

Análisis de la Práctica Docente en el Ámbito de la Educación Estadística en Educación Secundaria

Laura Muñiz-Rodríguez

munizlaura@uniovi.es

<https://orcid.org/0000-0001-7487-5588>

Universidad de Oviedo

Oviedo, España.

Luis J. Rodríguez-Muñiz

luisj@uniovi.es

<https://orcid.org/0000-0001-8702-8361>

Universidad de Oviedo

Oviedo, España.

Recibido: 18/09/2020 **Aceptado:** 13/02/2021

Resumen

El propósito de este artículo es analizar la práctica docente en el ámbito de la educación estadística de un grupo de profesorado de matemáticas en educación secundaria a partir de los resultados obtenidos mediante un cuestionario ($N_1=28$) y un grupo de discusión ($N_2=14$) en un estudio de naturaleza mixta, descriptiva y exploratoria. En cuanto a las fortalezas, se constata que la mayoría del profesorado (22 de los 28 participantes) percibe que su conocimiento del currículo en relación con la estadística y la probabilidad es alto, y 18 participantes hacen un notable uso de situaciones cotidianas o reales en sus clases. Por otro lado, el hecho de que casi la mitad del profesorado (11 participantes) nunca haya recibido formación sobre didáctica específica en matemáticas evidencia la necesidad de fomentar su conocimiento sobre la didáctica de la estadística, haciendo hincapié en el uso de materiales manipulativos, juegos, recursos tecnológicos, y gráficos distintos a los que suelen aparecer en el currículo de educación secundaria, pero que están muy presentes en la actualidad en contextos muy diversos y cercanos al alumnado. Los resultados perfilan los rasgos de una formación en el ámbito de la educación estadística para el profesorado de educación secundaria en formación y en ejercicio.

Palabras clave: Educación secundaria. Estadística. Probabilidad. Profesorado. Recursos.

Análise da Prática Docente no Âmbito da Educação Estatística no Ensino Médio

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a prática docente no âmbito da educação estatística de um grupo de professores de matemática do ensino médio a partir dos resultados obtidos por meio de um questionário ($N_1=28$) e de um grupo de discussão ($N_2=14$) em estudo de caráter misto, descritivo e exploratório. Em relação aos pontos fortes, verifica-se que a maioria dos professores (22 dos 28 participantes) percebe que seu conhecimento do currículo em relação à estatística e probabilidade é alto, e 18 participantes faz uso notável de situações cotidianas ou reais em suas aulas. Por outro lado, o facto de quase metade dos professores (11 participantes) nunca terem recebido formação em didática específica em matemática mostra a necessidade de promover os seus conhecimentos sobre a didática da estatística, com destaque para a utilização de materiais de manipulação, jogos, recursos tecnológicos e gráficos diferentes daqueles que costumam

aparecer no currículo do ensino médio, mas que atualmente estão muito presentes em contextos muito diversos e próximos aos alunos. Os resultados delineiam as características da formação no campo da educação estatística para professores no ensino médio em formação e na prática.

Palavras chave: Ensino médio. Estatística. Probabilidade. Professores. Recursos.

Analysis of Teaching Practice in the Field of Statistical Education in Secondary Education

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the teaching practice in the field of statistical education of a group of mathematics teachers in secondary education based on the results obtained through a questionnaire ($N_1=28$) and a discussion group ($N_2=14$) in a study of a mixed, descriptive and exploratory nature. Regarding the strengths, the majority of teachers (22 of the 28 participants) perceive that their knowledge of the curriculum in relation to statistics and probability is high, and more than 18 participants make a notable use of daily or real situations in their classes. On the other hand, the fact that almost half of the teachers (11 participants) have never received training on specific didactics in mathematics shows the need to promote their knowledge about the didactics of statistics, emphasizing the use of manipulatives, games, technological resources, and graphs different from those that usually appear in the secondary education curriculum, but currently really present in very diverse and close to students' contexts. Results outline the characteristics of a training in the field of statistical education for pre-service and in-service teachers in secondary education.

Keywords: Secondary education. Statistics. Probability. Teachers. Resources.

Introducción

La formación del profesorado en educación estadística precisa, según quedó de manifiesto en Batanero, Burrill y Reading (2011), mayor investigación y desarrollo. Esta investigación ha de tener en cuenta los diversos modelos que buscan caracterizar el conocimiento del profesor de matemáticas, que proponen clasificaciones que, si bien difieren en las categorías propuestas, concuerdan en la categorización de dicho conocimiento en dos grandes familias: el conocimiento del contenido y el conocimiento didáctico del contenido (Carrillo-Yáñez et al., 2018; Hill, Ball, & Schilling, 2008). En el ámbito que nos ocupa, estos modelos distinguen entre el conocimiento en estadística y el conocimiento en didáctica de la estadística.

En el modelo de formación inicial docente español, el futuro profesorado de educación secundaria adquiere primero formación disciplinar específica (referida al conocimiento del contenido) mediante una titulación universitaria de grado, para posteriormente cursar la titulación habilitante de Máster en Formación del Profesorado, que les permite adquirir las

competencias necesarias para ser docente, propiamente, el conocimiento didáctico y el conocimiento didáctico del contenido (Muñiz-Rodríguez, Alonso, Rodríguez-Muñiz, & Valcke, 2016). A pesar de no contar con un censo a nivel nacional, diversos estudios revelan que alrededor del 50 % del profesorado de matemáticas en educación secundaria que ha seguido esta formación de máster es titulado en matemáticas o estadística, en torno a un 30 % en ingeniería, y el 20 % restante en otras materias (Muñiz-Rodríguez, Aguilar-González, & Rodríguez-Muñiz, 2020). Si bien casi todas las titulaciones anteriores contienen en sus planes de estudios asignaturas sobre estadística, es presumible que esta formación no sea lo suficientemente amplia ni profunda. Entre el profesorado con titulación matemática predomina una base matemática mayoritariamente formal, lo que igualmente puede provocar ciertas carencias en su formación didáctica en estadística (Batanero, 2009; Muñiz-Rodríguez et al., 2020). Por otro lado, en los últimos años se ha reducido notablemente la formación matemática, en cantidad y en profundidad, en titulaciones de ingeniería o ciencias que tradicionalmente habían proporcionado una buena base para la profesión docente en matemáticas (Rodríguez-Muñiz et al., 2020).

En lo que se refiere a la formación inicial del profesorado, los resultados de investigaciones a nivel nacional señalan un nivel de desarrollo y adquisición medio o incluso bajo de las competencias docentes que aluden tanto al conocimiento en estadística como en didáctica de la estadística (Fernandes, Gea, & Correia, 2019; Gea, Arteaga, & Cañadas, 2017; López-Martín, Batanero, & Gea, 2019; Muñiz-Rodríguez, Alonso, Rodríguez-Muñiz, & Valcke, 2021). Por otro lado, los programas de formación continua del profesorado están por lo general orientados a contenidos pedagógicos generales (atención a la diversidad, herramientas digitales, metodologías activas, entre otros), siendo prácticamente inexistentes los cursos dirigidos al estudio de la estadística o su didáctica (Vásquez & Alsina, 2014). Dado que esta falta de formación del profesorado de matemáticas en educación secundaria puede derivar en carencias en el aprendizaje de la estadística por parte de su alumnado y, por ende, en su alfabetización estadística, se considera una necesidad realizar un diagnóstico exhaustivo y concreto de las fortalezas y necesidades de las actuales prácticas docentes en el ámbito de la educación estadística en educación secundaria.

De acuerdo con Gattuso y Pannone (2002), uno de los problemas del profesorado en la enseñanza de la estadística radica en su conexión con las matemáticas. Estas autoras parten del planteamiento de Cobb y Moore (1997), según el cual la estadística es una ciencia matemática,

pero no una rama de las matemáticas. El razonamiento estadístico difiere del razonamiento matemático (Gal & Garfield, 1997) pues, según Cobb y Moore (1997, p. 801): “los datos no son solo números, son números con un contexto”. Por ello, estos autores defienden que la enseñanza de la estadística requiere un enfoque menos rígido y formal que el de las matemáticas.

Una formación exclusivamente matemática no proporciona las competencias docentes necesarias para una enseñanza apropiada de la estadística. Batanero y Díaz (2005) proponen el trabajo con proyectos como metodología que permite abordar los contenidos pasando por las distintas fases del proceso de investigación estadística (planteamiento del problema, elaboración de un plan, recogida de datos, análisis, y obtención de conclusiones, según Wild y Pfannkuch, 1999). El trabajo por proyectos promueve también la contextualización en situaciones reales y cercanas al ámbito del alumnado. En cuanto a recursos, las tendencias recientes proponen fomentar el uso de las herramientas digitales por su potencial a la hora de ayudar a comprender los conceptos estadísticos (Biehler, 2016; Biehler, Ben-Zvi, Bakker, & Makar, 2012).

La práctica docente es un término complejo que, desde una perspectiva global, concierne diversas dimensiones, tales como la política, la social, la institucional, la didáctica, o la personal (Cañedo & Figueroa, 2013). Dentro de su dimensión didáctica y, en particular, en lo que atañe al profesor de estadística, la práctica docente contempla, según Pinto, Martín, y Barrabí (2007), tres ámbitos: las percepciones del profesorado sobre la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, las estrategias que emplea en dicho proceso, y los recursos que utiliza. Sobre la base anterior, el objetivo de este artículo es analizar la práctica docente de un grupo de profesorado de matemáticas en educación secundaria en el ámbito de la educación estadística, desde los tres aspectos señalados. Conviene adelantar que, aunque la técnica de muestreo utilizada (no aleatoria) supone una limitación en cuanto a la generalización de los resultados, este estudio ha permitido realizar un diagnóstico preliminar de la situación. A continuación, se describen los elementos teóricos que sustenta el diseño del estudio, la metodología y los resultados, finalizando con algunas conclusiones.

La alfabetización estadística y la formación del profesorado

La evolución de la ciencia de datos y sus implicaciones en las decisiones políticas, sociales y económicas está provocando que la alfabetización estadística cobre cada vez mayor importancia en nuestra sociedad (Muñiz-Rodríguez, Rodríguez-Muñiz, & Alsina, 2020). La alfabetización estadística se define como la capacidad de una persona para interpretar y evaluar

críticamente información estadística, argumentos relacionados con datos o fenómenos estocásticos, que se pueden encontrar en diversos contextos, así como la habilidad para discutir o comunicar sus reacciones a dicha información estadística, en lo que se refiere a la comprensión de su significado, sus opiniones sobre las posibles implicaciones o sus preocupaciones con respecto a la aceptabilidad de determinadas conclusiones (Gal, 2002).

Sin duda, en la formación de ciudadanía estadísticamente alfabetizada, el profesorado de matemáticas juega un rol fundamental. Aunque los docentes admiten la importancia práctica de la estadística, también son conscientes de las dificultades en lo referido a su enseñanza (Batanero, 2009; Pierce & Chick, 2011). En consecuencia, es necesario fortalecer la formación del profesorado de matemáticas y promover en ella la alfabetización estadística, tomando como referente algunas recomendaciones señaladas en la literatura.

En 2005, la Asociación Americana de Estadística (American Statistical Association) publicó las Directrices para la Evaluación y Enseñanza en Educación Estadística (GAISE: Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education), con el objetivo de proporcionar un marco para la educación estadística en educación primaria y secundaria (Franklin et al., 2005), complementando los Principios y Estándares para la Matemática Escolar del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000). Estas directrices (recientemente actualizadas Bargagliotti et al., 2020) proponen varios aspectos a tener en cuenta.

El primero radica en enfatizar la alfabetización estadística y desarrollar el pensamiento estadístico. Se sugiere al profesorado trabajar con ejemplos y situaciones problema que planteen retos al alumnado, mediante preguntas que le permitan identificar de manera autónoma la técnica más apropiada para su resolución, haciendo uso de herramientas digitales que le ayuden a organizar y analizar datos y realizar inferencias de manera efectiva, verificando las condiciones que subyacen al procedimiento (Franklin et al., 2005). Lo anterior debe estar acompañado de una continua evaluación y retroalimentación que enriquecerá el desarrollo del pensamiento estadístico.

En segundo lugar, se recomienda usar bases de datos reales que sean de interés para el alumnado. Además de servir de estímulo, ayudan a comprender la naturaleza del problema, a formular preguntas adecuadas, y a interpretar los resultados del análisis en función del contexto (Neumann, Hood, & Neumann, 2013). Se recomienda al profesorado buscar buenas bases de datos, reales y sin procesar, procedentes de repositorios digitales, libros de texto, paquetes de

programas estadísticos, encuestas realizadas por el alumnado o de investigadores en activo, que inviten a generar y responder preguntas relevantes y atractivas para los discentes, y que permitan, a posteriori, emplear diversas representaciones gráficas (Franklin et al., 2005). Es a su vez recomendable emplear bases de datos pequeñas para que el alumnado practique la importación manual de los mismos al software que se vaya a utilizar, si bien se aconseja trabajar directamente con bases electrónicas en el caso de que estas sean de mayor tamaño. Además de analizar variables de distinta naturaleza, es fundamental integrar y relacionar diferentes variables como parte de un mismo conjunto de datos (Estrella, Olfos, & Mena-Lorca, 2015; Weiland, 2019).

La tercera directriz sugiere enfatizar la comprensión de conceptos más que el conocimiento de procedimientos. Entender con precisión y rigor los conceptos estadísticos básicos recogidos en el currículo es clave para facilitar y garantizar una correcta comprensión de los procedimientos (Franklin et al., 2005). Para ello, es conveniente ilustrar los conceptos mediante alguna técnica estadística, sin sobrecargar al alumnado en número ni profundizar en las nociones subyacentes.

En cuarto lugar, es importante fomentar el aprendizaje activo en el aula, es decir, promover una mayor implicación del alumnado. Para ello, se sugiere al profesorado diseñar actividades basadas en la resolución de problemas reales y contextualizados, utilizando al alumnado como fuente de origen de los mismos, combinar las exposiciones magistrales con actividades prácticas (analógicas y digitales) y debates grupales e individuales, preceder las simulaciones con herramientas digitales con exploraciones físicas y manipulativas, fomentar la realización de predicciones sobre los resultados de un proceso investigativo antes de analizar los datos, restringir las actividades excesivamente guiadas que indiquen punto por punto los pasos a seguir, fomentando la indagación y la discusión sobre el camino más apropiado, planificar las actividades dejando suficiente tiempo para su explicación y completa resolución, a ser posible, dentro de una misma sesión de clase, emplear el trabajo con proyectos como metodología para promover el aprendizaje activo de manera colaborativa (Batanero & Díaz, 2005), proporcionar retroalimentación constante y efectiva a nivel de tarea, proceso, autorregulación y persona (Hattie & Timperley, 2007), e incluir la evaluación como elemento fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje (Franklin et al., 2005).

La quinta directriz propone utilizar la tecnología para desarrollar la comprensión de conceptos y analizar los datos. Entre las herramientas digitales que permiten organizar y visualizar los datos, interpretar los resultados, y desarrollar una comprensión abstracta de determinados conceptos a partir de las simulaciones, subrayamos las calculadoras gráficas, los paquetes de programas estadísticos, el software educativo, los applets, las hojas de cálculo, los recursos disponibles en la web, incluidas las fuentes de datos, los textos en línea y las rutinas de análisis de datos, o los sistemas de respuesta en el aula (Biehler, 2016; Biehler, Ben-Zvi, Bakker, & Makar, 2012). A la hora de seleccionar qué herramienta es la más adecuada para ser utilizada en el aula, el profesorado debe tener en cuenta su facilidad de manejo, la capacidad de interacción que ofrece, su dinamismo para vincular los datos y su análisis tanto numérico como gráfico, así como su disponibilidad (software libre o software propietario bajo licencia comercial no gratuita). Se recomienda emplear bases de datos reales y de gran tamaño, automatizar los cálculos, generar y modificar gráficos estadísticos apropiados, realizar simulaciones para ilustrar conceptos abstractos, explorar distintas situaciones a partir de los resultados mediante preguntas, y fomentar la creación de informes escritos (Franklin et al., 2005).

Finalmente, el documento anima a utilizar evaluaciones para mejorar y evaluar el aprendizaje del alumnado. Es indiscutible que el aprendizaje del alumnado está altamente condicionado por lo que se evalúe, de ahí la exigencia de conectar la evaluación con los objetivos de aprendizaje. Para que sea efectiva, se aconseja al profesorado integrar las actividades de evaluación como parte de la rutina, utilizar métodos variados (deberes, pruebas y exámenes, proyectos, actividades, presentaciones orales, informes escritos, críticas de artículos, etc.) para poder realizar una evaluación holística, y evaluar la competencia estadística mediante la capacidad para interpretar gráficos y dar una opinión crítica sobre artículos estadísticos (Franklin et al., 2005). En el caso de que el trabajo se desarrolle de manera colaborativa (al hilo de la cuarta directriz), se recomienda utilizar la técnica de revisión por pares para la evaluación de proyectos, incluir espacios de debate grupales en las presentaciones orales, y diseñar actividades que promuevan la comparación y selección de los métodos o resultados estadísticos más apropiados (Alvarado, Galindo, & Retamal, 2018; Cáceres & Chamoso, 2019; Flores & Pinto, 2017).

Las seis recomendaciones anteriores se han tomado en consideración para el diseño y desarrollo del estudio de investigación que se presenta. De este modo, se realiza un análisis de

la práctica docente del profesorado de matemáticas en educación secundaria a partir de los parámetros que a nivel internacional definen la evaluación y la enseñanza en educación estadística en la actualidad. Esto ayudará a detectar fortalezas y necesidades que perfilarán los rasgos de una formación adecuada para el profesorado.

Método

Para dar respuesta al objetivo de investigación se llevó a cabo un estudio mixto, descriptivo y exploratorio. El proceso de recogida de datos consistió, por un lado, en la administración de un cuestionario y, por otro lado, en la realización de un grupo de discusión en el contexto de una actividad formativa de naturaleza voluntaria desarrollada en tres sesiones en noviembre de 2019, organizada por la Universidad de Oviedo (Asturias, España) en colaboración con el Centro de Profesorado y Recursos de Gijón (Asturias, España). Al inicio de cada sesión, un ponente experto trató algunos temas clave en el ámbito de la alfabetización estadística con el objetivo de formar al profesorado participante para que durante el posterior grupo de discusión fuesen capaces de autoevaluar su práctica docente (Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2020b). En particular, se informó sobre qué es la alfabetización estadística, qué recursos, técnicas, situaciones, y metodologías ayudan a promoverla, en qué consiste el ciclo de investigación estadística propuesto por Wild y Pfannkuch (1999), y su relevancia en el contexto del trabajo por proyectos.

En una primera fase, tanto en el cuestionario como en el grupo de discusión participaron los 14 profesores de matemáticas en educación secundaria inscritos de forma voluntaria en la actividad formativa. Dado que algunos docentes no habían podido asistir a la actividad formativa por su carácter presencial, en una segunda fase se distribuyó el cuestionario a otros docentes de matemáticas en educación secundaria con el objetivo de incrementar el tamaño muestral, para así poder realizar un diagnóstico preliminar de la situación más exhaustivo. En total, en el cuestionario participaron un total de 28 profesores de matemáticas en educación secundaria, mientras que en el grupo de discusión intervinieron 14 de los sujetos anteriores. Los participantes, todos en activo, representan diversos centros de educación secundaria ubicados en distintas ciudades de la misma región (Asturias, España). Aunque la técnica de muestreo (no aleatoria) supone una limitación en cuanto a la generalización de los resultados, este estudio ha permitido realizar un diagnóstico preliminar de la práctica docente en el ámbito de la educación

estadística en educación secundaria, tanto en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO, de los 12 a los 16 años) como en el Bachillerato (de los 16 a los 18 años).

Instrumentos para la recogida de datos

El cuestionario se diseñó teniendo en cuenta aquellos factores que, según los resultados de investigaciones previas, influyen en la práctica docente de los profesores de estadística dentro de su dimensión didáctica (Pinto, Martín, & Barrabí, 2007). En particular, para analizar las estrategias y los recursos que utiliza el profesorado en el ámbito de la educación estadística, se tuvieron en cuenta varios factores (libro de texto, gráficos, situaciones cotidianas o reales, materiales manipulativos, juegos, recursos tecnológicos) dada la necesidad de investigar en mayor profundidad estos elementos (Gea et al., 2017; Rodríguez-Muñiz & Díaz, 2018; Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, Vásquez, & Alsina, 2020; Vásquez, Rodríguez-Muñiz, Muñiz-Rodríguez, & Alsina, 2020).

Previamente a su implementación, se realizó una consulta a docentes en ejercicio de educación secundaria sobre la adecuación, organización y redacción de los ítems incluidos en el cuestionario. Tras una serie de pequeñas modificaciones a partir de las sugerencias recibidas, en su versión final el cuestionario estaba compuesto por 40 ítems relativos a cinco categorías: a) datos demográficos (género y edad), b) formación académica (vía de acceso a la docencia, titulación previa, y formación en estadística), c) formación profesional (experiencia docente, niveles educativos en los que ejerce, formación continua, y evaluación), d) percepciones sobre la enseñanza de la estadística (relación matemáticas-estadística, conocimiento sobre estadística, sobre estadística en evaluaciones internacionales, estándares curriculares internacionales, y problemas o dificultades), y e) estrategias y recursos (uso del libro de texto, de gráficos, y de determinados contextos). El cuestionario se presenta en el Anexo I.

Con el propósito de profundizar en algunos de los datos recogidos mediante el cuestionario, se realizó un grupo de discusión con algunos de los participantes. Para ello, se utilizaron técnicas cualitativas de recogida de información articuladas a partir de dos métodos de moderación: la dinámica Metaplan® (2015) y la aplicación web Mentimeter® (<https://www.mentimeter.com/>). Ambos métodos permiten obtener de manera organizada a través de diferentes elementos gráficos (Figura 1) información compartida en el seno de un grupo de individuos que busca generar ideas y soluciones, desarrollar opiniones y acuerdos, o formular objetivos y planes de acción (Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2020a).

Figura 1. Imagen de la dinámica Metaplan® (a la izquierda) y de la aplicación web Mentimeter® (a la derecha)



Fuente: elaborado por los autores

El esquema de preguntas que articuló ambos métodos de moderación se diseñó tomando como referencia las directrices del proyecto GAISE (Franklin et al., 2005) y se organizó en torno a tres ámbitos: la naturaleza de los datos y su representación, los recursos didácticos específicos (aplicaciones, entornos virtuales, materiales manipulativos, juegos, etc.) con utilidad directa, y las orientaciones metodológicas (la estadística por proyectos) para fomentar la alfabetización estadística en el alumnado de educación secundaria.

Resultados

Los resultados del cuestionario se describen atendiendo a las cinco categorías en las que se clasifican sus ítems.

Datos demográficos

En cuanto al género y edad de los 28 profesores de matemáticas en educación secundaria que respondieron al cuestionario, se observa que la mayoría (20 participantes) era de género femenino y que el rango de edad con una mayor representación (9 participantes) es el de profesorado con edades entre los 46 y los 50 años, teniendo la mayoría de los participantes restantes (15) una edad inferior a los 46 años.

Formación académica

La principal vía de acceso a la docencia en educación secundaria de los sujetos participantes (19 de los 28) fue a través del Certificado de Aptitud Pedagógica (CAP), predecesor del actual Máster en Formación del Profesorado, titulación que dio acceso a la docencia a 9 de los participantes. Este dato guarda relación con la edad de los participantes,

pues, el hecho de que 21 de los encuestados superen los 36 años, justifica que la principal vía de acceso a la docencia sea el CAP. La edad mínima de acceso al citado máster está en los 21 años y este lleva impartándose en las universidades españolas desde el curso académico 2009-2010. Por otra parte, la titulación previa de 15 de los encuestados es la licenciatura o el grado en matemáticas o en estadística. También existe una notable representación de participantes con formación académica ingenieril (8 participantes), encontrándose en el resto de encuestados (5 de los 28) titulaciones relacionadas con la biología, la física o la química. En cuanto a la formación en estadística, 15 encuestados aseguraron haber cursado menos de un 25 % de asignaturas sobre estadística en su titulación previa, 5 entre un 25 % y un 50 %, y otros 5 entre un 50 % y un 75 %, si bien 3 individuos no respondieron a esta pregunta por la dificultad de estimar tal cantidad.

Formación profesional

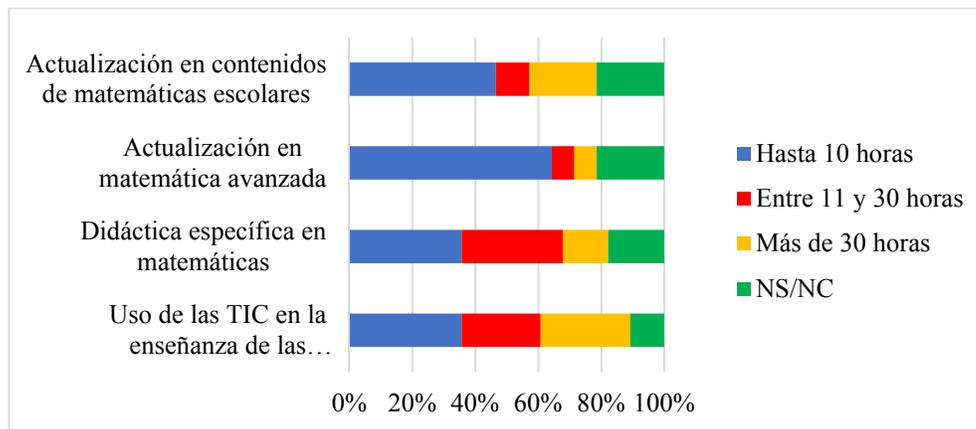
En cuanto a la experiencia docente, 14 participantes tienen una antigüedad inferior a los 10 años, 4 entre 10 y 20 años, y 10 cuentan con una experiencia docente de entre 20 y 30 años. En lo que se refiere a la ESO (12-16 años), la docencia de matemáticas del profesorado participante en los últimos 10 años ha sido desarrollada en mayor medida en los niveles de tercero y cuarto de ESO: 23 participantes aseguran haber impartido docencia en los dos primeros cursos, mientras que solo 14 lo han hecho en los dos últimos.

En el caso del Bachillerato (16-18 años), solo 10 de los encuestados aseguran que su docencia ha sido mayoritaria en las asignaturas Matemáticas I y Matemáticas II de la modalidad de Ciencias o en las asignaturas Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I y II de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales. Es preciso indicar que en España las matemáticas en ambos cursos del Bachillerato tienen dos variedades, en función de la modalidad, unas de corte más científico (Matemáticas I y II) y otras con un mayor peso de los contextos aplicados a las Ciencias Sociales (Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I y II). Además del enfoque, en las matemáticas científicas se estudia geometría, que se sustituye en las aplicadas por un mayor peso de la estadística.

La mayoría (20 participantes) realiza entre 11 y 30 horas de formación continua sobre cualquier temática a lo largo del curso. Del profesorado restante, 2 aseguran realizar como máximo 10 horas, y 6 más de 30 horas. Además de lo anterior, cobra especial interés analizar la formación continua que el profesorado recibe en contenidos de matemáticas escolares,

matemática avanzada, didáctica específica en matemáticas y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), cuyos resultados se muestran en la Figura 2. Conviene señalar que, de nuevo, algunos individuos no respondieron a esta pregunta por la dificultad de estimar tal cantidad (NS/NC). Además, entre aquellos que aseguran haber recibido menos de 10 horas, un número significativo de docentes (entre 6 y 16) asegura no haber recibido ninguna hora de formación sobre dicha temática.

Figura 2. Porcentaje de horas de formación continua en temáticas específicas



Fuente: elaborado por los autores

Casi la totalidad del profesorado participante asegura no haber sido evaluado respecto a su conocimiento matemático escolar, su conocimiento matemático avanzado, la didáctica de la matemática, o el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas con posterioridad a su concurso, oposición o contratación como docente. Solo un participante asegura haber sido evaluado respecto a su conocimiento matemático avanzado y otro respecto a la didáctica de la matemática y el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas.

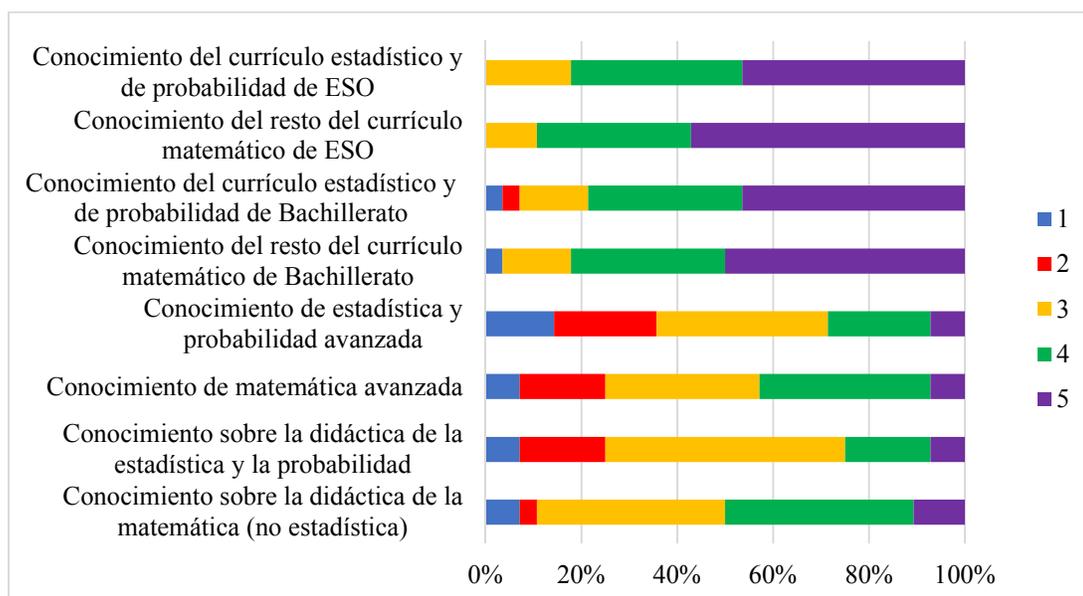
Percepciones sobre la enseñanza de la estadística

De los participantes, 18 perciben que “la estadística es una parte más de las matemáticas, como la geometría, el álgebra o el cálculo”, mientras que 10 consideran que “la estadística tiene unas características singulares respecto al resto de las matemáticas”. Ninguno considera que “la estadística y las matemáticas son disciplinas diferentes, aunque estén en la misma asignatura”.

La Figura 3 muestra las percepciones del profesorado participante sobre su nivel de conocimiento sobre las matemáticas, estadística y probabilidad, su currículo y su didáctica. De ellos, al menos 22 participantes perciben que su conocimiento del currículo estadístico y de

probabilidad tanto de ESO como de Bachillerato es alto o muy alto (puntuaciones entre 4 y 5). Sin embargo, la situación cambia en cuanto a su percepción sobre el resto de conocimientos: alrededor de 20 participantes perciben que su conocimiento de estadística y probabilidad avanzada y sobre la didáctica de la estadística y la probabilidad es medio, bajo o muy bajo (puntuaciones entre 1 y 3), y en torno a 14 participantes perciben que su conocimiento de matemática avanzada y sobre la didáctica de la matemática es medio, bajo o muy bajo (puntuaciones entre 1 y 3).

Figura 3. Porcentaje de futuros profesores según la percepción de su nivel de conocimiento



Nota: (1) Conocimiento muy bajo y (5) Conocimiento muy alto. Fuente: elaborado por los autores

Solo 16 de los participantes aseguran conocer alguno de los ítems sobre estadística utilizados en las evaluaciones internacionales PISA (Programme for International Student Assessment) o TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). De entre estos, 8 afirman haberlos usado alguna vez en sus clases. En cuanto a los estándares curriculares de estadística en educación secundaria de otros países, 25 de los 28 participantes alegan desconocerlos.

Desde su perspectiva como profesor, los participantes señalan que sus principales problemas en la enseñanza de la estadística son tres: la falta de tiempo, el lugar que ocupa la estadística en el currículo, y la falta de formación. La falta de tiempo, dificultad señalada por 8 individuos, se debe a la amplitud del temario de la asignatura de matemáticas, lo que obliga al

profesorado a priorizar ciertos contenidos, dejando aquellos relacionados con la estadística sin explicar o explicándolos de manera sucinta. Este problema está vinculado, según comentan 5 participantes, con el lugar que ocupa la estadística en el currículo. Los temas del bloque dedicado a la estadística “siempre están incluidos al final de la programación”, por lo que “se dejan para el final de curso”. “En muchas ocasiones (por falta de tiempo) no se llega a esos temas” o si se llega “no se profundiza”, tal y como señalan algunos docentes.

Lo anterior invita a preguntarse por qué el profesorado siente la obligación de seguir el orden (no escrito) en el que aparecen los bloques de contenidos en el currículo, en lugar de flexibilizar y reorganizar la programación en vías de lograr una enseñanza y un aprendizaje de la estadística más profundo. Respecto a ello, dos participantes señalan otra dificultad derivada de la anterior: al “tener menos prioridad”, “no se trabajan lo suficiente en cursos anteriores”, y, por tanto, existe una “falta de conocimientos previos por parte del alumnado”, aspecto que retomaremos en el siguiente párrafo.

Otros participantes ven la anterior respuesta como una excusa sobre la que se esconde una falta de formación del profesorado: los docentes se sienten menos preparados y se escudan en la falta de tiempo o en la organización de la programación para no impartir estos contenidos. En cualquier caso, la escasa formación del profesorado, en particular en didáctica, es una dificultad añadida, comentada por 6 participantes. Además, las dificultades tecnológicas, la dificultad para diseñar y programar la evaluación en el ámbito del trabajo con proyectos, el diseño de actividades, la falta de bibliografía, la naturaleza abstracta de algunos conceptos como el de aleatoriedad o las habilidades de alto nivel que demanda la formalización de algunos términos, aparecen como problemas puntuales (descritos por 1 o 2 participantes) en la enseñanza de la estadística.

En cuanto a los problemas que encuentra su alumnado en el aprendizaje de la estadística, la falta de interés o motivación destaca como el principal factor, comentado por 6 participantes. Otras dificultades relacionadas con la actitud del alumnado son la falta de implicación, de autonomía, la mala organización, o la escasa importancia que los discentes otorgan a esta temática. La falta de base del alumnado (ya mencionada en el párrafo anterior) es otro de los principales problemas. La mayoría explica como causa de esta dificultad los problemas señalados desde su perspectiva como profesor, i.e., la falta de tiempo, la amplitud del temario, o la escasa profundidad o prioridad con la que se enseñan estos contenidos, conllevan a que el

alumnado ni comprenda ni asimile los conceptos, se limite a mecanizar las fórmulas, sin entender los resultados desde el punto de vista estadístico y, por ende, sin desarrollar las capacidades propias de la alfabetización estadística.

Uno de los sujetos culpabiliza al profesorado de este problema “quizá porque quienes imparten la asignatura no son licenciados en matemáticas y muchos de ellos no saben la interpretación de los resultados”. Otro docente particulariza que esta falta de conocimientos previos supone un mayor obstáculo en lo que al uso de herramientas digitales se refiere, “tales como una hoja de cálculo”. Además, la comprensión lectora de los problemas, la organización de los datos, la interpretación de los resultados, la complejidad de algunos conceptos como la aleatoriedad, la teoría de conjuntos, el papel de la formalización, la abundancia de cálculos y fórmulas y, en general, la inseguridad que provoca la novedad de todos estos contenidos, completan las dificultades que, según el profesorado participante, encuentra su alumnado en el aprendizaje de la estadística. No obstante, conviene mencionar que 4 futuros profesores responden que el alumnado no aprecia dificultades o problemas significativos en este ámbito.

Si bien el 40 % de los participantes no respondió a esta pregunta, entre los que sí lo hicieron, el 65 % considera que los problemas y dificultades anteriores son comunes al resto de los bloques de matemáticas. Se especifica que “los alumnos con dificultades en el cálculo con racionales (fracciones y potencias) sufren esa rémora al operar probabilidades”.

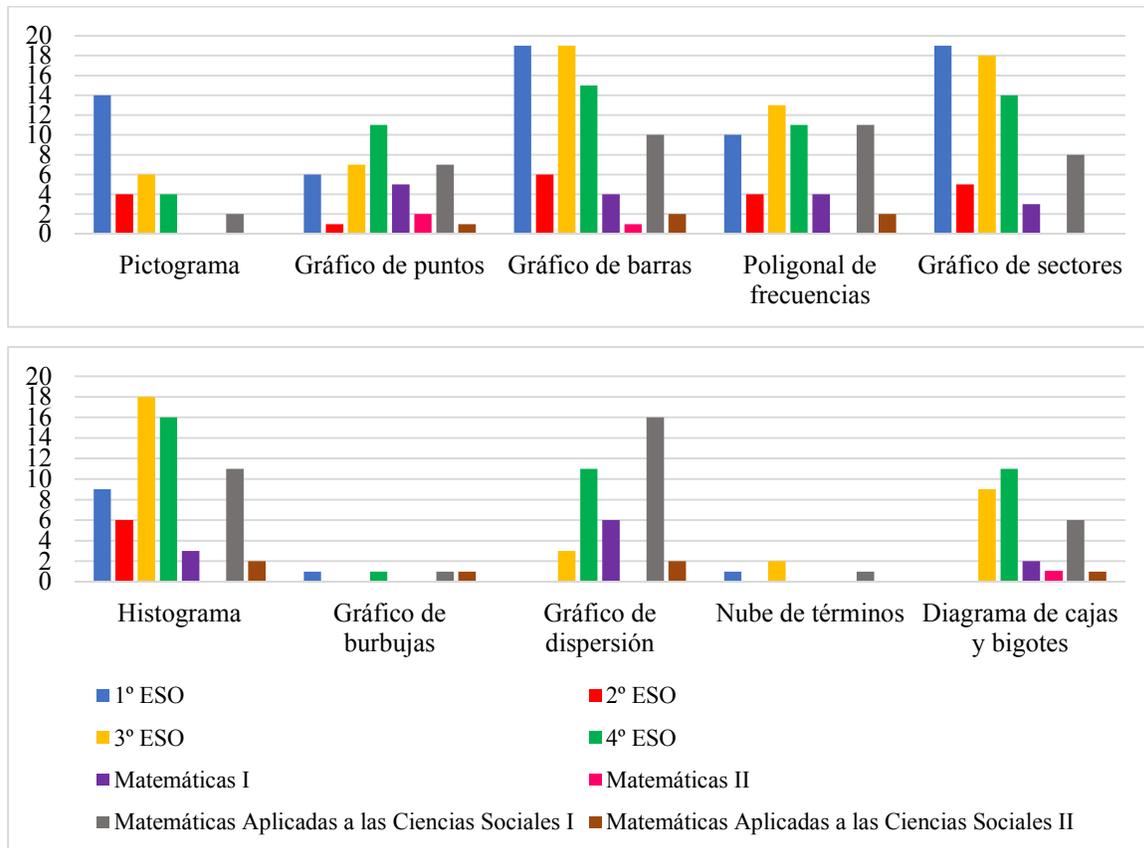
Estrategias y recursos

Respecto a la enseñanza de las matemáticas en la ESO, 25 participantes afirman hacer uso del libro de texto en torno al 48 % del tiempo de clase, en concreto de las editoriales Anaya (11 participantes), SM (6), Oxford (5) y Teide (2). En el Bachillerato, 19 de los 28 participantes usan el libro de texto alrededor del 56 % del tiempo de clase, en concreto de las editoriales Anaya (8), Editex (3), Santillana (3), SM (3) y Oxford (1).

La Figura 4 muestra en qué cursos (tanto de la ESO como del Bachillerato) el profesorado participante utiliza determinados gráficos estadísticos. En general, se observa una fuerte influencia del currículo en los gráficos que emplea el profesorado participante en cada uno de los cursos. Por ejemplo, el gráfico de dispersión se emplea en mayor medida en los últimos cursos de la ESO y en el primer curso de ambas modalidades de Bachillerato, siendo inexistente su uso en primero o segundo de ESO. Además, se aprecia un escaso uso de aquellos

gráficos que no vienen recogidos de manera explícita en el currículo (como son el pictograma, el gráfico de burbujas, o la nube de términos).

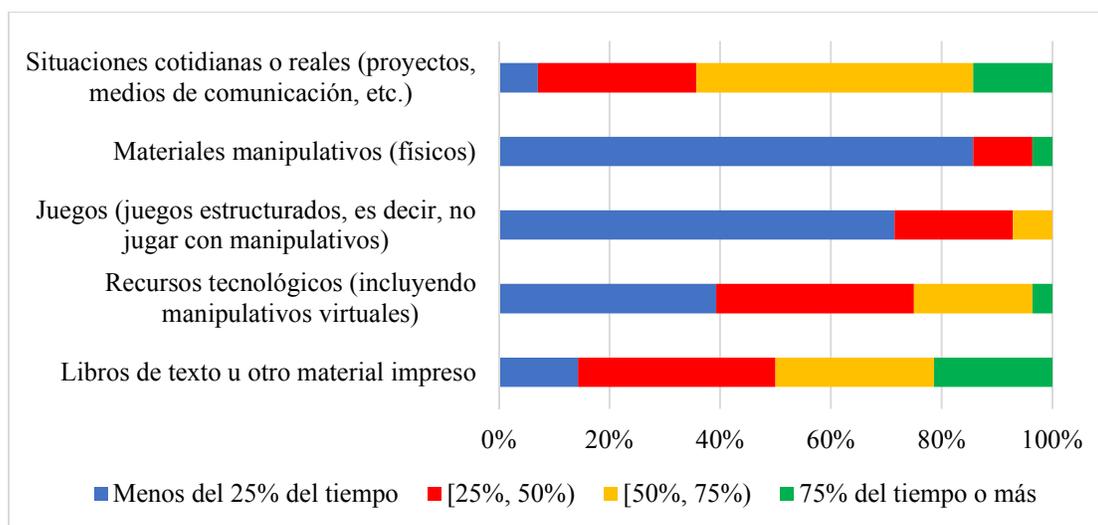
Figura 4. Frecuencia de uso de gráficos estadísticos según el curso



Fuente: elaborado por los autores

La Figura 5 ilustra la frecuencia de empleo de otros contextos (situaciones cotidianas o reales, materiales manipulativos, juegos, recursos tecnológicos, libros de texto u otro material impreso) por parte del profesorado participante en sus clases de estadística. Si bien se hace un notable uso tanto de situaciones cotidianas o reales, como de recursos tecnológicos, libros de texto u otro material impreso, el empleo de materiales manipulativos o juegos es limitado.

Figura 5. Porcentaje de uso de otros contextos



Fuente: elaborado por los autores

Por último, se describen los resultados del grupo de discusión atendiendo a los tres ámbitos en los que se clasifican sus preguntas.

Naturaleza de los datos

El profesorado participante utiliza en la enseñanza de la estadística predominan bases de datos académicos, demográficos, personales y sociales relacionados con el alumnado. Dentro del ámbito social, aparecen algunos ejemplos como los datos de consumo, deportivos o de ocio. El uso de datos electorales o de PISA es puntual. En cuanto a la fuente de origen de estos datos, destaca el libro de texto (coincidiendo con el alto porcentaje de uso reflejado en el cuestionario), los medios de comunicación e Internet. En menor medida se utilizan bases de datos compartidas por instituciones públicas como pueden ser los ayuntamientos, el Instituto Nacional de Estadística o la UNESCO. De forma aislada, se realizan encuestas por parte del alumnado como fuente para la obtención de datos o se generan de datos aleatorios mediante una calculadora o una hoja de cálculo. La mayoría de los participantes asegura no tener dificultades a la hora de integrar el contexto de estos datos en el aula, si bien, tal y como se comentará más adelante, puede que su naturaleza no estimule lo suficiente al alumnado.

El uso de estos datos se rige por lo establecido en el currículo (MECD, 2014), predominando tanto la elaboración de tablas y gráficos como el cálculo de parámetros, y quedando en un segundo plano la interpretación, el análisis de la variabilidad, o la discusión de los resultados, procesos clave en la noción de alfabetización estadística. A la hora de elaborar

tablas y gráficos, se hace notoria la presencia de tablas de frecuencias, histogramas, diagramas de sectores, diagramas de cajas, y diagramas de dispersión, coincidiendo con los resultados obtenidos en el cuestionario (Figura 3). Todos los participantes aseguran fomentar los cambios entre los distintos tipos de representaciones, siempre de una tabla a un gráfico, o viceversa, nunca entre distintos tipos de gráficos. Muchos profesores vinculan las respuestas a estas dos últimas preguntas y la fuente de origen de los datos debatida con anterioridad. Justifican que el uso y representación de los datos viene determinado por el hecho de que la principal referencia del profesorado sea el libro de texto y, en consecuencia, lo que predomina es el enfoque que en sus actividades se plantea.

Recursos didácticos

En lo referido a los recursos didácticos que el profesorado emplea para la enseñanza de la estadística, la respuesta unánime es la calculadora y la hoja de cálculo, si bien algún profesor utiliza alguna aplicación informática de manera puntual. A raíz de la escasez detectada, tanto en número como en variedad, se considera preciso investigar las posibles causas de algo que a simple vista parece un problema. Por un lado, se identifica cierta reticencia por parte del profesorado a profundizar en el uso de recursos tecnológicos para la visualización y el análisis de datos, por la escasa o nula evaluación que se hace de la competencia adquirida por el alumnado en relación con la utilización de estos recursos. Por otro lado, se manifiestan algunas dificultades (ya mencionadas en las respuestas al cuestionario) del profesorado a la hora de utilizar recursos didácticos que, como veremos más adelante, son transferibles a otros temas. Estas dificultades se refieren no solo a la falta de disponibilidad de tales recursos, sino también de espacios, coordinación y tiempo para su uso dentro de un mismo centro educativo, a la escasa formación del profesorado sobre recursos distintos a los que emplea, las posibilidades que ofrece cada uno de cara a la enseñanza de la estadística, y la adecuación de cada uno en función de los conceptos estadísticos que se pretende que el alumnado comprenda. Como factores externos, señalan la poca flexibilidad del currículo en consonancia con la presión recibida por que se ciñan a enseñar lo que en él se refleja, además de la baja calidad del producto final elaborado por el alumno, aspecto que les desmotiva a renovar la enseñanza de la estadística.

Orientaciones metodológicas

Los resultados en relación con las orientaciones metodológicas son recurrentes con algunas de las conclusiones anteriores. Los enfoques metodológicos más utilizados por el profesorado participante para fomentar la alfabetización estadística del alumnado son el empleo del libro de texto, trabajo en grupos, uso de encuestas, la experimentación, uso de juegos, en particular de azar, y el aprendizaje basado en proyectos. De manera esporádica se utilizan situaciones cotidianas, la elaboración de informes, los materiales manipulativos, y la generación de debates, coincidiendo con los resultados obtenidos en el cuestionario (Figura 5). Además, 6 de los 14 participantes aseguran contar con menos recursos metodológicos de los que necesita para fomentar la alfabetización estadística del alumnado.

En línea con las orientaciones metodológicas que según Alsina (2019) deberían guiar la enseñanza de la estadística, se pide al profesorado participante que valore de 1 (En absoluto) a 5 (En gran medida) la medida en que plantea retos al alumnado y preguntas para que expliquen, argumenten y justifiquen sus acciones, relacionen el aprendizaje de la estadística con otras áreas de las matemáticas y con otras áreas del conocimiento, y foment la interacción entre el alumnado, obteniendo los resultados ilustrados en la Tabla 1.

Tabla 1.
Prácticas del profesorado en cuanto a las orientaciones metodológicas.

¿En qué medida...	Media
Planteas retos al alumnado?	3,4
Planteas preguntas al alumnado para que expliquen, argumenten y justifiquen sus acciones?	4,2
Relacionas el aprendizaje de la estadística y la probabilidad con otras áreas de las matemáticas?	3,3
Relaciones el aprendizaje de la estadística y la probabilidad con otras áreas de conocimiento?	3,8
Fomentas la interacción entre el alumnado?	3,9

Fuente: elaborado por los autores

Para seguir ahondando en cuestiones relativas a las orientaciones metodológicas, se pide también al profesorado participante que valore, utilizando la misma escala que en la pregunta anterior, la medida en que se trabaja cada uno de los procesos del ciclo de investigación estadística propuesto por Wild y Pfannkuch (1999), obteniendo los siguientes valores para la media: 3 en la búsqueda de problemas, 2,9 en la formulación de hipótesis, 2,9 en la recogida de

datos, 4,1 en la organización de datos, 3,7 en el análisis de datos, y 4 en la interpretación de datos. Estos resultados corroboran las reflexiones realizadas durante la discusión sobre el uso que se hace de los datos en el aula comentados con anterioridad. Dado el peso que se le otorga en la literatura al aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la estadística (Batanero & Díaz, 2005), se decide profundizar en este enfoque metodológico. Tan solo 5 participantes emplean esta metodología para enseñar estadística. Entre las razones expuestas para no hacerlo destacan la falta de tiempo y de formación, apareciendo también puntualmente otros obstáculos como la falta de coordinación entre las distintas materias, la falta de iniciativa, el tamaño de los grupos, la falta de motivación del alumnado, y la dificultad de evaluar el aprendizaje. Se observa que algunas dificultades son recurrentes respecto a las señaladas con anterioridad.

En general, la falta de formación es una dificultad que se repite tanto en las respuestas al cuestionario como en el grupo de discusión, independientemente del tema a debate. Por ello, se pide al profesorado que valore la adecuación de ésta en relación con sus capacidades para fomentar la alfabetización estadística del alumnado, obteniendo que un 21 % la considera poco adecuada. En el grupo se comenta que la formación es, en general, escasa y de naturaleza voluntaria, y se destacan tres aspectos a reforzar que van en línea con los temas que vertebran esta investigación: conocimiento y manejo de recursos didácticos disponibles para la enseñanza de la estadística, orientaciones sobre el diseño de secuencias didácticas, y, formación en didáctica de la estadística. Por otro lado, desde la perspectiva de los discentes, la falta de motivación, de autonomía, de interés, la complejidad de la notación, el lugar que ocupa la estadística en la programación didáctica del curso académico, la formalización, y la resolución de problemas fueron algunas de las limitaciones comentadas, coincidiendo con los resultados del cuestionario.

Discusión y conclusiones

Este estudio ha permitido conocer la práctica docente de un grupo de profesorado de matemáticas en educación secundaria en el ámbito de la educación estadística. Los resultados obtenidos en cuanto a sus datos demográficos, su formación académica y profesional, sus percepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, y las estrategias y los recursos que emplea en dicho proceso coinciden con el panorama descrito por otros investigadores a nivel internacional (Gattuso & Pannone, 2001; Pierce & Chick, 2011; Pinto, Martín, & Barrabí, 2007). En general, se concluye que su práctica docente no obedece en su totalidad las directrices

para la evaluación y enseñanza en educación estadística avaladas por la literatura (Franklin et al., 2005). Se detectan fortalezas, como el conocimiento del currículo matemático, estadístico y de probabilidad tanto en ESO como en Bachillerato (Figura 3) o el uso de situaciones cotidianas y reales en sus clases (Figura 5), aunque también se identifican algunas debilidades y amenazas.

Se trata de un profesorado mayoritariamente femenino, con una formación académica fundamentalmente de naturaleza matemática, estadística o ingenieril, pero con una escasa formación sobre didáctica de la estadística, tanto en su titulación previa, como en su formación inicial o continua, lo que motiva la percepción de un conocimiento limitado en este ámbito (Figura 3). El hecho de que su conocimiento matemático o didáctico matemático nunca sea evaluado no ayuda a mejorar este aspecto. En España la formación continua tiene valor en la carrera profesional del profesorado con independencia del tema al que se dedique (López Beltrán et al., 2020). Lo anterior, junto con otros factores ajenos a su conocimiento o formación, deriva en una serie de dificultades, algunas de las cuales confirman los hallazgos de Gattuso y Pannone (2002), como la falta de tiempo para abordar la totalidad de contenidos que aparecen en el currículo o las carencias en su formación estadística.

Combinando los resultados de este estudio con las directrices para la evaluación y enseñanza en educación estadística (Franklin et al., 2005), se pueden elevar una serie de recomendaciones específicas que perfilan los rasgos de una formación en el ámbito de la educación estadística para el profesorado de educación secundaria con el objetivo de dar respuesta a las necesidades detectadas.

En lo que al desarrollo de la alfabetización y el pensamiento estadístico se refiere (primera directriz), se considera preciso disminuir el uso que se hace del libro de texto, puesto que el enfoque que en él se plantea (Azcarate & Serradó, 2006; Gea, Batanero, Arteaga, & Cañadas, 2013; Rodríguez-Muñiz, Corte, & Muñiz-Rodríguez, 2020) está influyendo de manera significativa en las estrategias y recursos que el profesorado utiliza para la enseñanza de la estadística. Como alternativa, se sugiere optar por una orientación metodológica diversa en cuando a su naturaleza. Asimismo, se considera necesario potenciar el rol del contexto, así como el empleo de ejemplos y situaciones problema que planteen retos al alumnado (siguiendo las propuestas de Rodríguez-Muñiz, et al., 2020; Vásquez et al., 2020). Lo anterior puede verse justificado por la percepción del profesorado sobre la relación entre las matemáticas y la estadística. Coincidiendo con otros autores (Gattuso & Pannone, 2002; Pierce & Chick, 2011),

los resultados de este estudio revelan que más de la mitad del profesorado concibe la estadística como una parte de las matemáticas, pudiendo provocar esto un problema al desvincular los datos de su contexto.

En línea con lo anterior, la falta de motivación del alumnado percibida por el profesorado indica que las bases de datos utilizadas en el aula no parecen servir de estímulo para aumentar el interés de los discentes hacia la materia. Los resultados del grupo de discusión muestran que, si bien la naturaleza y fuente de origen de las bases de datos que se emplean es variada, existe cierto predominio de datos de tipo académico y demográfico, que pueden no estimular al alumnado. Aunque un porcentaje notable de docentes hace uso en sus clases de situaciones cotidianas o reales, entre las que se explicitan los medios de comunicación, los datos obtenidos sobre el tipo de gráficos estadísticos empleados parece contradecir lo anterior. En general, se observa una fuerte influencia de gráficos clásicos (como pueden ser el gráfico de barras, de sectores o el histograma), pasando desapercibido el uso de otros (como el gráfico de burbujas o la nube de términos) que están muy presentes en la sociedad actual y a los cuales está muy expuesto el alumnado tanto a través de los medios de comunicación como de las redes sociales o los videojuegos.

Es también limitado el uso que el profesorado hace de los ítems sobre estadística que aparecen en evaluaciones internacionales como PISA, cuyo elemento más característico es el uso de contextos en todas las preguntas que componen la prueba (Muñiz-Rodríguez, García-Honrado, & Rodríguez-Muñiz, 2019). Las directrices para la evaluación y enseñanza en educación estadística (Franklin et al., 2005) insisten en la importancia de utilizar bases de datos de naturaleza y origen plural (segunda directriz). De este modo, se recomienda incorporar a la práctica docente el uso de datos deportivos, de redes sociales o de incidencia y propagación de enfermedades que aparecen con frecuencia en los medios de comunicación o que están a disposición de los usuarios a través de determinadas aplicaciones como punto de partida del proceso de alfabetización (Rodríguez-Muñiz, et al., 2020; Vásquez et al., 2020). Ello ayudará al profesorado a reforzar en el aula la interpretación y el análisis de los resultados, empleando distintos tipos de gráficos y promoviendo la relación entre los mismos, procesos que, según los resultados del grupo de discusión, parecen relegados, y que han sido a su vez identificados como dificultades desde el punto de vista del alumnado.

En contradicción con la tercera directriz, los resultados del estudio señalan que en la actualidad el conocimiento de procedimientos ocupa un rol preponderante en la práctica docente. Ejemplos de ello son la percepción del profesorado al identificar como uno de los principales problemas que encuentra el alumnado la abundancia de cálculos o fórmulas, o que el uso mayoritario que se hace de los datos sea la elaboración de tablas y gráficos y el cálculo de parámetros. En consecuencia, no es de extrañar que el alumnado experimente dificultades en algunos conceptos de estadística, especialmente de aquellos de naturaleza abstracta como la aleatoriedad o la teoría de conjuntos, derivando a su vez en una falta de conocimientos previos por parte de los discentes. A la vista de los resultados, se considera que incrementar el uso de materiales manipulativos o de juegos estructurados (como los descritos en Beltrán-Pellicer, Ricart, & Estrada, 2019) puede asistir en la promoción y comprensión de aquellos conceptos estadísticos que suponen un obstáculo para el alumnado. Además, es importante que el profesorado tenga en cuenta que, si por falta de tiempo se ve obligado a priorizar algunos de los contenidos recogidos en el currículo, es preciso dar preferencia a la comprensión de conceptos más que al conocimiento de procedimientos, en vista de proveer al alumnado de una base de conocimiento estadístico sólida y profunda.

En cuanto al aprendizaje activo (cuarta directriz), el uso puntual de encuestas por parte del alumnado como fuente para la recogida de datos o la escasa medida en que se trabaja la formulación de hipótesis, advierten de un rol pasivo del alumnado en el proceso de aprendizaje. De acuerdo con Batanero y Díaz (2005), se considera que el trabajo con proyectos debería cobrar mayor relevancia. Teniendo en cuenta las dificultades compartidas por el profesorado durante el grupo de discusión en relación con este tema, es preciso capacitar a los docentes en lo relacionado con esta metodología, en particular, en cuanto a la evaluación de los resultados de aprendizaje del alumnado. Según estas autoras (Batanero & Díaz, 2005), la evaluación debe llevarse a cabo atendiendo a las distintas etapas que atañen al desarrollo del propio proyecto, para lo cual algunos investigadores proponen el uso de técnicas de autoevaluación y coevaluación (Alvarado et al., 2018; Cáceres & Chamoso, 2019; Flores & Pinto, 2017).

Si bien es innegable que el empleo de herramientas digitales para el desarrollo de la alfabetización estadística (quinta directriz) está presente en la práctica docente, los resultados del grupo de discusión señalan que estas se limitan a la calculadora y las hojas de cálculo. En la actualidad, existen múltiples paquetes de programas estadísticos, software educativo, y applets

de libre acceso y fácil manejo que el profesorado parece desconocer (Biehler, 2016; Biehler, Ben-Zvi, Bakker, & Makar, 2012). En este sentido se recomienda promover su conocimiento, así como sus posibilidades y adecuación en función de los conceptos estadísticos que se desean trabajar a través de actividades formativas (como la descrita en Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2020b).

Por último, si bien reconocemos que los datos recogidos no profundizan lo suficiente en lo referido a la evaluación (sexta directriz), los resultados parecen indicar que es preciso implementar ciertas mejoras al respecto. Ejemplo de ello es el hecho de que los docentes comenten que la evaluación en el ámbito del trabajo con proyectos supone una dificultad para ellos o que no incorporen en la evaluación la competencia del alumnado en relación con el uso de recursos tecnológicos, consecuencia de una falta de formación al respecto. Por tanto, se atisba la necesidad de informar a los docentes sobre técnicas de autoevaluación y coevaluación (Alvarado et al., 2018; Cáceres & Chamoso, 2019; Flores & Pinto, 2017).

Teniendo en cuenta las sugerencias anteriores, los autores ya han empezado a trabajar en el diseño de actividades para el aula a partir de contextos cotidianos y de interés social como los generados por la COVID-19, tanto para Educación Primaria (Alsina, Vázquez, Muñiz-Rodríguez, & Rodríguez-Muñiz, 2020), como Secundaria (Rodríguez-Muñiz, et al., 2020; Vázquez, et al., 2020).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todas las personas que colaboraron en la investigación respondiendo al cuestionario y participando en el grupo de discusión, y la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación de España [TIN2017-87600-P] y de la Universidad de Oviedo y la Consejería de Educación del Principado de Asturias [INIE-19-MOD.C-5].

Referencias

- Alsina, A. (2019). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Barcelona: Graó.
- Alsina, Á., Vázquez, C., Muñiz-Rodríguez, L., & Rodríguez-Muñiz, L.J. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Primaria. *Epsilon*, 104, 99-128.

- Alvarado, H.A., Galindo, M.K., & Retamal, M.L. (2018). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación Matemática*, 30, 151-183. <https://doi.org/10.24844/EM3003.07>
- Azcárate, P., & Serradó, A. (2006). Tendencias didácticas en los libros de texto de matemáticas para la ESO. *Revista de Educación*, 340, 341-378.
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Pérez, L., & Spangler, D.A. (2020). *The Pre-K–12 Guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II)*. VA: American Statistical Association. Recuperado de https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf
- Batanero, C. (2009). Retos para la formación estadística de los profesores. En J.A. Fernandes, M.H. Martinho, F. Viseu, & P.F. Correia (Eds.), *Actas do II Encontro de Probabilidades e Estatística na Escola* (pp. 52-71). Braga, Portugal: Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho.
- Batanero, C., Burrill, G., & Reading, C. (2011). *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education*. Joint ICMI/ IASE Study. New York: Springer.
- Batanero, C. & Díaz, C. (2005). El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. En *I Congreso de Estadística e Investigación Operacional de Galiza del Norte de Portugal*. VII Congreso Galego de Estadística e Investigación de Operaciones. Guimarães 26, 27 e 28 de Octubre de 2005.
- Beltrán-Pellicer, P., Ricart, M., & Estrada, A. (2019). Una experiencia sobre el diseño de juegos como recurso para desarrollar la competencia didáctico-matemática en probabilidad con docentes de infantil y primaria. En J.M. Contreras, M.M. Gea, M.M. López-Martín & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Recuperado de www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Biehler, R. (2016). Professional development for teaching probability and inference statistics with digital tools at upper secondary level. Trabajo presentado en el *13th International Congress on Mathematical Education*. Hamburgo, Alemania (Julio, 2016).
- Biehler, R., Ben-Zvi, D., Bakker, A., & Makar, K. (2012). Technology for enhancing statistical reasoning at the school level. En M.A.K. Clements, A. Bishop, C. Keitel-Kreidt, J. Kilpatrick, & F.K.-S. Leung (Eds.), *Third international handbook of mathematics education* (pp. 643-689). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_21
- Cáceres, M.J. & Chamoso, J.M. (2019). Influencia de un proceso de autoevaluación, coevaluación y evaluación en la formación de profesores de primaria. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández, & M. T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 351-372). Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca.
- Cañedo, T.D.J., & Figueroa, A.E. (2013). La práctica docente en educación superior: Una mirada hacia su complejidad. *Sinéctica*, 41, 2-18.
- Carrillo-Yáñez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M. & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model.

- Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253.
<https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Cobb, G., & Moore, D. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *The American Mathematical Monthly*, 104(9), 801-823. <https://doi.org/10.2307/2975286>
- Estrella, S., Olfos, R., & Mena-Lorca, A. (2015). Pedagogical knowledge of statistics content among primary school teachers. *Educação e Pesquisa*, 41(2), 477-493. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022015041858>
- Fernandes, J.A., Gea, M.M., & Correia, P.F. (2019). Conhecimento de estatística bivariada de futuros professores portugueses dos primeiros anos. *Revista Portuguesa de Educação*, 32(2), 40-56. <https://doi.org/10.21814/rpe.16121>
- Flores, A., & Pinto, J. (2017). Características de la enseñanza de la estadística por proyectos. En L.A. Serna (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 263-271). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education. PreK-12*. VA: American Statistical Association. Recuperado de <https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/Spanish.pdf>
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-51. <https://www.jstor.org/stable/1403713>
- Gattuso, L. & Pannone, M. (2002). Teacher's training in a statistics teaching experiment. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. Cape Town: International Association for Statistical Education and International Statistical Institute.
- Gea, M. M., Arteaga, P., & Cañadas, G. R. (2017). Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de educación secundaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 12, 19-37. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i12.189>
- Gea, M.M., Batanero, C., Arteaga, P., & Cañadas, G. (2013). Justificaciones en el tema de correlación y regresión en los textos españoles de Bachillerato. *EMTeia Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, 4(2), 1-20. <https://doi.org/10.36397/emteia.v4i2.2233>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hill, H. C., Ball, D. L. & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400. <https://www.jstor.org/stable/40539304>
- López Beltrán, M., Albarracín, L., Ferrando-Palomares, I., Montejo-Gámez, J., Ramos, P., Serradó, A., Thibaut, E., & Mallavibarrena, R. (2020). La educación matemática en las enseñanzas obligatorias y el Bachillerato. En D. Martín De Diego, T. Chacón, G. Curbera, F. Marcellán, & M. Siles (Coords.), *Libro Blanco de las Matemáticas* (pp. 1-94). Madrid, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.

- López-Martín, M.M., Batanero, C., & Gea, M.M. (2019). ¿Conocen los futuros profesores los errores de sus estudiantes en la inferencia estadística? *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 33(64), 672-693. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a11>
- Metaplan. (2015). *Metaplan® basic techniques: Moderating group discussions using the Metaplan approach.*, Quickborn, Alemania:Metaplan
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 1-58.
- Muñiz-Rodríguez, L. Aguilar-González, A., & Rodríguez-Muñiz, L.J. (2020). Perfiles del futuro profesorado de matemáticas a partir de sus competencias profesionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 141-161. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3161>
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Valcke, M. (2016). Is there a gap in initial secondary mathematics teacher education in Spain compared to other countries? *Revista de Educación*, 372, 111-140. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-372-317>
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Rodríguez-Muñiz, L.J., & Valcke, M. (2021). Are secondary mathematics student teachers ready for the profession? A multi-actor perspective on mathematics student teachers' mastery of related competences. En A. Herrero, C. Cambra, D. Urda, J. Sedano, H. Quintián, & E. Corchado (Eds.), *The 11th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE 2020). Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1266. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007%2F978-3-030-57799-5_1
- Muñiz-Rodríguez, L., García-Honrado, I., & Rodríguez-Muñiz, L.J. (2019). Tipología de preguntas en las pruebas de evaluación internacional (TMSS y PISA). *Uno Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 86, 8-16.
- Muñiz-Rodríguez, L., & Rodríguez-Muñiz, L.J. (2020a). Dificultades del profesorado de educación secundaria para fomentar la alfabetización estadística. En C.R. Campos, A.P. Perin, & S. Samá (Orgs.), *Investigações hispano-brasileiras em educação estatística*. Taubaté, SP, Brasil: Akademy.
- Muñiz-Rodríguez, L. & Rodríguez-Muñiz, L.J. (2020b). Fomentando la alfabetización estadística en el profesorado de educación secundaria mediante una actividad formativa y evaluadora. En M. M. Gea. R. Álvarez-Arroyo, & J.A. Garzón (Eds.), *Seminario Hispano Brasileño de Educación Estadística*. Granada: Grupo PAI FQM-126.
- Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L.J., & Alsina, A. (2020). Deficits in the statistical and probabilistic literacy of citizens: Effects in a world in crisis. *Mathematics*, 8(11), 1-20. <https://doi.org/10.3390/math8111872>
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The Council.
- Neumann, D.L., Hood, M., & Neumann, M.M. (2013). Using real-life data when teaching statistics: student perceptions of this strategy in an introductory statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 12(2), 59-70. <http://hdl.handle.net/10072/57983>
- Pierce, R., & Chick, H. (2011). Teachers' beliefs about statistics education. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics-Challenges for*

- teaching and teacher education* (pp. 151-162). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_17
- Pinto, J.E., Martín, G.G., & Barrabí, E.B. (2007). Estudio de necesidades de formación de profesores que imparten estadística en carreras de área social. En G. Buendía Abalos y G. Montiel Espinosa (Eds). *Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (pp. 451-463). México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa (CIMATE).
- 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, 65-81. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i14.218>
- Rodríguez-Muñiz, L.J., Corte, Á., & Muñiz-Rodríguez, L. (2020). ¿Evolucionan los libros de texto de matemáticas con los cambios curriculares? Estudio de la regresión y la correlación lineal en la Educación Secundaria en España. *Números*, 103, 65-79.
- Rodríguez-Muñiz, L.J., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez, 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*, 104, 217-238.
- Rodríguez-Muñiz, L.J., Crespo, R., Díaz, I., Fioravanti, M., García-Raffi, L.M., González-Vasco, M.I., González Vega, L., Lafuente, M., Montejo-Gámez, J., Ortega, F.A., & Mallavibarrena, R. (2020). Los estudios de matemáticas en el ámbito universitario. En D. Martín De Diego, T. Chacón, G. Curbera, F. Marcellán, & M. Siles (Coords.), *Libro Blanco de las Matemáticas* (pp. 95-162). Madrid, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.
- Vásquez, C., & Alsina, Á. (2014). Enseñanza de la probabilidad en educación primaria. Un desafío para la formación inicial y continua del profesorado. *Números*, 85, 5-23.
- Vásquez, C., Rodríguez-Muñiz, L.J., Muñiz-Rodríguez, L., & Alsina, Á. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para la educación secundaria. *Números*, 104, 239-260.
- Weiland, T. (2019). Critical mathematics education and statistics education: possibilities for transforming the school mathematics curriculum. In *Topics and Trends in Current Statistics Education Research* (pp. 391-411). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007%2F978-3-030-03472-6_18
- Wild, C.J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

Anexo. Cuestionario sobre educación estadística en secundaria

1. Indique su género.
2. Indique su rango de edad.
3. Indique cuál ha sido su forma de acceso a la profesión docente en Secundaria.
4. Indique su titulación previa.

5. Del conjunto de asignaturas de matemáticas que cursó en su titulación, ¿qué porcentaje aproximado de ellas eran sobre estadística?
6. ¿Cuántos años de experiencia docente reglada acumula?
7. Indique en qué cursos ha sido mayoritaria su docencia de matemáticas en los últimos 10 años.
8. ¿Cuántas horas de formación realiza, en media, a lo largo de un curso?
9. ¿Cuántas horas de formación ha recibido, en los últimos 10 años, sobre actualización en contenidos de matemáticas escolares?
10. ¿Cuántas horas de formación ha recibido, en los últimos 10 años, sobre actualización en matemática avanzada (no escolar)?
11. ¿Cuántas horas de formación ha recibido, en los últimos 10 años, sobre didáctica específica en matemáticas?
12. ¿Cuántas horas de formación ha recibido, en los últimos 10 años, sobre uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas?
13. Con posterioridad a su concurso, oposición o contratación como docente, ¿ha sido evaluado/a en alguna ocasión respecto a los siguientes aspectos?
 - Conocimiento matemático escolar
 - Conocimiento matemático avanzado (no escolar)
 - Didáctica de la matemática
 - Uso de TIC en la enseñanza de las matemáticas
14. Señale con cuál de las tres siguientes expresiones sobre la relación matemáticas-estadística se encuentra más identificado/a:
 - La estadística es una parte más de las matemáticas, como la geometría, el álgebra o el cálculo.
 - La estadística tiene unas características singulares respecto al resto de las matemáticas.
 - La estadística y las matemáticas son disciplinas diferentes, aunque estén en la misma asignatura.
15. Siendo 1 = Conocimiento muy bajo y 5 = Conocimiento muy alto, indique con qué nivel se corresponde:
 - Su conocimiento del currículo estadístico y de probabilidad de ESO.
 - Su conocimiento del resto del currículo matemático de ESO.
 - Su conocimiento del currículo estadístico y de probabilidad de Bachillerato.
 - Su conocimiento del resto del currículo matemático de Bachillerato.
 - Su conocimiento de estadística y probabilidad avanzada (no escolar).
 - Su conocimiento de matemática avanzada (no escolar).
 - Su conocimiento sobre la didáctica de la estadística y la probabilidad.
 - Su conocimiento sobre la didáctica de la matemática (no estadística).
16. ¿Conoce alguno o algunos de los ítems de estadística en las evaluaciones PISA o TIMSS? En caso afirmativo, ¿los ha utilizado alguna vez en sus clases?
17. ¿Conoce los estándares curriculares de estadística en la educación secundaria de algún otro país? En caso afirmativo, ¿de cuál o cuáles?

18. Respecto a la asignatura que más veces ha impartido en ESO, ¿qué asignatura es (curso/opción)?
19. Respecto a esa asignatura de ESO, ¿tiene en su programación incluido un libro de texto?
20. Si ha respondido que sí, ¿a qué editorial pertenece?
21. Si ha respondido que sí, ¿qué porcentaje de tiempo diría que lo utiliza durante sus clases?
22. Respecto a la asignatura de matemáticas que más veces ha impartido en Bachillerato, ¿qué asignatura es (curso/opción)?
23. Respecto a esa asignatura de Bachillerato, ¿tiene en su programación incluido un libro de texto?
24. Si ha respondido que sí, ¿a qué editorial pertenece?
25. Si ha respondido que sí, ¿qué porcentaje de tiempo diría que lo utiliza durante sus clases?
26. Indique en qué curso o cursos utiliza el pictograma.
27. Indique en qué curso o cursos utiliza el gráfico de puntos (*dotplot*).
28. Indique en qué curso o cursos utiliza el gráfico de barras.
29. Indique en qué curso o cursos utiliza la poligonal de frecuencias.
30. Indique en qué curso o cursos utiliza el gráfico de sectores.
31. Indique en qué curso o cursos utiliza el histograma.
32. Indique en qué curso o cursos utiliza el gráfico de burbujas (*bubble chart*).
33. Indique en qué curso o cursos utiliza el gráfico de dispersión (nube de puntos).
34. Indique en qué curso o cursos utiliza la nube de términos (*tag cloud*).
35. Indique en qué curso o cursos utiliza el diagrama de cajas y bigotes (*boxplot*).
36. Indique si utiliza otros gráficos no mencionados anteriormente y, si es posible, diga cuáles y en qué curso o cursos los utiliza.
37. ¿En qué proporción de sus clases de estadística utiliza los siguientes contextos?
 - Situaciones cotidianas o reales (proyectos, medios de comunicación, etc.).
 - Materiales manipulativos (físicos).
 - Juegos (juegos estructurados, es decir no jugar con manipulativos).
 - Recursos tecnológicos (incluyendo manipulativos virtuales).
 - Libros de texto u otro material impreso.
38. Enumere qué problemas o dificultades encuentra, desde el punto de vista de su conocimiento como profesor/a, en la enseñanza de la estadística.
39. Enumere qué problemas o dificultades encuentra su alumnado en el aprendizaje de la estadística.
40. ¿Considera que los problemas y dificultades descritos arriba son similares o diferentes a los que encuentra en el resto de los bloques de matemáticas? ¿Por qué?