



Navigating between abstraction and context in secondary school statistics education (*Nadando entre dos orillas: abstracción y contexto en educación estadística en Secundaria*)

Luis J. Rodríguez-Muñiz, Laura Muñiz-Rodríguez, Israel García-Alonso, Paula López-Serentill, Claudia Vásquez & Ángel Alsina

To cite this article: Luis J. Rodríguez-Muñiz, Laura Muñiz-Rodríguez, Israel García-Alonso, Paula López-Serentill, Claudia Vásquez & Ángel Alsina (2022): Navigating between abstraction and context in secondary school statistics education (*Nadando entre dos orillas: abstracción y contexto en educación estadística en Secundaria*), Culture and Education, DOI: [10.1080/11356405.2022.2058794](https://doi.org/10.1080/11356405.2022.2058794)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/11356405.2022.2058794>



Published online: 23 May 2022.



Submit your article to this journal [↗](#)









View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



Navigating between abstraction and context in secondary school statistics education (*Nadando entre dos orillas: abstracción y contexto en educación estadística en Secundaria*)

Luis J. Rodríguez-Muñiz ^a, Laura Muñiz-Rodríguez ^a, Israel García-Alonso ^b, Paula López-Serentill ^c, Claudia Vásquez ^d and Ángel Alsina ^c

^aUniversidad de Oviedo; ^bUniversidad de La Laguna; ^cUniversitat de Girona; ^dPontificia Universidad Católica de Chile

ABSTRACT

Context is a key element in statistics education. The objective of this study is to examine the capacity of 14- and 15-year-old students to work with real data, analyse statistical graphs and frequency tables and interpret statistical data in its context. The results of the descriptive, exploratory analysis show that most students were correctly able to analyse and interpret data presented through statistical graphs and tables. However, some students had difficulties when it came to identifying the represented variables. More difficulties arose when calculating and interpreting means and medians — generally produced from the use of class midpoints — and making decisions. Students made little use of the context the data were presented in. Results reinforce the importance of using context in the teaching of statistics, encouraging justified decision-making.

RESUMEN

El contexto es un elemento clave en el ámbito de la educación estadística. Se presenta una investigación cuyo objetivo es analizar la capacidad del alumnado de 14 y 15 años para trabajar con datos reales, analizar gráficos estadísticos y tablas de frecuencias, e interpretar datos estadísticos en su contexto. Los resultados del análisis descriptivo y exploratorio demuestran que la mayoría del alumnado es capaz de analizar e interpretar correctamente los datos presentados a través de gráficos y tablas estadísticas. Sin embargo, parte del alumnado presenta dificultades al identificar la variable representada. Surgen más dificultades al calcular e interpretar la media y la mediana — generalmente derivadas del uso de marcas de clase — y al tomar decisiones. El alumnado hace un escaso uso del contexto en el que se presentan los datos. Se concluye la necesidad de fomentar la relevancia del contexto en la enseñanza de la estadística, promoviendo una toma de decisiones argumentada.

ARTICLE HISTORY

Received 28 June 2021
Accepted 30 January 2022

KEYWORDS

statistical literacy; real contexts; secondary education; statistical graphs; statistical interpretation

PALABRAS CLAVE

alfabetización estadística; contextos reales; educación secundaria; gráficos estadísticos; interpretación estadística

CONTACT Luis J. Rodríguez-Muñiz  luisj@uniovi.es  Universidad de Oviedo, Facultad de Geología, c/Jesús Arias de Velasco, s/n, Oviedo 33007, Spain.
English version: pp. 1-16 / *Versión en español*: pp. 17-33
References / *Referencias*: pp. 33-37

© 2022 Fundación Infancia y Aprendizaje

Nadando entre dos orillas: abstracción y contexto en educación estadística en Secundaria

La crisis sanitaria generada por la COVID-19 ha incrementado el interés por las matemáticas y la estadística (Bakker & Wager, 2020). La situación generada por la pandemia ha puesto a prueba el sentido estadístico de la ciudadanía (Batanero, 2019). La ingente cantidad de información estadística recibida ha requerido utilizar el conocimiento estadístico de forma flexible, con capacidad para comunicar, procesar e interpretar la información estadística y, al tiempo, nos ha enfrentado a la desinformación y la ignorancia estadísticas, de cuyos riesgos nos advierte Engel (2019).

Las investigaciones muestran que la alfabetización estadística se ha convertido en una competencia fundamental para la ciudadanía actual (Bargagliotti et al., 2020; Engel, 2017; Weiland, 2019), pero nos encontramos que una parte del profesorado de matemáticas no ha recibido la suficiente formación inicial (Muñiz-Rodríguez et al., 2020a) o necesita reforzar los aspectos didácticos de la estadística (Bakker et al., 2021; Zapata-Cardona & Martínez-Castro, 2021), aunque muestra una actitud positiva respecto a la utilidad y la aplicabilidad de la estadística (Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2021). Considerando estas lagunas, este artículo se focaliza en el uso de contextos, asumiendo que la práctica de la estadística con un contexto de referencia no debe ser vista como la alternativa a la estadística descontextualizada, sino que ambas son ‘dos orillas entre las que debe nadar’ (Hahn, 2015, p. 34).

Enmarcar las tareas estadísticas en contextos reales es importante para el desarrollo del pensamiento y el razonamiento estadísticos y del sentido crítico de la ciudadanía (Garfield & Ben-Zvi, 2008; Zapata-Cardona & Marrugo Escobar, 2019). El uso del contexto y el uso de la transnumeración y el análisis de la variabilidad, entre otros, son fundamentales para la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento estadístico. De hecho, ‘uno no puede permitirse el pensamiento estadístico sin algún conocimiento del contexto’ (Wild & Pfannkuch, 1999, p. 288). Para Biehler et al. (2018), el contexto es una de las principales oportunidades de aprendizaje de la idea de variabilidad, la cual es crucial en la educación estadística, por lo que la infrarrepresentación del contexto supone un riesgo (Batanero, 2019).

A pesar de la relevancia del contexto, la investigación señala que en algunos países su uso en el aula aún presenta restricciones, derivadas de la excesiva importancia que se le da a la abstracción en los libros de texto y en otros recursos, y de una falta de formación estadística en el profesorado. Como señalan Gattuso y Ottaviani (2011, p. 4): ‘el problema es que el profesorado, habitualmente, no tiene preparación para enseñar estadística, tiene poco conocimiento estadístico y casi nunca una formación específica en educación estadística’.

Para subsanar este déficit, Rodríguez-Muñiz et al. (2020) proponen una serie de actividades, no implementadas, basadas en un contexto específico (la COVID-19) para

promover en Educación Secundaria el trabajo con la estadística fundada sobre una situación próxima y de interés para el alumnado.

Basándose en esa experiencia estadística en el contexto de la COVID-19, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la capacidad del alumnado de tercer curso de Educación Secundaria (14–15 años) de trabajar con gráficos estadísticos y tablas de frecuencias en contextos reales, para determinar en qué medidas de tendencia central presenta más dificultades, y analizar las confusiones más habituales cuando calcula esas medidas estadísticas y analiza la variabilidad. La actividad necesita que se interprete el contexto, a diferencia de actividades similares en libros de texto en las que es irrelevante y el alumnado, después de leer el contexto, solo necesita mirar un gráfico o una tabla de frecuencia y calcular medidas estadísticas. Siguiendo a Garfield y Ben-Zvi (2008, p. 164), la tarea trata de ‘mantener una visión de los datos como “números en contexto” y al mismo tiempo abstraer los datos de ese contexto’. Por ello, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué basa el alumnado de tercer curso de Secundaria su pensamiento y sus decisiones estadísticas en el contexto de la pandemia?

Marco teórico

El contexto en la educación estadística

En palabras de Cobb y Moore (1997): ‘En matemáticas, el contexto oscurece la estructura. [...] En el análisis de datos, el contexto aporta significado’ (p. 803). La importancia de los contextos está presente en la definición de alfabetización estadística de Gal (2002), quien define la cultura o alfabetización estadística como la capacidad de interpretar críticamente la información estadística, los fenómenos y los argumentos apoyados en datos que se puedan encontrar en diferentes contextos, así como la capacidad para discutir o comunicar las opiniones al respecto. En esta línea, Gal señala los medios de comunicación como uno de los contextos principales, ya que asume la alfabetización como una herramienta de ciudadanía. Además, Gal caracteriza la alfabetización estadística mediante cinco dimensiones de conocimiento y dos posicionales, siendo el conocimiento del contexto una de las primeras. También en la conceptualización del razonamiento estadístico (Pfannkuch & Wild, 2004; Wild & Pfannkuch, 1999) se señala la integración de la estadística en el contexto como uno de los cinco tipos de razonamiento para dar sentido a la información.

El razonamiento estadístico y las distintas definiciones y niveles de competencia de la alfabetización estadística, junto con las denominadas grandes ideas de la estadística (Burrill & Biehler, 2011; Garfield & Ben-Zvi, 2008; Shaughnessy, 2019; Watson et al., 2013) son integradas dentro la noción de sentido estadístico, respecto al cual Batanero (2013) distingue tres componentes: la comprensión de las ideas fundamentales en la estadística, el análisis de datos y el razonamiento y la toma de decisiones, la cual ha de apoyarse necesariamente en el conocimiento del contexto. Alfabetización estadística (Gal, 2002), pensamiento estadístico (Wild & Pfannkuch, 1999), las grandes ideas de la estadística y el paradigma integrador de sentido estadístico de Batanero (2013) son el marco teórico del presente estudio.

Para Shaughnessy et al. (1996, p. 206), el manejo de datos ‘es un trabajo de detective matemático en un contexto’. Las investigaciones teóricas y empíricas recogidas en

varios trabajos recopilatorios recientes (Batanero & Borovcnik, 2016; Batanero & Chernoff, 2018; Ben-Zvi et al., 2018) refuerzan esta idea y proporcionan una gran variedad de ejemplos de uso de la conexión de la estadística con su contexto de uso, de la importancia de manejarla juntamente con los modelos probabilísticos y del refuerzo de las grandes ideas estadísticas en el ámbito educativo y la introducción del razonamiento inferencial informal (Pfannkuch, 2006; Zieffler et al., 2008). Pfannkuch (2011) distingue dos tipos fundamentales de contexto en la resolución de problemas estadísticos: el contexto del problema (del que proceden los datos) y el contexto de las experiencias de aprendizaje (propio del alumnado y que le permiten acceder a la tarea). Pfannkuch (2011) también señala que una buena elección del contexto de un problema cercano, sobre el cual tiene conocimiento quien aprende, facilita la formación.

delMas (2004, p. 91) subraya el vaivén del contexto a la abstracción en el razonamiento estadístico, lo que permite ‘tomar los resultados y relacionarlos con el contexto original. Esta traducción o mapeo representa otra posible fuente de error, ya que se deben rastrear y validar relaciones diversas y el contexto, una vez más, tiene la oportunidad de influir en el razonamiento’. Asimismo, Hahn (2015) insiste en los procesos estadísticos como una forma de ahondar en el conocimiento del contexto y en la interrelación datos-aleatoriedad, abogando por buscar un equilibrio entre las dimensiones matemática y contextual, sin que la estadística sea ‘canibalizada’ por el contexto. La importancia del contexto también se pone de manifiesto en las directrices para la evaluación y la enseñanza de la estadística en la secundaria obligatoria (Bargagliotti et al., 2020), en las que se señala que el proceso de resolución de problemas estadísticos (formulación de preguntas estadísticas, recogida de datos, análisis e interpretación de los resultados en términos de la pregunta inicial) es el elemento central de la educación estadística, que necesita iniciarse en el contexto para plantear preguntas estadísticas relevantes y comprensibles, que permitan al alumnado completar el ciclo de investigación estadística (Wild & Pfannkuch, 1999).

¿Qué limitaciones tiene, en la práctica, un enfoque basado en el contexto?

Aunque el papel del contexto en la educación estadística es reconocido sin lugar a duda desde hace mucho tiempo, la literatura científica demuestra que en algunos países (incluido España, donde se llevó a cabo la investigación actual) el contexto no siempre está presente, reduciendo a menudo la educación estadística a los métodos matemáticos que aparecen en la estadística. Los estudios sobre formación docente (Arteaga et al., 2015; Batanero et al., 2018) muestran la falta de razonamiento estadístico del futuro profesorado. Según Muñoz-Rodríguez et al. (2020b), Muñoz-Rodríguez y Rodríguez-Muñoz (2021), and Vásquez et al. (2021), el profesorado en ejercicio reconoce el papel del contexto en la educación estadística, pero afirma que debe reforzarse en sus prácticas docentes, ya que el alumnado encuentra obstáculos cuando se enfrenta a actividades basadas en contextos. Esquivel (2007) entrevistó a docentes, estudiantes y directores y encontró que la educación estadística en Costa Rica a menudo descuida el análisis y la interpretación del contexto. Zapata-Cardona y González Gómez (2017) mostraron que el profesorado en activo concibe la estadística como una ciencia desorganizada donde no se menciona el contexto como relevante. Vásquez y García-Alonso (2020) evidenciaron la necesidad de utilizar un contexto realista en la formación

docente como una forma de empoderar al profesorado para la creación de tareas apropiadas.

El análisis de los recursos, tanto en España como en otros países, subraya el escaso uso del contexto en la educación estadística. Cobo Merino y Batanero (2004) mostraron cómo la media en los libros de texto en español, habitualmente se desvinculaba de situaciones, centrándose solo en los aspectos aritméticos. Rodríguez-Muñiz y Díaz (2018) también encontraron que el contexto exclusivamente matemático prevalecía sobre los contextos de la vida cotidiana en los libros de texto españoles, lo que luego se confirmó en Rodríguez-Muñiz et al. (2019) y Vásquez et al. (2021). Pallauta et al. (2021) examinaron recientemente 18 libros de texto españoles y encontraron que el porcentaje de tareas no contextualizadas aumentaba, especialmente en el último año de la secundaria. Este resultado también fue encontrado en libros de texto brasileños por de Queiroz et al. (2019). Por lo tanto, la investigación pone de manifiesto que existe una brecha entre lo aconsejado por la investigación y la práctica y los recursos del aula.

Algunas dificultades del alumnado de secundaria en educación estadística

Sin ánimo de realizar una revisión sistemática, respecto al trabajo con gráficos Ridgway y Nicholson (2019) analizan la presencia de histogramas en evaluaciones externas y los problemas que surgen de diferentes interpretaciones y técnicas de cálculo como la interpolación. Boels et al. (2019), tras una revisión de 86 trabajos, señalan que las dificultades conceptuales más relevantes en el trabajo con histogramas están relacionadas con las dos grandes ideas estadísticas de datos y distribución, algunas de ellas ya aparecían en la anterior revisión de Kaplan et al. (2014). Respecto a los datos representados, se documentan identificaciones erróneas de la variable estudiada y de su naturaleza continua (confusiones con el diagrama de barras); mientras que las dificultades relacionadas con la distribución aluden a la identificación e interpretación del centro y la forma del histograma, a cómo interpretar la variabilidad presente en los datos o al agrupamiento en clases de los valores observados. En Espinel et al. (2009) encontramos un interesante resumen sobre investigaciones acerca de gráficos estadísticos realizadas hasta esa fecha, subrayando la necesidad de utilizar la tecnología no como accesoria sino como fundamental, y la pertinencia de interpretar sin ambigüedad cada tipo de gráfico (y, en concreto, el histograma). Arteaga et al. (2012) realizan una revisión sistemática sobre las dificultades de comprensión de los gráficos estadísticos, aunque son más los trabajos de análisis de las respuestas de profesorado en formación o de alumnado de primaria que los de alumnado de secundaria. Espinel et al. (2007) mostraron que el alumnado era capaz de realizar algunos procedimientos pero le faltaba comprensión conceptual, desde el punto de vista estadístico, sobre lo que había detrás del procedimiento. Montejo-Gámez y Amador Saelices (2019) evidenciaron dificultades para razonar dentro de un contexto en alumnado de secundaria que comenzaba a recibir formación en estadística.

También es habitual utilizar como sujeto al profesorado en formación y el alumnado de primaria en lugar de alumnado de secundaria para indagar sobre las dificultades con las medidas de centralización. En Eichler y Zapata-Cardona (2016) se hace una revisión de distintas dificultades, muchas de ellas asociadas a las destacadas en el caso de los histogramas con las ideas de datos y distribución. Mayén et al. (2009) observan que el

alumnado de secundaria tiene pocas dificultades en el cálculo de la mediana, pero mayores obstáculos para determinar la medida de centralización más representativa y su interpretación. Pfannkuch (2011) señaló que cuando el contexto es un elemento relevante de la tarea, influye en el desarrollo del ciclo de indagación estadística y de los conceptos, pero sugirió que aún existen pocos estudios sobre el papel que juega el conocimiento contextual y su efecto en la construcción del razonamiento del alumnado. Arteaga et al. (2015) encontraron en el alumnado dificultades serias para razonar sobre conceptos estadísticos como la representatividad de medidas y, en definitiva, razonar estadísticamente. Henriques y Oliveira (2016) muestran que el alumnado de secundaria es capaz de realizar razonamientos sobre la variabilidad y la distribución de los datos, pero en ellos la probabilidad no está apenas presente. Así, Hahn (2015) alerta de la desconexión entre estadística y probabilidad.

Por su parte, Boels et al. (2019) describen dificultades del alumnado de secundaria respecto al concepto de variabilidad y su relación con el centro y la dispersión de una distribución cuando está representada por un histograma. Así, en Boels et al. (2019) se documenta la asociación de una menor variación en los datos con mayor igualdad en las alturas de las barras, la consideración del rango como única medida de dispersión, la asunción de relación entre orden creciente o decreciente de las alturas de las barras y mayor o menor dispersión, o la identificación de centro y dispersión.

Por último, en Makar y Rubin (2018) se revisa la bibliografía sobre dificultades y errores cometidos por alumnado de secundaria en el uso del razonamiento inferencial informal. Se señala la dificultad de razonar más allá de los datos proporcionados, los problemas para vincular estos razonamientos informales con la idea de incertidumbre o la tendencia a utilizar datos puntuales en lugar de medidas agregadas (de centralización o de dispersión) para fundamentar las decisiones. También se refuerza la idea de que un mejor conocimiento y comprensión del contexto ayudará a realizar inferencias informales más fundamentadas.

Metodología

Participantes y contexto

La actividad fue implementada en 11 grupos de tercer curso de Educación Secundaria (14–15 años) de cinco centros educativos españoles, situados en Canarias (siete grupos de tres centros), Cataluña (tres grupos de un centro) y Asturias (un grupo), durante los meses de febrero y marzo de 2021. Participaron un total de 223 alumnos (Tabla 1).

Ninguno de los grupos había trabajado aún en el curso 2020–2021 contenidos de estadística y probabilidad. El profesorado apuntó, en una encuesta de contexto que se les facilitó, que entre los recursos más habituales para trabajar la estadística y la probabilidad en el aula destacaban el libro de texto, los recursos tecnológicos (calculadora y hoja de cálculo) y los contextos reales, relacionándolos con su entorno o tomando datos por parte del alumnado.

Tabla 1. Distribución del alumnado por comunidad autónoma.

Alumnado	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Total	16	135	72	223

Recogida de datos

La tarea diseñada conectó las experiencias del alumnado sobre la pandemia de COVID-19 mediante la pregunta: ‘¿La enfermedad ataca por igual a hombres y mujeres?’ (Rodríguez-Muñiz et al., 2020). Para cumplir con el objetivo de la tarea, aprender a usar y analizar datos, el alumnado tenía que leer e interpretar datos de una tabla y una pirámide de población (Figura 1), calcular medidas de tendencia central y analizar la variabilidad. Mediante una secuencia de cinco actividades, el alumnado debía seguir el proceso de construcción y reflexión hasta llegar a la toma de una decisión que diese respuesta a la pregunta inicialmente planteada (Figura 2). El tiempo previsto para el desarrollo de las actividades fue de 55 minutos (en una o dos sesiones, según la duración de las sesiones en cada centro).

Previamente a la implementación de la actividad, se llevó a cabo una entrevista con el profesorado para explicar el procedimiento que debía seguir y resolver dudas y consultas. Además, se pidió a los docentes que indicasen su percepción sobre el nivel de interés, participación y capacidad de trabajo y reflexión mostrado por el alumnado durante el desarrollo de la actividad, que se consignó mediante una escala Likert de 1 a 5, creciente en nivel. También se recogió información acerca del contexto. Finalmente, la información sobre otros aspectos que permitiesen valorar la capacidad de reflexión y toma de decisiones del alumnado fue recogida mediante preguntas abiertas.

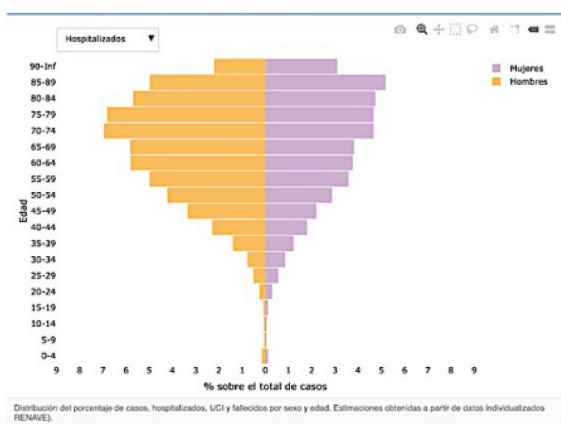


Gráfico 1
Pirámide de población del porcentaje de hospitalizados según grupos de sexo y edad en España (17/05/2020)

Tramo de edad	% sobre total H	% sobre total M	% conjunto H+M
0-4	0.14	0.11	0.25
5-9	0.03	0.03	0.06
10-14	0.06	0.05	0.11
15-19	0.08	0.11	0.19
20-24	0.25	0.29	0.54
25-29	0.51	0.56	1.07
30-34	0.77	0.86	1.63
35-40	1.4	1.21	2.61
40-44	2.3	1.8	4.1
45-49	3.35	2.2	5.55
50-54	4.23	2.88	7.11
55-59	4.98	3.58	8.56
60-64	5.81	3.77	9.58
65-69	5.82	3.83	9.65
70-74	6.96	4.67	11.63
75-79	6.82	4.66	11.48
80-84	5.7	4.74	10.44
85-89	4.95	5.19	10.14
90-Inf	2.2	3.1	5.3
Total	56.36	43.64	

Tabla 1

Datos del porcentaje de hospitalizados según grupos de sexo y edad en España (17/05/2020)

Figura 1. Gráfica y tabla de datos para realizar las actividades (Rodríguez-Muñiz et al., 2020, pp. 229–230).

<p>Actividad 1. Fíjate en el gráfico 1 y responde individualmente las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Qué información observas que muestra el gráfico estadístico? ¿Cuáles consideras que son las variables que se muestran? Las barras que se muestran, ¿qué es lo que indican? ¿Por qué hay dos colores? ¿Son cantidades absolutas o relativas? ¿Cómo lo sabes? Según el gráfico, si sumamos todos los valores de las barras de la derecha, ¿qué es lo que se obtiene? ¿y si sumamos el valor de todas las barras a la vez? ¿cómo interpretas estos resultados? 	<p>Actividad 2. Seguimos estudiando el gráfico estadístico anterior. Según lo observado:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Qué tramo de edad consideras que ha tenido más casos positivos entre los hombres? ¿Y entre las mujeres? Ahora vamos a calcular la media de edad. Ten en cuenta que para ello necesitas el valor intermedio de cada intervalo (llamado marca de clase). ¿Cuál es la media de edad de hospitalizados? ¿Hay diferencias entre la media de hombres y mujeres? Escribe los cálculos o proceso en el recuadro.
<p>Actividad 3. Llamamos intervalo mediano al intervalo de edad, en este caso, que ocupa la posición intermedia. Esto es, teniendo en cuenta que las áreas de las barras representan el porcentaje de casos, el intervalo mediano será el que separa el total de las áreas sombreadas en dos mitades iguales.</p> <ol style="list-style-type: none"> Explica con detalle o realiza los cálculos necesarios e indica cuál es el intervalo mediano, teniendo en cuenta la gráfica y su tabla de valores correspondiente. ¿Has hecho el cálculo del intervalo mediano globalmente o por sexo? Explica tu razonamiento. 	<p>Actividad 4. Ahora nos interesa conocer la dispersión de los datos. La dispersión de los datos es un indicador acerca de la separación de los datos. Generalmente se toma un valor o un dato como referencia y se observa cuánto se separan de él los datos.</p> <ol style="list-style-type: none"> En la gráfica de casos hospitalizados por la COVID-19, ¿dirías que los hombres tienen mayor, menor o igual dispersión que las mujeres? Justifica tu respuesta. Para determinar la dispersión habría que tomar alguna referencia (un dato, un intervalo, una representación, un cálculo, un parámetro, ...), ¿en qué te has fijado para responder a la pregunta anterior?
<p>Actividad 5. Resumiendo todo el estudio realizado, retomamos la pregunta que nos hacíamos al principio de este trabajo: ¿ataca por igual a hombres y mujeres? Por tanto,:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Crees que hay diferencias entre las hospitalizaciones según sea un hombre o una mujer? A la vista de lo anterior, ¿habría indicios para pensar que la COVID-19 afecta de forma diferente a hombres y mujeres? Explica tu respuesta. 	

Figura 2. Actividades planteadas al alumnado.

Procedimiento de análisis

El análisis de los datos adoptó un enfoque mixto, descriptivo y exploratorio (McMillan & Schumacher, 2005). Por un lado, se realizó un análisis cuantitativo de la información sobre el contexto de aplicación y las percepciones del profesorado en cuanto al desarrollo de la actividad. Por otro lado, se llevó a cabo un análisis interpretativo de las respuestas del alumnado a las preguntas planteadas, recogidas en la hoja de trabajo, que constituyen las unidades de análisis del estudio.

El análisis se basó en las comparaciones constantes según la Teoría Fundamental (Corbin & Strauss, 1990). Se consideraron diferentes niveles de análisis. En primer lugar, uno de los autores comenzó leyendo las respuestas del alumnado para familiarizarse con el contenido. Luego, con base en nuestro objetivo de investigación, organizamos y estructuramos la información. En este primer nivel, las transcripciones individuales se organizaban según la fragmentación o segmentación de las unidades. Durante la lectura de las respuestas se obtuvo información sobre cómo el alumnado resolvió y respondió las preguntas planteadas. Los datos sin procesar se clasificaron y codificaron para transformarlos en datos útiles. En segundo lugar, establecimos un grupo de categorías. Así, la codificación y la categorización de los datos se triangularon comparando, ordenando y estructurando para establecer categorías que permitieran comparar los datos. En tercer lugar, los investigadores renombraron las categorías utilizando el método de comparaciones constantes, que incluye comparaciones realizadas entre similitudes, diferencias y conexiones en los datos. Se examinaron las unidades de información para ver si encajaban claramente en una categoría específica. Además, se reflexionó sobre si las categorías podían simplificarse y luego agruparse. También consideramos los nombres y contenido de las unidades modificadas, mostrando nuevas relaciones y posibles nuevas interpretaciones entre las categorías. Así, se renombraron, eliminaron o simplificaron todos los aspectos que impedían identificar cómo el alumnado piensa estadísticamente en el contexto de la pandemia. Además, cabe señalar que los datos cualitativos se obtuvieron en castellano y catalán (lenguas vehiculares en los centros de la muestra). Posteriormente, estos datos fueron analizados por investigadores nativos de cada uno de estos idiomas, para que las intenciones originales de los

participantes pudieran ser mejor interpretadas y capturadas en los análisis. El uso del método de comparaciones constantes eliminó cualquier preocupación respecto a la fiabilidad entre codificadores. Mediante este enfoque, los códigos, las categorías y la clasificación de datos se comparan constantemente, de modo que los desacuerdos entre los evaluadores se resuelven durante el proceso para llegar a un consenso. De acuerdo con este proceso, se obtuvieron cinco categorías, que organizan los resultados que se muestran a continuación.

Resultados

Los resultados se organizan según cinco aspectos: (1) generales de carácter descriptivo; (2) identificación e interpretación de los datos; (3) parámetros de centralización; (4) variabilidad de los datos; y (5) toma de decisiones.

Aspectos generales de carácter descriptivo

El profesorado consideró muy adecuado el nivel de participación del alumnado, con puntuaciones de 3.9 a 4.5 sobre 5 (Figura 3). El interés mostrado por el alumnado también se ha valorado bien, junto con el trabajo desarrollado en el aula, pero el profesorado consideró que el nivel de reflexión del alumnado fue bajo, con un máximo de 3. En general, el profesorado manifestó que el alumnado no estaba habituado a realizar actividades con este nivel de reflexión y tenía poca costumbre de expresar conclusiones o tomar decisiones.

El profesorado informó de que el alumnado realizó preguntas acerca de algunos términos estadísticos que desconocían (variable, cantidad absoluta, cantidad relativa, marca de clase, intervalo mediano, media, etc.) y que, en ocasiones, hubo que proporcionar ayudas sencillas o explicaciones simples para contribuir a que el alumnado progresara y pudiera llegar a tomar alguna decisión basada en los datos. Por otra parte, el profesorado indicó que algunas de las preguntas del alumnado fueron más allá de la información que se ofrecía, conectando la información de la actividad con otros temas como la esperanza de vida de hombres y mujeres o bien aventurando los posibles cambios en los datos tras la vacunación.

El profesorado destacó la comprensión lectora del enunciado como una de las principales dificultades del alumnado, aparte de las relacionadas con la estadística. Algunos profesores dejan constancia de las dificultades de su alumnado para justificar



Figura 3. Valores promedio sobre el desarrollo de la actividad según el profesorado.

las conclusiones o de la inseguridad ante una actividad que es diferente a las habituales, solicitando la validación del docente durante el proceso. Esto sucedió incluso con el alumnado de mayor rendimiento.

Identificación e interpretación de los datos

La actividad 1 (Figura 2) tenía por objetivo centrar la atención del alumnado en los datos mostrados en el gráfico y la tabla para que identificasen los elementos necesarios para construir su opinión fundamentada en los datos ofrecidos y su contexto. Para ello, se les pidió que comentasen la información mostrada en el gráfico estadístico y que interpretasen las variables y cantidades utilizadas. Casi dos tercios (63.2%) reconoció e identificó correctamente la información tanto en la pirámide de población como en la tabla de frecuencias (Tabla 2), pero un 25.6% del alumnado no dio importancia a las unidades en las que se presentan los datos e interpretó los datos como cantidades absolutas de hospitalizados. También hubo respuestas incoherentes.

Con la finalidad de que el alumnado se percatase de que la información se ofrece en porcentaje, se les pidió (actividad 1d) que indicasen si las cantidades mostradas eran absolutas o relativas y por qué. La mayoría del alumnado (70%) identificó correctamente el tipo de magnitud (Tabla 3), pero las explicaciones fueron variadas: ‘no es un valor correcto’, ‘es una cantidad que varía’, ‘son valores redondeados’, ‘no es un valor exacto’ o ‘se utiliza un porcentaje pues sustituye a un valor exacto’. Por su parte, cuando indicaron que se trataba de cantidades absolutas (19.3%), lo argumentaron diciendo que: ‘no tiene decimales’, ‘es un valor exacto’ o ‘porque son personas que no se pueden considerar decimales’ (aludiendo a variable cuantitativa discreta). Por tanto, fue mucho el alumnado que atribuyó erróneamente a la existencia o ausencia de decimales la justificación de que una magnitud fuera relativa o absoluta.

Finalmente, cuando se preguntó sobre qué significado daban a la frecuencia total del porcentaje sobre el total de hombres y de mujeres (actividad 1e), poco más de la mitad del alumnado respondió correctamente (Tabla 4), mientras que un 34.5% señaló que el resultado se correspondía con la cantidad total de hospitalizados.

Tabla 2. Porcentaje de respuestas de identificación e interpretación de los datos que muestra la tabla (actividades 1a, 1b y 1c).

Identificación e interpretación gráfica	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Interpretación correcta	0.0	64.4	75.0	63.2
Incorrecta por:				
Número de hospitalizaciones	93.8	20.0	20.8	25.6
Incidencia o seguimiento del virus	0.0	6.7	0.0	4.0
Respuesta incoherente	6.2	3.7	4.2	4.0
No contesta	0.0	5.2	0.0	3.2

Tabla 3. Porcentajes de las categorías de respuesta según el tipo de dato (actividad 1d).

Tipo de dato	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Absoluto	43.8	18.5	15.3	19.3
Relativo	37.5	73.3	70.8	70.0
No contesta	18.7	8.2	13.9	10.7

Tabla 4. Porcentajes del tipo de respuesta a la interpretación de la frecuencia total (actividad 1e).

Interpretación frecuencias total	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Porcentaje total	18.8	55.6	55.6	52.9
Cantidad total	81.3	32.6	27.8	34.5
Incoherente	0.0	6.7	16.6	9.4
No contesta	0.0	5.1	0.0	3.2

Parámetros de centralización

Las actividades 2 y 3 (Figura 2) se relacionaban con el cálculo e interpretación de los parámetros de centralización: intervalo modal, media aritmética e intervalo mediano. Con la finalidad de que la mayor parte del alumnado abordara el cálculo de la media aritmética, y así poder interpretar los resultados, el alumnado podía utilizar calculadora (en Asturias, hoja de cálculo). El alumnado manifestó dificultades con el manejo de la variable, por ser de tipo continua. De los tres parámetros, el intervalo modal fue identificado e interpretado correctamente por la mayoría (Tabla 5).

El cálculo de la media presentó mayores dificultades, ya que más de la mitad del alumnado no contestó esta pregunta o lo hizo incorrectamente (Tabla 5). Algunos eligieron una estrategia de cálculo errónea, como por ejemplo, calcular la media de las marcas de clase, calcular la marca de clase del intervalo modal o calcular la frecuencia total dividida entre el número de intervalos, entre otras. No se recoge en la Tabla 5, pero muy pocos desarrollaron el algoritmo de cálculo correctamente y ofrecieron el valor correcto de la media (13%). En este sentido, algunos profesores indicaron en la encuesta de contexto que el cálculo de la media fue tedioso y largo para parte del alumnado, y por eso varios decidieron abandonarlo. Finalmente, el alumnado que utilizó la hoja de cálculo no lo resolvió mejor que el resto.

En la actividad 3 (Figura 2) el alumnado debía realizar e interpretar el cálculo del intervalo mediano. Solo un 19.3% del alumnado lo realizó correctamente, mientras que un 23.3% no contestó. Muchos interpretaron el cálculo del intervalo mediano como el resultado de la mitad de la frecuencia total (Figura 4).

Tabla 5. Porcentaje según las categorías de respuesta para cada parámetro de centralización (actividades 2 y 3).

	Intervalo modal	Media aritmética	Intervalo mediano
Correcto	91.0	41.7	19.3
Incorrecto	6.3	47.1	57.4
No contesta	2.7	11.2	23.3

A3:
 Intervalo mediano (hombres); $56'36 : 2 = 28'18$ años
 Intervalo mediano (mujeres); $43'64 : 2 = 21'82$ años
 Por sexo; porque he cogido datos diferentes
 fijándome en la tabla de datos.
 Entre los dos hay una diferencia de:
 $28'18 - 21'82 = 6'36$ años.

Transcripción:

Intervalo mediano (hombres); $56'36:2=28'18$ años
 Intervalo mediano (mujeres): $43'64:2=21'82$ años
 Por sexo. Porque he cogido datos diferentes
 fijándome en la tabla de datos.
 Entre los dos hay una diferencia de
 $28'18 - 21'82 = 6'36$ años

Figura 4. Respuesta a la actividad 3.

Variabilidad de los datos

El objetivo de la actividad 4 (Figura 2) era indagar acerca de las ideas informales o intuitivas que poseen sobre este concepto estadístico. En el análisis nos centramos en los argumentos empleados acerca de la dispersión (Tabla 6), en las actividades 4a y 4b.

Gran parte del alumnado no respondió a esta pregunta. La mayoría de quienes respondieron, consideraron que los hombres ofrecen mayor dispersión que las mujeres y sólo cerca un 5.8% indicó que la dispersión es igual en ambos géneros. Las justificaciones fueron muy variadas (Figura 5), pudiendo agruparse en tres categorías principales (Tabla 7): señalando un parámetro, observando la gráfica, y utilizando la frecuencia total de hombres y/o mujeres.

Aquellas justificaciones basadas en el uso de una medida de tendencia central no dieron lugar a ninguna respuesta correcta, pero hemos considerado esta categoría dada la relevancia que tiene en el estudio de la variabilidad. En este caso, el parámetro utilizado con mayor frecuencia ha sido el intervalo modal. Por su parte, las respuestas que se justifican en la gráfica es la que utiliza la mayoría del alumnado. Finalmente, cabe destacar que un grupo importante de alumnado relaciona la idea de dispersión con el ‘desorden’, la ‘organización’, o la ‘mayor acumulación’ de datos en las barras o en la tabla de frecuencias.

Toma de decisiones

En la actividad 5 (Figura 2), el alumnado debe tomar decisiones, en cuanto a si la COVID-19 afecta de forma diferente a hombres y mujeres, haciendo uso de la información obtenida y los datos analizados (Tabla 8).

Alrededor del 19% del alumnado no respondió a esta pregunta (entendemos que la falta de respuesta se debió a la dificultad de la pregunta). De quienes contestaron, un 19% señaló que el virus no hacía diferencias de género, y más del 62% consideró que la COVID-19 afecta de forma diferente a hombres y mujeres, siendo más (57.4%) quienes señalaron que afecta más a los hombres. Los argumentos aportados por el alumnado (Tabla 9) los dividimos en cinco categorías principales.

La Figura 6 muestra algunos de los escasos ejemplos de justificaciones basadas en datos elaborados a partir de los datos iniciales, es decir, incorporando adecuadamente el análisis realizado.

Tabla 6. Porcentaje de respuesta a quién ofrece mayor dispersión (actividad 4a).

Mayor dispersión	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Hombres	62.5	77.0	55.6	69.1
Mujeres	0.0	5.9	4.2	4.9
Por igual	6.3	8.1	1.4	5.8
No contesta	31.3	8.9	38.9	20.2

Tabla 7. Porcentaje de justificaciones sobre quién ofrece mayor dispersión (actividad 4b).

Justifica la dispersión	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Nombra un parámetro	0.0	8.9	0.0	14.3
Observación de la gráfica	18.8	33.3	36.1	33.2
Frecuencia total de hombres y mujeres	25.0	15.6	18.1	17.0
Otras razones o sin justificar	56.2	42.2	45.8	35.5

A4:

a) Yo diría que tiene más dispersión y que hay más entre los hombres porque los datos son más diferentes y dispersos que en las mujeres.

b) El intervalo 65-69 y el 70-74. Aunque creo que hay poca dispersión.

Transcripción:

- a) Yo diría que tiene más dispersión entre los hombres porque los datos son más diferentes y dispersos que en las mujeres.
- b) El intervalo 65-69 y el 70-74. Aunque creo que hay poca dispersión.

A4:

1) Las hombres tienen mayor dispersión que las mujeres. Sobre todo entre los 70-79, en todas las barras los hombres están más dispersos excepto en el 85-89 que las mujeres lo superan. Las barras de las mujeres están más igualadas.

Transcripción:

- 1) Los hombres tiene mayor dispersión que las mujeres sobre todo entre los 70-79, en todas las barras los hombres están más dispersos excepto en el 85-89 que las mujeres lo superan. Las barras de las mujeres están más igualadas.

A4:

a) Yo diría que los hombres en ciertas edades están más dispersos, en otras edades están menos y en otras iguales. Para calcular si están más dispersos haría las medias por franjas de edad y según esa media puedo ver si están más, menos o igual de dispersos.

b) En las medias por franjas de edad.

Transcripción:

- a) Yo diría que los hombres en ciertas edades están más dispersos, en otras edades están menos y en otras iguales. Para calcular si están más dispersos haría las medias por franjas de edad y según esa media puedo ver si están más o menos o igual dispersos.
- b) En las medias por franjas de edad.

Figura 5. Ejemplos de justificaciones del alumnado en la actividad 4.

La segunda categoría recoge la mayoría de las respuestas, en las que se argumenta a partir de los datos inicialmente ofrecidos (Figura 7), es decir, el alumnado no incorporó resultados procedentes del análisis realizado.

Las siguientes dos categorías (Figura 8) se basan en opiniones acerca de la propagación del virus. Algunos justifican su decisión en estereotipos asignados a roles de género, como que la mujer tiene menos posibilidades de contagio porque está más en casa, suele atender más con las normas sanitarias o tiene miedo a salir, mientras que el hombre suele no cumplir las normas sanitarias impuestas o está más expuesto a los contagios por su trabajo.

Finalmente, un 42.1% del alumnado dio otras razones (esperanza de vida, cantidad de hombres en el mundo, la edad, etc.), no aportó justificación o no contestó. Fueron muy pocos (18.4%) quienes indicaron que la enfermedad afectaba por igual y sus argumentos se basaron, principalmente, en que las diferencias de los datos eran muy pequeñas o dieron razones que no se apoyaban en el estudio realizado (Figura 9).

Tabla 8. Porcentaje de respuestas a quién afecta más la COVID-19 (actividad 5).

La COVID-19 afecta ...	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
más a los hombres	62.5	65.2	41.7	57.4
más a las mujeres	0.0	1.5	0.0	0.9
de forma diferente (sin indicar)	0.0	1.5	9.7	4.0
a ambos géneros por igual	12.5	25.9	5.6	18.4
No contesta	25.0	5.9	43.1	19.3

Tabla 9. Porcentaje de respuestas según las categorías de razones dadas (actividad 5b).

Justificación basada en ...	Asturias	Canarias	Cataluña	Total
Resultados obtenidos en el estudio	0.0	6.7	1.4	4.5
Datos, tabla o gráficos iniciales	25.0	28.1	27.8	27.8
Comportamiento y cuidado social	12.5	12.6	5.6	10.3
Patologías previas	12.5	9.6	0.0	6.7
Otras razones	31.3	23.7	2.8	14.8
No justifican/No contestan	18.8	19.3	62.5	35.9

Discusión y conclusiones

Se han analizado las respuestas de 223 alumnos y alumnas de 14 y 15 años a partir de un estudio que utiliza información relacionada con la COVID-19. Antes de discutirlos, señalamos en breve los principales hallazgos: (1) el uso de un contexto realista produjo un gran interés en el alumnado; (2) si bien la mayoría pudo interpretar datos y gráficos, se evidenciaron algunas malinterpretaciones en la identificación de la variable; (3) surgieron más dificultades al calcular las medidas de tendencia central y de dispersión y al conectarlas con el contexto de la situación; y (4) el alumnado pudo encontrar equilibrio entre la interpretación del contexto y la abstracción necesarias para calcular las medidas, produciendo argumentos basados en datos que explicaban, o intentaban explicar, su razonamiento sobre el contexto.

Se trata de una tarea estadística en la que el contexto es un medio de inspiración y motivación (Diggle, 2015), con el que construir los conceptos estadísticos, que permitirán al alumnado interpretar la información estadísticamente, desarrollar

AS: Yo creo que sí por que si miramos la grafica los hombre de 20-74 años son más que las mujeres pero las mujeres de 85-89 años son más que los hombres. Y en la tabla se mira que hay más porcentaje de hombres que de mujeres.

Transcripción:

Yo creo que sí porque si miramos la gráfica los hombres de 70-74 años [mediana] son más que las mujeres pero las mujeres de 85-89 años [mediana] son más que los hombres. Y en la tabla se mira que hay más porcentaje de hombres que de mujeres

AS: a) Si, están bastante igualados pero en los hombres entre los 70-79 hay más casos que las mujeres.
b) No porque en los casos que hay están muy igualados menos en algunas ciertas edades, los hombres tienen más casos.

Transcripción:

a) Sí, están bastante igualados pero en los hombre entre 70-79 hay más casos que las mujeres.
b) No, porque en los casos que hay están muy igualados menos ciertas edades, los hombres tienen más casos

AS: Son más o menos iguales aunque las mujeres hospitalizadas son 67,22 y los hombres 66,16. Entonces hay más mujeres hospitalizadas.

Transcripción:

Son más o menos iguales aunque las mujeres hospitalizadas son 67,22 y los hombres 66,16. Entonces hay más mujeres hospitalizadas.

Figura 6. Ejemplos de justificaciones basadas en datos elaborados (actividad 5b).

AS:
 - Creo que sí hay diferencias.
 - Sí, porque según la gráfica, la Covid-19 afecta más de un 10% a hombres que mujeres.

Transcripción:

Creo que sí hay diferencias.

Sí, porque según la gráfica, la Covid-19 afecta más de un 10% a hombres que mujeres.

AS: Creo que sí porque las barras muestran que en algunos casos como las hospitalizaciones son más los hombres que las mujeres y en otros al revés. Todo depende de la edad.

Transcripción:

Creo que sí porque las barras muestran que en algunos casos los hospitalizados son más los hombres que las mujeres y en otros al revés. Todo depende de la edad.

Figura 7. Ejemplos de justificaciones basadas en datos iniciales (actividad 5b).

argumentos apoyados en los datos, tomar decisiones y comunicar sus resultados. En definitiva, se trata de una tarea enfocada a mostrar aspectos del sentido estadístico (Batanero, 2013) y una mejor comprensión del razonamiento del alumnado (Tirosh & Stavy, 1999), mediante un proyecto de indagación (Batanero & Díaz, 2011),

En el estudio hemos podido observar que, ante una tarea en un contexto real, el alumnado ha mostrado altos niveles de interés y participación, mayoritariamente ha

AS:
 a) sí
 b) No depende que le afecte más a un hombre que a una mujer, si no que los hombres se expongan más y no respetan las normas y se contagian, pero también puede ser que les afecte más.

Transcripción:

a) Sí

b) No depende que le afecte más a un hombre que a una mujer, sino que los hombres se exponen más y no respetan las normas y se contagian, pero también puede ser que les afecte más.

AS:
 - Si hay diferencias, ya que "la mayoría" de hombres trabajan en construcciones, trabajos colectivos en donde hay bastante gente, y bastante contacto con las cosas, y las medidas de prevención en algunos sitios no es la adecuada.
 - Y las mujeres, puede que ^{hayan} menos contagios porque (b) alomejor hay más miedo salir a la calle que antes. Aunque también en el trabajo ya sea dentista, trabajando en construcciones, etc. se toman más en serio todo este tema, y la mascarilla bien puesta (por encima de la nariz).
 También todo depende si sales mucho (en+) rodeado de gente, tienes más riesgo, que si te quedas en casa.

Transcripción:

Sí hay diferencias, ya que "la mayoría" de hombres trabajan en construcciones, trabajos colectivos en donde hay bastante gente, y bastante contacto con las cosas, y las medidas de prevención en algunos sitios no es la adecuada.

Y las mujeres, puede que haya menos contagios porque a lo mejor hay más miedo a salir a la calle que antes. Aunque también en el trabajo ya sea dentista, trabajando en construcciones, etc. se toman más en serio todo este tema, y la mascarilla bien puesta (por encima de la nariz).

También todo depende si sales mucho rodeado de gente, tienes más riesgo, que si te quedas en casa.

Figura 8. Ejemplos de justificaciones basadas en opiniones (actividad 5b).

AS:
 Si que hay diferencias pero no creo que
 sean muy relevantes.
 Yo creo que afecta igual para hombres y mujeres,
 lo que pasa es que simplemente creo que
 50% de H y 50% de M. Simplemente creo que
 ningún motivo que explique que haya más casos de
 hombres.

Transcripción:

Si que hay diferencias pero no creo que sean muy relevantes.

Yo creo que afecta igual para hombres y mujeres, lo que pasa es que absolutamente no va a haber 50% de H y 50% de M. Simplemente creo que no hay ningún motivo que explique que haya mas casos de hombres.

Figura 9. Ejemplo de justificación de igualdad de efectos por género (actividad 5b).

sido capaz de analizar e interpretar correctamente los datos que se ofrecen a través de gráficos y tablas estadísticas. Aun así, han aparecido diversos obstáculos, por ejemplo, al identificar la variable (considerando que medía cantidades absolutas y no relativas), previamente documentados en los estudios citados en Boels et al. (2019). En nuestro caso, concurre con la confusión entre los valores decimales y las cantidades relativas (más relacionada con el sentido numérico que con el estadístico), hecho que no se documenta en investigaciones previas, aunque lo podemos vincular a la confusión entre valores y frecuencias cuando se utiliza la altura como variable, descrita en Whitaker y Jacobbe (2017).

Las dificultades evidenciadas en el cálculo de los principales parámetros de tendencia central sí habían sido recogidas diferentes estudios anteriores, y en nuestro trabajo aparecen conjuntamente. El alumnado muestra dificultades en la comprensión de la mediana (como en Mayén et al., 2009) y menos de la mitad es capaz de calcular la media aritmética de una variable continua, por dificultades con las marcas de clase (consistente con Ridgway & Nicholson, 2019). También se aprecian confusiones con la moda o manejos erróneos de las frecuencias similares a Kaplan et al. (2014). Es destacable que cuando interpreta los parámetros calculados, el alumnado pocas veces hace referencia al contexto y la variabilidad intrínseca (Henriques & Oliveira, 2016). De hecho, a la hora de valorar la dispersión, se constata su confusión con el centro, utilizando medidas centrales para discutir la dispersión, lo que pudiera estar relacionado con la concepción errónea descrita por Chan y Ismail (2013) respecto al idéntico comportamiento de media y desviación. En el análisis de la dispersión también se registra la asociación de mayor dispersión a mayor altura de las barras de frecuencias, que es un error ampliamente documentado en otros estudios (Boels et al., 2019; Kaplan et al., 2014), y la utilización de un solo valor o de una sola parte de los datos para comparar dos distribuciones (Figura 5).

Finalmente, podemos afirmar que la tarea desarrollada mostró un equilibrio entre las dimensiones matemática y social del problema contextualizado (Hahn, 2015), en el que el alumnado debe producir argumentos para responder a una pregunta de carácter y trascendencia social basándose en los resultados estadísticos analizados. Por lo tanto, además de que el alumnado interpretara los gráficos y calculara las medidas estadísticas en el contexto de la COVID-19, se pretendía que tomara decisiones para responder la pregunta inicial del proyecto sobre si esta enfermedad afecta más a hombres o mujeres. A partir de ello, podemos responder a nuestra pregunta de investigación: ¿En qué basa el

alumnado de tercer curso de Secundaria su pensamiento y sus decisiones estadísticas en el contexto de la pandemia? Los resultados muestran (en concordancia con Makar & Rubin, 2018) que el alumnado se basa más en los datos iniciales, o que utiliza solo un único valor para dar respuesta a la pregunta inicial, apoyándose poco en los resultados estadísticos, y filtrando la información contextual por medio de sus concepciones o prejuicios. Además, la dimensión social, en algunos casos, ha sido tan potente que la decisión se ha basado exclusivamente en aspectos relacionados con comportamientos definidos por estereotipos de género, sin considerar los resultados encontrados en las actividades propuestas.

Estos resultados refuerzan las dificultades apuntadas en Zieffler et al. (2008) respecto a las decisiones basadas en comparaciones. En definitiva, el contexto no se explota suficientemente por parte del alumnado para realizar inferencias y tomar decisiones, o incluso se malinterpreta, y resulta difícil encontrar juicios argumentados (Boels et al., 2019; delMas, 2004; Makar & Rubin, 2018; Whitaker & Jacobbe, 2017).

Señalamos también las limitaciones del trabajo. En primer lugar, aunque la muestra tiene un tamaño mayor que el habitual en este tipo de estudios, su selección no aleatoria impide la generalización de resultados. En segundo lugar, la organización de las sesiones docentes en cada centro participante impidió poder disponer de más tiempo para promover la reflexión del alumnado. Por último, los protocolos anti-COVID-19 de los centros impidieron el acceso de los investigadores a las sesiones, por lo que no fue posible realizar una observación externa adicional a la del profesorado.

A modo de conclusión, la educación estadística es un instrumento de construcción de pensamiento crítico. Se hace necesario incorporar a las aulas actividades contextualizadas en temas de actualidad y cercanos al alumnado, que le permita, no sólo conocer, sino actuar. Pero para ello, es necesario que aprenda a argumentar. Debemos promover los itinerarios formativos necesarios para contar con una ciudadanía con sentido estadístico. Ello hace necesario desarrollar tareas en las que el alumnado analice la variabilidad y su papel en contextos reales, apoyándose en actividades de argumentación más que de cálculo y utilizando el contexto para producir información relevante en la toma de decisiones. Así, se promueve la inferencia informal, la comprensión del contexto y, en definitiva, el desarrollo de la alfabetización estadística (Bargagliotti et al., 2020; Cobb & Moore, 1997). Para hacer frente a estos retos, los autores llevamos a cabo una amplia labor de formación continua del a partir de los resultados de nuestra investigación, tratando de introducir la enseñanza de la estadística y la probabilidad en las escuelas españolas desde lo concreto y avanzando progresivamente hacia lo abstracto a partir de itinerarios docentes (Alsina, 2021). Adicionalmente, en el marco de estas actividades de formación e investigación científica (Rodríguez-Alveal et al., 2021; Rodríguez-Muñiz et al., 2019; Rodríguez-Muñiz et al., 2020), tratamos de desarrollar el pensamiento crítico de los futuros docentes y de los docentes en ejercicio sobre el uso de los libros de texto como único recurso para abordar la enseñanza de estos contenidos. Para ello, utilizamos modelos de formación que promueven la transformación de la competencia profesional del profesorado de matemáticas (Alsina & Mulà, 2019). Finalmente, en España se está renovando actualmente el currículo de matemáticas y varios miembros del equipo de investigación han participado en la elaboración de un documento de principios (Calvo-Pesce et al., 2021) y en el asesoramiento a las administraciones autonómica y nacional.

Como futuras líneas de investigación, será necesario diseñar nuevos estudios que permitan ahondar en el diseño y el análisis de experiencias en contextos reales que

promuevan la toma de decisiones con base en resultados estadísticos, permitiendo el tránsito desde los procedimientos estadísticos (a menudo solo matemáticos) a la estadística en contexto.

Acknowledgements / Agradecimientos

This work was supported by the Agencia Estatal de Investigación [TIN2017-87600-P] / *Este trabajo se realizó con el apoyo de la Agencia Estatal de Investigación [TIN2017-87600-P]*.

Disclosure statement / Conflicto de intereses

No potential conflict of interest was reported by the authors. / *Los autores no han referido ningún potencial conflicto de interés en relación con este artículo.*

ORCID

Luis J. Rodríguez-Muñiz  <http://orcid.org/0000-0001-8702-8361>

Laura Muñiz-Rodríguez  <http://orcid.org/0000-0001-7487-5588>

Israel García-Alonso  <http://orcid.org/0000-0002-1158-086X>

Paula López-Serentill  <http://orcid.org/0000-0002-5610-4242>

Claudia Vásquez  <http://orcid.org/0000-0002-5056-5208>

Ángel Alsina  <http://orcid.org/0000-0001-8506-1838>

References / Referencias

- Alsina, Á. (2021). ¿Qué puede hacer el profesorado para mejorar la enseñanza de la Estadística y la Probabilidad? Recomendaciones esenciales desde el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemática. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 108, 49–74. http://www.sinewton.org/numeros/numeros/108/Articulos_03.pdf
- Alsina, Á., & Mulà, I. (2019). Advancing towards a transformational professional competence model through reflective learning and sustainability: The case of mathematics teacher education. *Sustainability*, 11(15), 4039. <https://doi.org/10.3390/su11154039>
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M., & Cañadas, G. R. (2012). Understanding statistical graphs: A research survey. *Boletín de Estadística e Investigación Operativa*, 28(3), 261–277. http://www.seio.es/BEIO/files/BEIOVol28Num3_HE.pdf
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M., & Cañadas, G. R. (2015). Statistical graphs complexity and reading levels: A study with prospective teachers. *Statistique et enseignement*, 6(1), 3–23. <http://journal-sfds.math.cnrs.fr/index.php/StatEns/article/view/430>
- Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2021). Future themes of mathematics education research: An international survey before and during the pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w>
- Bakker, A., & Wager, D. (2020). Pandemic: Lessons for today and tomorrow? *Educational Studies in Mathematics*, 104(1), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09946-3>
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D. (2020). *Pre-K-12 guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report II*. American Statistical Association and National Council of Teachers of Mathematics.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: Componentes y desarrollo. In *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 55–61). Universidad de Granada.
- Batanero, C., & Borovcnik, M. (2016). *Statistics and probability in high school*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-624-8>

- Batanero, C., & Chernoff, E. J. (Eds.). (2018). *Teaching and learning stochastic: Advances in probability education research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1>
- Batanero, C. (2019). Treinta años de investigación en educación estocástica: Reflexiones y desafíos. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. <http://ww.ugr.es/local/fqm126/civeest.html>
- Batanero, C., & Díaz, C. (2011). *Estadística con proyectos*. Universidad de Granada.
- Batanero, C., López-Martín, M. M., Gea, M. M., & Arteaga, P. (2018). Conocimiento del contraste de hipótesis por futuros profesores de Educación Secundaria y Bachillerato. *Publicaciones*, 48(2), 73–95. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v48i2.8334>
- Ben-Zvi, D., Makar, K., & Garfield, J. (Eds.). (2018). *International handbook of research in statistics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>
- Biehler, R., Frischemeier, D., Reading, C., & Shaughnessy, J. M. (2018). Reasoning about data. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 139–192). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_5
- Boels, L., Bakker, A., Van Dooren, W., & Drijvers, P. (2019). Conceptual difficulties when interpreting histograms: A review. *Educational Research Review*, 28, 100291. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100291> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X18304615>
- Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education - A joint ICMI/IASE study* (pp. 57–69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10
- Calvo-Pesce, C., Carrillo de Albornoz, A., de la Fuente, A., de Leon, M., González-López, M. J., Gordaliza, A., Guevara, I., Lázaro, C., Monzó, O., Moreno Verdejo, A., Rodríguez-Muñiz, L. J., Rodríguez Taboada, J., & Serradó Bayés, A. (2021). *Bases para la elaboración de un currículo de Matemáticas en Educación no Universitaria*. CEMat. <https://tinyurl.com/47mtemfn>
- Chan, S. W., & Ismail, Z. (2013). Assessing misconceptions in reasoning about variability among high school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 1478–1483. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.067>
- Cobb, G., & Moore, D. (1997). Mathematics, statistics and teaching. *American Mathematical Monthly*, 104(9), 801–823. <https://doi.org/10.1080/00029890.1997.11990723>
- Cobo Merino, B., & Batanero, C. (2004). Significado de la media en los libros de texto de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 5–18. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3899>
- Corbin, J. M., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1), 3–21. <https://doi.org/10.1007/BF00988593>
- de Queiroz, C., Coutinho, S., dos Santos, A. A., & Giordano, C. C. (2019). Educação Estatística, cidadania e livros didáticos: O papel do letramento estatístico. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2019.e58951>
- delMas, R. C. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79–95). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_4
- Diggle, P. J. (2015). Statistics: A data science for the 21st century. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 178(4), 793–813. <https://doi.org/10.1111/rssa.12132>
- Eichler, A., & Zapata-Cardona, L. (2016). *Empirical research in statistics education*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-38968-4>
- Engel, J. (2017). Statistical literacy for active citizenship: A call for data science education. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 44–49. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1.213>
- Engel, J. (2019). Statistical literacy and society. What is civic statistics? In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. <http://ww.ugr.es/local/fqm126/civeest.html>

- Espinel, M. C., González, M. T., Bruno, A., & Pinto, J. (2009). Las gráficas estadísticas. In L. Serrano (Ed.), *Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica* (pp. 57–74). Universidad de Granada.
- Espinel, M. C., Ramos, R. M., & Ramos, C. E. (2007). Algunas alternativas para la mejora de la enseñanza de la inferencia estadística en Secundaria. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 67, 15–23. <https://tinyurl.com/353edh8r>
- Esquivel, E. C. (2007). Inconsistencia entre los programas de estudio y la realidad de aula en la enseñanza de la estadística de secundaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 7(3), 1–35. <https://hdl.handle.net/10669/17113>
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1–25. <https://doi.org/10.2307/1403713>
- Gal, I. (2005). Towards 'probability literacy' for all citizens. In G. Jones (Ed.), *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (pp. 43–71). Kluwer Academic Publishers.
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and practice*. Springer.
- Gattuso, L., & Ottaviani, M. G. (2011). Complementing mathematical thinking and statistical thinking in school mathematics. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/IASE study* (pp. 121–132). Springer.
- Hahn, C. (2015). La recherche internationale en éducation statistique: état des lieux et questions vives. *Statistique et Enseignement*, 6(2), 25–39. <http://statistique-et-enseignement.fr/article/download/490/463>
- Henriques, A., & Oliveira, H. (2016). Students' expressions of uncertainty in making informal inference when engaged in a statistical investigation using TinkerPlots. *Statistics Education Research Journal*, 15(2), 62–80. <https://doi.org/10.52041/serj.v15i2.241>
- Kaplan, J. J., Gabrosek, J. G., Curtiss, P., & Malone, C. (2014). Investigating student understanding of histograms. *Journal of Statistics Education*, 22(2). <https://doi.org/10.1080/10691898.2014.11889701>
- Makar, K., & Rubin, A. (2018). Learning about Statistical Inference. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 261–294). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_8
- Mayén, S., Díaz, C., & Batanero, C. (2009). Conflictos semióticos de estudiantes con el concepto de mediana. *Statistics Education Research Journal*, 8(2), 74–93. <https://doi.org/10.52041/serj.v8i2.396>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. Prentice-Hall.
- Meletioui-Mavrotheris, M., & Paparistodemou, E. (2015). Developing students' reasoning about samples and sampling in the context of informal inferences. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 385–404. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9551-5>
- Montejo-Gámez, J., & Amador Saelices, M. V. (2019). Concepciones del alumnado de educación secundaria en su primer contacto con la estadística. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Universidad de Granada. <http://ww.ugr.es/local/fqm126/civeest.html>
- Muñiz-Rodríguez, L., Aguilar-González, Á., & Rodríguez-Muñiz, L. J. (2020a). Perfiles del futuro profesorado de matemáticas a partir de sus competencias profesionales. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(2), 141–161. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3161>
- Muñiz-Rodríguez, L., & Rodríguez-Muñiz, L. J. (2021). Análisis de la práctica docente en el ámbito de la Educación Estadística en Educación Secundaria. *Paradigma*, 42(Extra1), 191–200. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p191-220.id1023>
- Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Alsina, Á. (2020b). Deficits in the Statistical and probabilistic literacy of citizens: Effects in a world in crisis. *Mathematics*, 8(11), 1872. <https://doi.org/10.3390/math8111872>

- Pallauta, J. D., Arteaga, P., Begué, N., & Gea, M. M. (2021). Análisis de la complejidad semiótica y el contexto de las tablas estadísticas en los libros de texto españoles de secundaria. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 23(4), 193–220. <https://doi.org/10.23925/983-3156.2021v23i4p193-220>
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1–2), 27–46. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538302>
- Pfannkuch, M. (2006). Informal inferential reasoning. In A. Rossman, & B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics* (pp. 1–6). International Statistical Institute.
- Pfannkuch, M., & Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 17–46). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_2
- Ridgway, J., & Nicholson, J. (2019). Problematising high-stakes assessment in statistics. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html>
- Rodríguez-Alveal, F., Díaz-Levicoy, D., & Vásquez, C. (2021). Análisis de las actividades sobre variabilidad estadística en los libros de texto de educación secundaria: Una mirada desde las propuestas internacionales. *Uniciencia*, 35(1), 108–123. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/uniciencia/v35n1/2215-3470-uniciencia-35-01-108.pdf>
- Rodríguez-Muñiz, L. J., & Díaz, P. (2018). Las investigaciones sobre la estadística y la probabilidad en los libros de texto de Bachillerato. ¿Qué se ha hecho y qué se puede hacer? *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 14(14), 65–81. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i14.218>
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Díaz, P., & Muñiz-Rodríguez, L. (2019). Statistics and probability in the Spanish baccalaureate: Intended curriculum and implementation in textbooks. In Y. Shimizu, & R. Vithal (Eds.), *24th ICMI study conference. School mathematics curriculum reforms: Challenges, changes and opportunities* (pp. 413–420). ICMI, University of Tsukuba.
- Rodríguez-Muñiz, L. J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez Ortiz, C., & Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 104, 217–238. https://drive.google.com/file/d/1_j6Sm5DQSB8bT8XMZWax-Wex0BDWWB-E/view
- Shaughnessy, J. M. (2019). The Big Ideas in the statistics education of our students: Which ones are the biggest? In *XV Conferencia Interamericana de Educación Matemática*.
- Shaughnessy, J. M., Garfield, J., & Greer, B. (1996). Data handling. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 205–237). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1465-0_7
- Tirosh, D., & Stavy, R. (1999). Intuitive rules: A way to explain and predict students reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 38(1–3), 51–66. <https://doi.org/10.1023/A:1003436313032>
- Vásquez, C., & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(3), 125–147. <http://dx.doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>
- Vásquez, C., García-Alonso, I., Seckel, M. J., & Alsina, Á. (2021). Education for Sustainable Development in Primary Education Textbooks — An Educational Approach from Statistical and Probabilistic Literacy. *Sustainability*, 13(6), 3115. <https://doi.org/10.3390/su13063115>
- Watson, J. M., Fitzallen, N., & Carter, P. (2013). *Top drawer teachers: Statistics*. Australian Association of Mathematics Teachers and Services Australia.
- Weiland, T. (2019). The contextualized situations constructed for the use of statistics by school mathematics textbooks. *Statistics Education Research Journal*, 18(2), 18–38. <https://doi.org/10.52041/serj.v18i2.138>

- Whitaker, D., & Jacobbe, T. (2017). Students' understanding of bar graphs and histograms: Results from the LOCUS assessments. *Journal of Statistics Education*, 25(2), 90–102. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1321974>
- Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223–265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
- Zapata-Cardona, L., & González Gómez, D. (2017). Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. *Educación Matemática*, 29(1), 61–90. <https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/revista/2017/03/29/imagenes-de-los-profesores-sobre-la-estadistica-y-su-ensenanza/>
- Zapata-Cardona, L., & Marrugo Escobar, L. M. (2019). Critical Citizenship in Colombian statistics textbooks. In G. Burrill, & D. Ben-Zvi (Eds.), *Topics and trends in current statistics educations research, ICME-13, monographs* (pp. 373–389). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-03472-6-17>
- Zapata-Cardona, L., & Martínez-Castro, C. A. (2021). Statistical modeling in teacher education. *Mathematical Thinking and Learning*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1922859>
- Zieffler, A., Garfield, J., DelMas, R., & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40–58. [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ7\(2\)_Zieffler.pdf?1402525008](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ7(2)_Zieffler.pdf?1402525008)