España: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Fernández, N., García-García, J. I., Arredondo, E., y López, C. (2019). Comprensión de una tabla y un gráfico de barras por estudiantes universitarios. *Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 5 (10), 145-162.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D.S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. y Scheaffer, R. (2007). *A Curriculum Framework for K-12 Statistics Education*. GAISE Report. American Statistical Association. Disponible en: <http://www.amstat.org/education/gaise>
- Friel, S., Curcio, F. e Bright, G. (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). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-51.
- Gal, I., Grotlüschen, A., Tout, D. y Kaiser, G. (2020). Numeracy, adult education, and vulnerable adults: a critical view of a neglected field. *ZDM Mathematics Education*. doi: <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01155-9>
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2-3), 237-284.
- González, M. T. y Pinto, J. (2008). Conceptions of four pre-service teachers on graphical representation. En 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*. Monterrey: ICMI and IASE. Disponible en: https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/rt08/T2P6_Gonzalez.pdf
- Groth, R. E., y Meletiou-Mavrotheris, M. (2018). Research on statistics teachers' cognitive and affective characteristics. En D. Ben-Zvi, K. Makar, y J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 327-355). Springer International Handbooks of Education. Cham, Switzerland: Springer.
- Huff, D. (1954). *How to Lie with Statistics*. New York: Norton.
- Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (INECSE) (2005). *PISA 2003. Pruebas de Matemáticas y de Solución de Problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Disponible en: http://educalab.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/informes-y-publicaciones/-/asset_publisher/cBieTD3vbe4h/content/pisa-2003-matematicas-y-solucion-de-problemas
- Inzunza, 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.
- Kemp, M. y Kissane, B. (2010). A Five Step Framework for Interpreting Tables and Graphs in Their Contexts. En Reading, C. (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS8, July)*. Ljubljana, Slovenia. Voorburg. The Netherlands: International Statistical Institute. www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php
- Molina-Portillo, E., Contreras, J. M., Ruz, F. y Contreras, J. (2018). Evaluación de la cultura estadística en futuros profesores de educación primaria: Interpretación y argumentación de gráficos estadísticos. En L. J. Rodríguez-Muñiz, L. Muñiz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García y A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 348-357). Gijón: SEIEM.
- Molina-Portillo, E.; Contreras, J. M.; Godino, J. D.; 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,

- Núm. Extra, pp. 4787-4792.
- Monteiro, C. y Ainley, J. (2006). Student teachers interpreting media graphs. In A. Rossman, y B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Brazil: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education. Disponible en: http://iase-web.org/documents/papers/icots7/2G1_MONT.pdf?1402524964
- 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.
- National Research Council (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- OCDE (2005). Informe PISA 2003. Aprender para el mundo de mañana. Madrid: Santillana. Disponible en: <https://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf>
- Pfannkuch, M. y Wild, C. J. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Ed.). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. (pp. 17 – 46). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Rodríguez-Alveal, F. y Díaz-Levicoy, D. (2019). Avaliação da alfabetização gráfica de professores da Educação Básica em formação e em exercício. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, v. 35, n. 78, p. 85-103. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.68977>
- Ruiz, A. (2015). Un estudio de caso sobre errores y dificultades observadas en la elaboración de algunas gráficas estadísticas. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 10(1), 26-39. doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2015.1.a02>
- Shaughnessy, J. M. (2007). Research on statistical learning and reasoning. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 957–1009. Charlotte, N. C.: Information Age Publishing.
- Vanderplas, S. Cook, D. y Hofmann, H. (2020). Testing Statistical Charts: What Makes a Good Graph? *Annual Review of Statistics and Its Application*, 7, 61-88 doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-031219-041252>
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Weiland, T. (2017). Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 33-47.
- Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999) Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, v.67, n. 3, 223-265.
- Wu, Y. (2004). Singapore secondary school students' understanding of statistical graphs. Trabajo presentado en *10th International Congress on Mathematics Education (ICME-10)*. Disponible en <http://iase-web.org/documents/papers/icme10/Yingkang.pdf>.
- Zieffler, A.; Garfield, J. y Fry, E. (2018). What Is Statistics Education? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education*, Springer International Handbooks of Education, (pp. 5-36). Springer International Handbooks of Education. Cham, Switzerland: Springer.