

Presente y futuro de las sociedades de investigación en educación estocástica en España y México

Present and future of stochastic education research societies in Spain and Mexico

Laura Muñoz-Rodríguez ¹ 

Francisco Sepúlveda ² 

María M. Gea ³ 

Jaime I. García-García ⁴ 

Resumen

La educación estocástica es una disciplina clave en el siglo XXI por su impacto en la toma de decisiones y el análisis de datos. Este estudio examina el estado actual de la educación estocástica en España y en México, analizando investigaciones de los últimos diez años, con el fin de fortalecer la colaboración entre las sociedades de investigación SEIEM y SOMIDEM. En ambos países, la investigación en educación estocástica ha abordado principalmente la comprensión de conceptos estadísticos y probabilísticos en el alumnado, la formación del profesorado y el análisis de materiales curriculares. Predomina el estudio de la estadística sobre la probabilidad, y se detectan áreas poco exploradas, como la combinatoria o el uso de la tecnología en la enseñanza. La educación estocástica avanza en ambas sociedades al promover iniciativas para estructurar programas de investigación y para fortalecer los lazos de colaboración académica internacional.

¹ munizlaura@uniovi.es

Universidad de Oviedo (SEIEM)

² francisco.sepulveda@cinvestav.mx

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (SOMIDEM)

³ mmgea@ugr.es

Universidad de Granada (SEIEM)

⁴ jaime.garcia@umce.cl

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (SOMIDEM)

Muñoz-Rodríguez, L., Sepúlveda, F., Gea, M.M., & García-García, J.I. (2025). Presente y futuro de las sociedades de investigación en educación estocástica en España y México. E. Flores-Medrano, M. Molina, I. Sandoval, & I. Polo-Blanco (Eds.), *Educación Matemática en México y España: Investigaciones y líneas de trabajo compartidas* (pp. 199–225). Editorial SOMIDEM - SEIEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S2/2025/03-08>

Palabras clave

Combinatoria, educación estocástica, estadística, probabilidad, sociedades de investigación.

Abstract

Stochastic education is a key discipline in the 21st century because of its impact on decision making and data analysis. This study examines the current state of stochastic education in Spain and Mexico, analyzing research from the last ten years, in order to strengthen the collaboration between the research societies SEIEM and SOMIDEM. In both countries, research in stochastic education has mainly addressed the understanding of statistical and probabilistic concepts in students, teacher training and the analysis of curricular materials. The study of statistics predominates over probability, and areas such as combinatorics or the use of technology in teaching have been little explored. Stochastic education is advancing in both societies by promoting initiatives to structure research programs and to strengthen international academic collaboration ties.

Keywords

Combinatorics, stochastic education, statistics, probability, research societies.

Introducción

La estadística y la probabilidad desempeñan un papel central en el siglo XXI, caracterizado por el manejo masivo de datos, la toma de decisiones informadas y la comprensión de fenómenos complejos en diversos ámbitos como la ciencia, la economía y la educación. A medida que cambian las formas de comunicación y las maneras de presentar y recibir datos, también cambia el conocimiento estadístico que los ciudadanos requieren en su cotidianidad (Wild, 2017). Por ende, estas disciplinas no solo son fundamentales para la investigación científica, sino también para el desarrollo del pensamiento crítico y el análisis riguroso de la información en la vida cotidiana. En el ámbito educativo, su enseñanza y aprendizaje han cobrado relevancia debido a la necesidad de formar ciudadanos capaces de leer, analizar e interpretar datos, así como comprender la incertidumbre inherente a muchos procesos sociales y naturales.

La estadística es una disciplina distinta de las matemáticas y existen diferencias importantes en la forma en que se deben enseñar ambas disciplinas (Cobb & Moore, 1997). Al hacer matemáticas, los estudiantes pueden operar en completa abstracción; esto no ocurre en la indagación estadística. En la indagación estadística, según los Lineamientos para la Evaluación y Enseñanza en Educación Estadística, Reporte GAISE II [Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education], los estudiantes deben participar en un proceso de investigación que incluye formular preguntas estadísticas, recopilar o considerar los datos, analizar los datos e interpretar

los resultados (Bargagliotti et al., 2020). Tres características que distinguen la estadística de las matemáticas son la consideración del contexto, la omnipresencia de la variabilidad y la inferencia. Para atender estas tres características, la estadística hace uso de la probabilidad.

El grupo de investigación Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria (DEPC) de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM) y el Grupo de Trabajo Temático 3: Enseñanza y Aprendizaje de Estocásticos (GTT3) de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática (SOMIDEM) han generado aportes significativos al estudio de la educación estocástica, considerando los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística, la probabilidad y la combinatoria. Sus investigaciones han contribuido a identificar buenas prácticas, desafíos pedagógicos y estrategias didácticas innovadoras en diferentes niveles educativos. No obstante, a pesar de las sinergias y coincidencias en sus objetivos y enfoques, los trabajos conjuntos entre ambas sociedades han sido escasos. Al respecto, se reconoce como un punto de encuentro entre ambas sociedades la invitación realizada en 2015 al Dr. Ernesto Sánchez al XIX Simposio de la SEIEM por la Dra. Carmen Batanero (Sánchez & Valdez, 2015).

Con el objetivo de fortalecer los lazos entre la SEIEM y la SOMIDEM, a continuación, se presentan los resultados de un análisis documental sobre el estado actual de la investigación y las líneas futuras de cada una de las sociedades. Este capítulo representa un esfuerzo por fomentar un intercambio de perspectivas que promueva la colaboración académica e investigativa internacional. Se busca impulsar un diálogo enriquecedor que fortalezca la educación estocástica en ambos contextos y ofrezca una visión integral para enfrentar los retos del siglo XXI.

Para establecer el estado actual de cada grupo de investigación, se llevó a cabo una revisión sistemática de las contribuciones realizadas por los miembros de ambas sociedades en los últimos 10 años, 2015-2024, en las revistas *Avances de Investigación en Educación Matemática* (AIEM) y *Revista Educación Matemática* (REM), así como en las actas de los congresos de la SEIEM y de la SOMIDEM, considerando únicamente las comunicaciones. Para la recolección de datos sobre tesis doctorales realizadas en dicho periodo, se solicitó, por correo electrónico, a los miembros del GTT3 información al respecto. En el caso del grupo DEPC, se consultó el repositorio digital de tesis de la SEIEM. Además, se pidió a los miembros de los grupos de investigación de ambas sociedades información sobre las tesis doctorales en desarrollo y las líneas de investigación en las que trabajan o prevén trabajar en el futuro.

Para el análisis documental de las contribuciones seleccionadas, se siguió una metodología cualitativa de tipo descriptiva (Cohen et al., 2017); en

particular, se utilizó la técnica de análisis de contenido (Bernete, 2013). La muestra de documentos, seleccionados por un muestreo no probabilístico por conveniencia, está conformada por 111 contribuciones, tanto en las revistas como en las actas de los congresos mencionados, y 29 tesis doctorales defendidas. Además, se consideró la información recopilada respecto a las tesis doctorales en desarrollo y futuras líneas de investigación.

El procedimiento de análisis se realizó en tres etapas. En primer lugar, se seleccionaron las contribuciones relacionadas exclusivamente con educación estocástica tomando en cuenta la localización geográfica de los autores, para considerar aquellos estudios relacionados con España y México, así como su adscripción como miembros de la SEIEM y la SOMIDEM. En segundo lugar, se realizó el análisis de contenido de las contribuciones identificadas, considerando como variables de análisis: el objeto de estudio, el ámbito (alumnado, profesorado, material curricular) y el nivel educativo. En tercer lugar, mediante un proceso cíclico e inductivo, se extrajo la información de acuerdo con las variables de análisis; para garantizar la fiabilidad de este proceso se realizó la comparación sistémica de los resultados del análisis realizado por cada uno de los autores y, en caso de desacuerdo, se analizó nuevamente hasta llegar a un consenso. Conviene señalar que, durante todo el proceso de elaboración de este capítulo, las y los autores tomaron decisiones metodológicas consensuadas que delimitaron su alcance, para lo cual se realizaron varias reuniones en videoconferencia. Dado el espacio limitado de este trabajo, no fue posible incluir todas las referencias, pero se ha procurado realizar una selección representativa del panorama analizado. A continuación, se dan a conocer los principales hallazgos del estudio.

Estado actual de la investigación

La investigación en educación estocástica en España

En los últimos diez años, se han defendido 17 tesis doctorales sobre educación estocástica en España, que reflejan un panorama diverso y multidimensional en la investigación en este campo, tanto por su temática como por el ámbito en el que se desarrollan.

Un total de 9 de estas tesis doctorales centran su atención en el alumnado, considerando en algunos casos más de una etapa: Educación Primaria (4), Secundaria y Bachillerato (6) y Educación Superior (1). Todas ellas analizan la comprensión del alumnado respecto a conceptos como los gráficos estadísticos (Díaz-Levicoy, 2018) o el razonamiento probabilístico (Hernández-Solís, 2024; Nettle-Valenzuela, 2019) en Educación Primaria, el tratamiento de datos, el razonamiento lógico y la estadística descriptiva (Pitarch-Andrés, 2016), el razonamiento probabilístico (Hernández-Solís, 2024; Nettle-Valenzuela, 2019), las medidas de dispersión (del Pino-Ruiz, 2019), las tablas estadísticas (Díaz-Pallauta, 2022) o el muestreo (Begué,

2019; Ruiz-Reyes, 2020) en Educación Secundaria y Bachillerato, y el análisis de la varianza (Vera, 2015) en Educación Superior. Estas investigaciones permiten, además, identificar y clasificar los principales conflictos semióticos en torno a estos conceptos.

Las investigaciones sobre el profesorado ocupan también un lugar destacado en el conjunto de tesis doctorales analizadas. De estas, 5 se centran en profesorado en formación desde Educación Infantil hasta Secundaria y Bachillerato, y 2 en profesorado de Educación Primaria y Secundaria en activo. En este contexto, se investiga el conocimiento matemático y pedagógico de estos sujetos, así como sus creencias, para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en general (Anasagasti-Aguirre, 2019; Franco, 2024; Ricart-Aranda, 2021), o en aspectos más específicos relacionados con los recursos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje del azar y la probabilidad (Marrero-Santana, 2017), la creación y resolución de problemas de probabilidad (Alonso-Castaño, 2021), o el conocimiento didáctico-matemático sobre inferencia estadística (López-Martín, 2021). Estas investigaciones revelan la importancia de preparar a los futuros docentes con herramientas sólidas y prácticas que puedan aplicar en el aula y de actualizar la formación del profesorado en activo con el fin de asegurar una enseñanza coherente con las demandas educativas actuales en lo que se refiere a la educación estocástica.

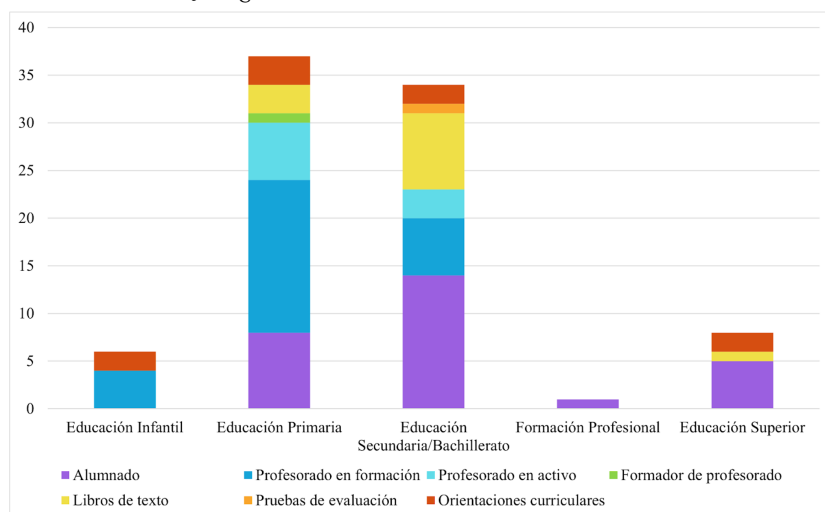
Los documentos y materiales curriculares, como los libros de texto y las pruebas de acceso a la universidad, han sido objeto de estudio en 5 tesis, con un énfasis particular en la etapa de Educación Secundaria y Bachillerato. Algunas de estas investigaciones analizan, de forma global, la influencia de estos elementos en el currículo real frente al oficial (Díaz-Díaz, 2017), mientras que otras plantean un enfoque más específico, al evaluar cómo se trabajan las medidas de dispersión (del Pino-Ruiz, 2019), la inferencia estadística (López-Martín, 2021), las tablas estadísticas (Díaz-Pallauta, 2022) o la probabilidad (Cotrado-Mendoza, 2024) en estos ámbitos curriculares. En general, se detecta una mayor investigación en lo que se refiere a la didáctica de la estadística (con 10 tesis doctorales), frente a la didáctica de la probabilidad (5 tesis doctorales), habiendo 2 tesis que abordan ambos ámbitos. Conviene señalar que ninguna tesis defendida en los diez últimos años atiende la didáctica de la combinatoria.

Como resultado de la búsqueda realizada, se identificaron un total de 78 documentos con autoría o coautoría española. De estos, 20 corresponden a artículos publicados en AIEM, 15 en REM, y 43 en actas de SEIEM. Estos datos destacan la contribución de la comunidad investigadora española en el ámbito de difusión analizado. Algunos de estos trabajos suponen la difusión en abierto de los resultados de las tesis doctorales comentadas con anterioridad, en particular, 3 de AIEM, 2 de REM y 7 de actas de SEIEM.

Al igual que las tesis doctorales, los 78 trabajos de investigación analizados se distribuyen de manera diversa según el ámbito al que van dirigidos. Un número significativo de trabajos se enfoca en el alumnado (28 documentos), seguido de los dirigidos al profesorado en formación (23 documentos) y en menor medida al profesorado en activo (9 documentos). Esto refleja un interés predominante por el desarrollo y aprendizaje de los estudiantes, así como por la formación inicial de los docentes. En cuanto a los materiales y recursos didácticos, los libros de texto están presentes en 12 documentos, mientras que las orientaciones curriculares y las pruebas de evaluación tienen una representación más limitada, con 7 y 1 documento, respectivamente. Este patrón podría indicar un enfoque menor en la investigación sobre herramientas curriculares específicas. Por etapa educativa, se observa una mayor concentración en la Educación Primaria y Secundaria. Las etapas de Educación Infantil, Superior y Formación Profesional muestran una representación más reducida, sugiriendo áreas de oportunidad para investigaciones futuras. La Figura 1 resume esta clasificación. Conviene señalar que al sumar las frecuencias se obtiene un valor superior a 78, ya que 8 trabajos abarcan más de un nivel.

Figura 1

Distribución de trabajos según el ámbito



A la hora de analizar el objeto de estudio en cada uno de estos ámbitos, nos encontramos con resultados similares a los de las tesis doctorales, razón por la cual solo se citarán aquellas líneas no tratadas con anterioridad. Se observa, en muchos casos mayor énfasis en el contenido matemático, más que en el pedagógico o didáctico del contenido. La mayoría de las investi-

gaciones sobre el alumnado se centran en la comprensión de conceptos relacionados con la estadística y la probabilidad, lo que evidencia un interés predominante por el desarrollo del pensamiento estocástico en los estudiantes. Los temas pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Comprensión de conceptos estadísticos relacionados con la estadística descriptiva, en particular, media aritmética, mediana y medidas de asociación (Molero et al., 2019), los conflictos semióticos en la interpretación de parámetros como la mediana (Madrid et al., 2022), aspectos relativos a la inferencia estadística, como los intervalos de confianza (Roldán López de Hierro et al., 2020), y el uso de la tecnología para el análisis de datos (Cujba & Pifarré, 2023).
- Comprensión de conceptos relativos a la probabilidad, desde la noción general de razonamiento probabilístico en situaciones como la interpretación de noticias (Lavela et al., 2021), hasta conceptos más específicos como la probabilidad condicionada y conjunta (Huerta & Arnau, 2017) o el empleo del lenguaje en situaciones de azar (Vásquez-Ortiz & Alsina, 2016).
- Comprensión de conceptos relativos a la combinatoria, en particular, un análisis de las estrategias de resolución de problemas de permutaciones sin repetición (González-Ruiz & García-Moya, 2023).

En definitiva, se aprecia un predominio de trabajos sobre estadística descriptiva, interpretación gráfica y probabilidad. Si bien la mayoría se centra en la comprensión conceptual, puntualmente se abordan dimensiones metodológicas, como el uso de software y el trabajo colaborativo. Varios trabajos señalan dificultades de los estudiantes al interpretar representaciones estadísticas y probabilísticas (conflictos semióticos), lo que apunta a una necesidad de enfoques didácticos que aborden explícitamente estas problemáticas. Aunque minoritarios, algunos trabajos abordan áreas complementarias, como el uso del lenguaje en contextos de azar y el impacto de la metodología o el uso de tecnología. El estudio de los diferentes conceptos se ajusta al nivel educativo en el que se ubican según las orientaciones curriculares del contexto donde se llevó a cabo la investigación.

Los trabajos centrados en el profesorado en formación abordan principalmente el conocimiento conceptual y didáctico relacionado con la estadística y la probabilidad, así como las competencias necesarias para su enseñanza. En el área de la estadística, las investigaciones examinan aspectos específicos, como la distinción entre las categorías de una variable y las frecuencias absolutas (Izagirre et al., 2023). Otras desarrollan un enfoque más amplio, atendiendo a la evaluación de la cultura estadística y el sentido estadístico del profesorado en formación (Molina-Portillo et al., 2020), que abarcan tanto el dominio conceptual como el impacto de factores socioafectivos en la enseñanza. En lo que se refiere al conocimiento y dificultades relacio-

nadas con la probabilidad, algunos trabajos se centran en la capacidad de los maestros en formación para diseñar problemas que involucren el razonamiento proporcional a partir de una situación en contexto probabilístico (Tizón-Escamilla et al., 2024) o en el uso del sesgo de equiprobabilidad, una dificultad frecuente entre los futuros docentes (Cardenoso et al., 2017). Además del conocimiento técnico, varios estudios investigan la formación pedagógica y didáctica de los futuros profesores, como su capacidad para enseñar probabilidad y estadística (Muñiz-Rodríguez et al., 2021). También se diseñan instrumentos para evaluar su actitud hacia la probabilidad (Estrada & Batanero, 2015). En síntesis, las investigaciones en este ámbito se centran en analizar si los futuros docentes tienen una sólida base conceptual y didáctica, necesaria para enseñar estadística y probabilidad. Sin embargo, también consideran aspectos contextuales y emocionales que influyen en este proceso de enseñanza, reflejando la necesidad de desarrollar un enfoque integral en la formación docente.

El análisis de los trabajos centrados en el profesorado en activo revela que la investigación está orientada, principalmente, hacia el conocimiento y las actitudes relacionadas con la probabilidad, con una menor representación de temas centrados exclusivamente en la estadística. Algunos de estos estudios destacan cómo el conocimiento y las actitudes del profesorado pueden influir en sus prácticas pedagógicas (Vásquez et al., 2023), otros proponen herramientas y estrategias didácticas para mejorar la enseñanza de la estadística y la probabilidad, abordando así las necesidades identificadas en la investigación previa.

Otro eje de investigación clave, aunque con una representación menor, se desarrolla en el ámbito de los libros de texto. Estos trabajos se centran en cómo estos materiales abordan los conceptos de estadística y probabilidad, con especial atención a las representaciones gráficas, el lenguaje utilizado y los contextos de los problemas. En el ámbito estadístico, se analiza, por ejemplo, cómo se presentan y trabajan los gráficos estadísticos (García-Alonso, 2021) y los niveles de lectura asociados (Arteaga et al., 2021) o se explora la medida en que los problemas de inferencia sobre la media están contextualizados en situaciones propias del ámbito de aplicación (González-Ruiz et al., 2018).

El tratamiento de la probabilidad también es objeto de varias investigaciones, destacando cómo los libros de texto definen y presentan los enfoques clásicos y frecuenciales de la probabilidad, así como su contextualización en problemas prácticos, y se estudia el lenguaje empleado para explicar los conceptos de probabilidad y cómo este puede influir en la comprensión de los estudiantes (Ortiz et al., 2016). Como eje transversal a la estadística y la probabilidad aparece el análisis del lenguaje y los contextos utilizados en los libros de texto. En general, los resultados destacan la importancia de mejorar

los libros de texto para abordar conflictos semióticos y promover una enseñanza más significativa y comprensible.

El ámbito anterior se complementa con investigaciones que estudian la presencia de la estadística y la probabilidad en las orientaciones curriculares. Aunque menos numerosos, estos trabajos también abarcan, específicamente, cómo se presentan conceptos clave como los significados de la probabilidad (Cotrado et al., 2022), el muestreo, los gráficos estadísticos o la complejidad semiótica de las tablas estadísticas, destacando la necesidad de un enfoque más coherente que favorezca su enseñanza y comprensión.

Además, existen 2 trabajos que abordan otros ámbitos: uno sobre las pruebas de acceso a la universidad, en particular, se analizan los problemas de probabilidad que aparecen en las evaluaciones nacionales españolas (López-Martín et al., 2016), y otro sobre el conocimiento del formador sobre razonamiento inferencial informal (Pascual et al., 2024). La escasa investigación publicada en las fuentes consideradas en los últimos diez años en estos dos ámbitos parece indicar la necesidad de explorar ambos contextos en mayor detalle.

Se observa que algunas temáticas se han investigado desde todos los ámbitos considerados. Es el caso, por ejemplo, del tratamiento de los gráficos y representaciones estadísticas. Tanto en el alumnado como en el profesorado (en formación y en activo), en los libros de texto y en las orientaciones curriculares, se investigan aspectos relacionados con la lectura, interpretación y uso de gráficos estadísticos. Este tema incluye análisis de niveles de lectura, conflictos semióticos, estrategias didácticas y adecuación del lenguaje o del contexto, reflejando su relevancia transversal en la investigación en educación estocástica en España.

Al igual que ocurría con las tesis doctorales, las publicaciones en las revistas AIEM y REM y en las actas de SEIEM relacionadas con la didáctica de la estadística (42 en total) casi duplican las relativas a la didáctica de la probabilidad (28), habiendo 6 dedicadas al sentido estocástico en general y solo 2 a combinatoria. Además, se aprecia un enfoque mayoritario en aspectos relativos al conocimiento o las creencias de los distintos sujetos o las metodologías para la enseñanza de la estadística o la probabilidad. Sin embargo, apenas existen trabajos de investigación, en las fuentes consultadas, cuyo objetivo sea la evaluación o el uso de la tecnología.

Conviene indicar que, si bien tanto las tesis doctorales como los trabajos publicados son de autoría o coautoría española, no todas consideran una muestra en el contexto español. Aunque España es la localización geográfica mayoritaria de los estudios analizados (55), también predominan los trabajos en el ámbito chileno (17). Otros países menos representados son Argentina, Australia, Costa Rica, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Perú, Portugal y Singapur.

La investigación en educación estocástica en México

En México, en los últimos 10 años, se han defendido 12 tesis doctorales sobre enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y la estadística dirigidas por algunos miembros del GTT3 de la SOMIDEM. Como ya se mencionó, la información de estas se obtuvo por correo electrónico, ya que dicha sociedad no cuenta con un repositorio de tesis.

De estos estudios doctorales, 8 enfocan su atención en el alumnado de Bachillerato (7) y Educación Superior (1). Con respecto al foco de estudio, 3 se centran en el desarrollo del razonamiento inferencial informal, considerando temas como el contraste de hipótesis (García-Ríos, 2017), la correlación y la regresión lineal (Medina, 2021; Morgado, 2023); 4 se enfocan en el razonamiento probabilístico, considerando el enfoque clásico y frecuencial de la probabilidad (Martínez, 2021), la variabilidad, la aleatoriedad, la independencia (Valdez, 2016), la distribución binomial (García-García, 2017), el muestreo y la distribución muestral (Silvestre, 2019). El único estudio desarrollado en Educación Superior se enfoca en proponer un marco conceptual para analizar el razonamiento de los estudiantes frente a situaciones inferenciales (Tobías-Lara, 2019).

Las 4 tesis doctorales restantes centran su atención en el profesorado. De estas, 1 se enfoca en futuras profesoras de Telesecundaria (modelo de enseñanza que combina la educación a distancia con la educación presencial), 2 en profesores universitarios en servicio, y 1 en formadores de docentes de Educación Secundaria. En esta línea, se indaga sobre las características de la enseñanza y evaluación de la estadística en cursos introductorios que imparten profesores en diferentes carreras universitarias (Rivera, 2024), se analiza la implementación de proyectos estadísticos como estrategia para el aprendizaje de futuras profesoras de Telesecundaria (Santana, 2020), así como la influencia de las decisiones del profesorado, tomadas fuera del contexto del aula, en la enseñanza-aprendizaje de la probabilidad (Rodríguez, 2020). Cabe destacar que, en el estudio con formadores de docentes, se fomenta el trabajo interdisciplinar a través de la planificación de un proyecto estadístico (Espino, 2023).

En general, se observa un predominio de estudios doctorales en Bachillerato y Educación Superior, enfocados en educación estadística (8 tesis) y en educación probabilística (4 tesis), con énfasis en promover el razonamiento estocástico. Es importante destacar que en ninguna tesis doctoral se atiende la Educación Infantil y Primaria, así como el estudio de documentos y materiales curriculares en México, en los últimos 10 años.

A partir de la búsqueda realizada, se encontró un total de 33 documentos, todos con participación de autores o coautores pertenecientes a la SOMIDEM. De estos, 13 son artículos, 9 publicados en la REM y 4 en la revista AIEM. En relación con publicaciones en actas, se identificaron 7 y 13 en actas de la

SOMIDEM y SEIEM, respectivamente. Algunos de estos trabajos representan la publicación de los resultados de las tesis doctorales previamente mencionadas, específicamente 2 en REM, 1 en AIEM, 1 en actas de SOMIDEM y 5 en actas de SEIEM. Estos resultados evidencian la participación de miembros de la SOMIDEM en el simposio de la SEIEM, así como la aportación de la comunidad mexicana a la educación estocástica.

Entre los 33 documentos analizados, 17 tienen como ámbito de estudio a estudiantes de Bachillerato (Educación Media), lo que representa aproximadamente la mitad de estos. En contraste, solo se encontró un estudio enfocado en estudiantes de Educación Preescolar y ninguno en estudiantes de Educación Primaria o Secundaria.

El único estudio con estudiantes de Educación Preescolar se centra en el tratamiento de la información y toma de decisiones a partir de la misma (Laguna & Block, 2020). De los estudios enfocados en estudiantes de Bachillerato, la gran mayoría (15 de 17) se centran en analizar o caracterizar su razonamiento. Los temas que tocan estos estudios son experiencias aleatorias (Sánchez et al., 2019), razonamiento probabilístico (Sánchez & Valdez, 2015; Sánchez et al., 2016), variabilidad (Orta & Sánchez, 2018), muestreo y distribución muestral (Silvestre et al., 2022), distribución binomial (Sánchez y Carrasco, 2018), intervalos aleatorios (Jiménez & Sánchez, 2024; Martínez-Pérez & Sánchez, 2018), pruebas estadísticas (Sánchez et al., 2017; Sepúlveda & Sánchez, 2023; Silvestre & Sánchez, 2016), regresión y recta de mejor ajuste (Morgado & Sánchez, 2024). Solamente 2 estudios se centran en las actitudes de los estudiantes hacia la estadística (Salinas & Mayén, 2015; 2016).

Cinco trabajos se realizaron con estudiantes universitarios. Los temas de interés son similares a los de los estudios en Bachillerato. De nuevo aparece el razonamiento sobre temas como probabilidad de eventos simples y compuestos en un ambiente de modelación computacional (Inzunza, 2017), diagramas de dispersión (Inzunza, 2016; Inzunza & Ward, 2015) y distribuciones muestrales (Inzunza e Islas, 2019). Destaca un único trabajo sobre el desarrollo del pensamiento estadístico a través de proyectos de investigación (Del-Callejo-Canal et al., 2020).

Se identificaron 2 estudios con profesores en formación, los cuales se centran en la dispersión (Orta et al., 2015) y la alfabetización estadística (Serrano e Inzunza, 2024). En cuanto al profesorado en activo, se identificaron 4 estudios: uno enfocado en profesores de Educación Secundaria sobre el dominio en tópicos de estocástica elemental (Cuevas & Ramírez, 2018), y dos con docentes de Bachillerato, uno explora cómo los profesores de matemáticas desarrollan lecciones que promueven la comprensión de los estudiantes de la distribución normal (Salinas et al., 2018) y otro analiza las explicaciones de profesores que dan a concepciones de estudiantes cuando

trabajan pruebas de significación (Sepúlveda & Sánchez, 2024). Finalmente, se identificó un estudio con docentes universitarios, enfocado en analizar sus concepciones y creencias sobre la enseñanza de la estadística (Eudave, 2024).

Por otro lado, entre los trabajos que no se centraron en estudiantes ni en profesores, se identificó un estudio centrado en el análisis de libros de texto de Educación Primaria, específicamente en las tareas que involucran gráficos estadísticos (Morales-García et al., 2022), y dos enfocados en el estudio curricular sobre la formación docente de Educación Secundaria; en concreto, uno se centra en el análisis del programa de estudio del curso denominado Pensamiento Estocástico (Elizarrarás, 2024) y otro en los elementos del razonamiento estadístico en el currículo de formación inicial del profesor de matemáticas (Verástegui et al., 2024). Un último estudio se consideró de corte teórico, en el que se presenta un acercamiento a la noción de sentido probabilístico desde una revisión de literatura (Fernández & García-García, 2024).

En resumen, al igual que en los estudios doctorales, se observa una notable superioridad numérica de investigaciones en el nivel bachillerato, seguido por el nivel universitario. Asimismo, se identifica una carencia de estudios en niveles básicos. Destaca nuevamente la desproporción entre investigaciones en el ámbito de la probabilidad en comparación con la estadística. En cuanto al objeto de estudio, el razonamiento de los estudiantes es el tema más investigado, seguido de algunas investigaciones puntuales sobre las creencias y actitudes de estudiantes y docentes. Además, un número reducido de estudios analiza el currículo, especialmente en niveles básicos. Desde una perspectiva metodológica, resalta la escasez de investigaciones que utilizan la observación de clase como fuente principal de datos, así como la falta de estudios sobre combinatoria y sobre la evaluación del conocimiento estocástico. Estas últimas representan áreas de oportunidad para la SOMIDEM.

Iniciativas en desarrollo

En la actualidad, ambas sociedades siguen impulsando el campo de investigación en educación estocástica al reunir, al menos una vez al año coincidiendo con el evento anual que celebra cada sociedad, a investigadores y demás interesados en didáctica de la estadística, probabilidad y combinatoria. En estas reuniones científicas se presentan y discuten líneas o proyectos de investigación en desarrollo, se valoran tendencias o nuevas problemáticas de interés y se establecen colaboraciones para la consecución de objetivos que fortalezcan el área. En los siguientes apartados se resumen las iniciativas que están desarrollando investigadores en cada sociedad, según la información que nos suministraron, en respuesta a nuestra petición, a propósito del presente trabajo.

Planes de investigación en educación estocástica en España

En el XXVII Simposio de la SEIEM se evidencia el creciente interés y dedicación a la investigación en educación estocástica en España, pues de las 18 contribuciones presentadas, 8 corresponden a comunicaciones, lo que supera la media (6,38) de comunicaciones por año que obtienen De la Fuente y Garrido-Martos (2024) al considerar las ediciones celebradas entre 2010 y 2023. Cabe destacar que las autoras en su estudio no diferencian la procedencia de sus autores, que sí hemos considerado en este trabajo; sin embargo, en 2024, no hubo contribución de miembros de SOMIDEM al simposio de SEIEM.

En las recientes reuniones que han mantenido los miembros del grupo DEPC de la SEIEM se han delimitado problemáticas y propuesto líneas que atender, promoviendo la creación de redes de investigación que impulsen la educación estocástica en España. De las líneas propuestas, que actualmente se desarrollan, se encuentran el diseño, implementación, evaluación y análisis de tareas o propuestas de enseñanza y aprendizaje sobre sentido estocástico, dirigidas tanto al alumnado como a la formación docente (inicial o continua). Estas cubren cualquier etapa educativa, se encuentran abiertas a la colaboración, y las redes que se han establecido se extienden, incluso, a investigadores a nivel internacional.

En cuanto a las tesis doctorales o proyectos de investigación (con o sin financiación) que actualmente se desarrollan, considerando la información recibida por los miembros del grupo DEPC de la SEIEM, la etapa menos atendida es la Educación Infantil, pues solo tenemos información del desarrollo de dos tesis doctorales, que se desarrollan en la Universidad de Girona. En una de ellas se aborda el sentido estocástico, mediante el diseño y validación de una trayectoria hipotética de aprendizaje dirigida a la etapa de cero a ocho años. En la otra se analizan las relaciones entre el ambiente en el hogar, la autorregulación y la matemática informal en niños de entre 4 y 5 años, con una especial atención al pensamiento probabilístico.

Para la etapa de Educación Primaria tenemos información de 4 tesis doctorales en desarrollo, una en estadística y el resto sobre muestreo, inferencia y otra vinculando la alfabetización en datos y la probabilidad. La primera se desarrolla en la Universidad de Girona, y trata de caracterizar el aprendizaje de la estadística en alumnado de entre 9 y 11 años en diferentes contextos (resolución de situaciones problema reales de acuerdo con la necesidad de los estudiantes, libros de texto y herramientas tecnológicas). En la Universidad de Granada se busca evaluar y desarrollar el conocimiento y competencia didáctico-matemática del profesorado en formación inicial en muestreo. El resto se desarrollan en la Universidad de Oviedo. En una se estudian tareas sobre razonamiento inferencial informal y los rasgos que las caracterizan, indagando en el conocimiento que manifiesta el profesorado

en formación a la hora de diseñarlas. En cuanto a la alfabetización en datos y la probabilidad, se considera el diseño, implementación y evaluación de situaciones de aprendizaje que aporten conocimiento sobre el desenvolvimiento tanto del profesorado como del alumnado, prestando especial atención al significado subjetivo y la relación entre ambos conceptos.

Por otra parte, en lo que se refiere a la probabilidad, en la Universidad de Oviedo se continúa la línea de investigación de Alonso-Castaño (2021), mediante un estudio comparado sobre el conocimiento matemático para su enseñanza entre España y Ankara; y se atiende a nuevas líneas de investigación en atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo y sobre el concepto de espacio muestral.

En la etapa de Educación Secundaria se desarrollan 6 tesis doctorales, una de ellas en sentido estocástico, otra en estadística y 4 en probabilidad. En la Universidad de Cádiz se abordan tanto la estadística como la probabilidad, mediante el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje con un enfoque STEM (siglas en Science, Technology, Engineering, and Mathematics – Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Para la estadística, en la Universidad de Oviedo se busca analizar el uso de la tecnología en su enseñanza y aprendizaje mediante el diseño y análisis de una intervención didáctica.

En cuanto a la probabilidad, en la Universidad de La Laguna se centra la atención en la esperanza matemática, según el tratamiento de la incertidumbre, la toma de decisiones y el riesgo. En la Universidad de Zaragoza se pretende identificar saberes clave para diseñar una propuesta de enseñanza y aprendizaje idónea en probabilidad condicional, considerando las dificultades asociadas a su aprendizaje. En la Universidad de Granada, se realizan 2 tesis doctorales, una sobre el análisis de textos escolares para observar si se manifiestan cambios, según las nuevas directrices curriculares; y otra, sobre evaluar y desarrollar el conocimiento y competencia didáctico-matemática de profesorado en formación sobre probabilidad en contextos no escolares. En la formación universitaria, se está desarrollando una tesis doctoral para analizar el conocimiento del formador de profesorado, en la Universidad de Oviedo, que incluye temas como la didáctica de la estadística y probabilidad.

Atendiendo a líneas de investigación que abarcan diferentes niveles educativos, en la Universidad de Barcelona se están desarrollando propuestas de enseñanza con las que hacer realidad la interdisciplinariedad en la estocástica, la indagación como medio de enseñanza y favorecer la formación docente tanto en Educación Primaria, Secundaria como Universidad (p.ej., Freixanet et al., 2024; Hakamata et al., 2024; Verbisck et al., 2024). Se diseñan y analizan lo que se denominan Recorridos de Estudio e Investigación (REI) y se encuentran en desarrollo 2 tesis doctorales y un proyecto de investigación, que abordan tanto la formación docente inicial como continua.

En la Universidad de Granada se continúa la línea de investigación sobre sentido estocástico y razonamiento proporcional y algebraico. En particular, se centra la atención en la probabilidad y se aborda su análisis curricular; se reinterpretan las dificultades en probabilidad, según el razonamiento proporcional y algebraico implicado; y se diseñan y analizan acciones formativas para desarrollar y evaluar el conocimiento y competencia del profesorado, en Educación Primaria y Secundaria, sobre razonamiento proporcional y algebraico al trabajar en probabilidad.

También, con el foco de atención en la formación docente, diversos investigadores españoles colaboran con la Dra. Claudia Vásquez (p.ej., Vásquez et al., 2023) para integrar el sentido estocástico y la educación para el desarrollo sostenible, sobre todo, en las primeras edades.

Planes de investigación en educación estocástica en México

En el marco del primer congreso de la SOMIDEM, nace el Grupo de Trabajo Temático 3 (GTT3): Enseñanza y Aprendizaje de Estocásticos, con el propósito de promover la discusión de los problemas relacionados con la investigación y el desarrollo de la didáctica de la estocástica en México. En la primera versión del congreso, SOMIDEM1, se recibieron 9 propuestas para ser presentadas en dicho evento; para su segunda versión, SOMIDEM2, se recibieron 18 contribuciones, lo que demuestra el interés creciente de la comunidad científica por la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y la estadística.

Producto del congreso SOMIDEM1, el GTT3 (Sánchez et al., 2024) señala la construcción de un programa de investigación sobre estocásticos; en concreto, propone algunos proyectos de investigación considerando la necesidad de la elaboración de teorías e informes de investigación empírica, así como la importancia de la práctica aplicada y la contextualización dentro del salón de clases. Dentro de las líneas futuras de investigación, se propone: *a)* la indagación de propuestas de intervención educativa derivadas de los planes y programas de estudio actuales, desde Educación Preescolar hasta Superior; *b)* la investigación sobre estocásticos en Bachillerato, dada la inclusión de un curso enfocado en el desarrollo del pensamiento estocástico del alumnado; *c)* el análisis amplio del currículo, especialmente en temas de probabilidad y estadística, para formular un posicionamiento fundamentado sobre los cambios curriculares en la educación obligatoria; y *d)* la creación de un programa de investigación nacional que aborde la problemática de la enseñanza de estocásticos en los diferentes niveles educativos. Estas líneas futuras de investigación propuestas convergen con los proyectos que se encuentran en desarrollo por otros miembros de la SOMIDEM.

En el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional se encuentran en desarrollo 3

tesis doctorales: la primera enfocada en la coordinación entre una perspectiva de la distribución centrada en los datos y la distribución de modelización en bachillerato; la segunda centrada en el desarrollo de un curso para la enseñanza de Ciencia de Datos, enmarcado en las ideas conceptuales del ciclo del Proceso de Investigación de Datos (PID) dirigido a profesores de Educación Media, y la tercera indaga la enseñanza de probabilidad condicional por parte de profesores de ingeniería. En la Universidad Autónoma de Zacatecas están en desarrollo 2 proyectos de investigación: uno enfocado en la comparación de significados y en el planteamiento de perspectivas de aprendizaje del concepto y contenido matemático escolar de probabilidad; y otro sobre la línea del pensamiento y lenguaje variacional, uso de gráficas en estadística con recursos tecnológicos, etnomatemática y uso del conocimiento matemático en campos profesionales.

Mientras, en la Universidad Autónoma de Guerrero se están desarrollando estudios sobre: las ideas fundamentales estocásticas en estudiantes de Educación Media a través de la simulación de un modelo de urna; la ley de los grandes números y los enfoques de la probabilidad; y un experimento de enseñanza para fomentar las ideas fundamentales estocásticas en profesores de matemáticas en activo. Finalmente, en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, se desarrolla un seminario bajo la tutela del Dr. Ernesto Sánchez, centrado en el desarrollo del razonamiento sobre probabilidad frecuencial en estudiantes de Educación Media.

Puntos de encuentro y sinergias

Como puntos de encuentro entre la SEIEM y la SOMIDEM destacamos las diversas participaciones mexicanas en el simposio de la SEIEM, así como las publicaciones de autores mexicanos en la revista AIEM y de autores españoles en la revista REM, lo que evidencia un intercambio de trabajo entre ambas sociedades. Sin embargo, a pesar de este intercambio de conocimientos, se identificó solo un trabajo desarrollado en colaboración entre autores españoles y mexicanos (Salinas et al., 2021). En este trabajo, los autores desarrollaron un experimento de enseñanza para introducir a estudiantes de Bachillerato en nociones de probabilidad mediante el muestreo repetido en Fathom, poniendo el foco en el concepto de distribución. Cabe destacar que tampoco se registró ninguna participación de miembros de la SEIEM en el congreso SOMIDEM1.

Tanto en España como en México, se observa un interés creciente por la investigación en educación estocástica, con líneas de trabajo que incluyen el diseño y análisis de tareas de enseñanza y aprendizaje, la formación docente y el desarrollo del pensamiento probabilístico y estadístico en distintos niveles educativos. En ambos países, los grupos de investigación en didáctica de la estadística, probabilidad y combinatoria de SEIEM y SOMIDEM

promueven iniciativas para estructurar programas de investigación, lo cual refleja una base común para el intercambio académico. Además, en las dos comunidades se están impulsando estudios sobre probabilidad condicional, alfabetización estadística y probabilística, áreas en las que se podrían establecer proyectos conjuntos que integren perspectivas y contextos diversos. Una mayor colaboración entre los investigadores de ambos países, mediante redes internacionales, intercambios académicos o el desarrollo de estudios comparativos, permitiría enriquecer las metodologías y enfoques, generando sinergias que fortalezcan la educación estocástica en Iberoamérica.

Conclusiones

En este trabajo se presenta el estudio realizado sobre investigaciones en educación estocástica presentadas por miembros de las sociedades SEIEM y SOMIDEM de España y México, respectivamente. La revisión realizada es de tipo documental y se ajustó a las contribuciones de los miembros de ambas sociedades en los últimos 10 años, 2015-2024, considerando como fuentes de información los repositorios de las revistas AIEM y REM, así como las actas de los congresos de la SEIEM y de la SOMIDEM, donde solo se escogieron las comunicaciones orales para su análisis debido a la extensa información que aportaban respecto a otro tipo de contribución (póster o participación de los miembros de cada grupo de investigación en educación estocástica en las respectivas sesiones de simposios celebrados en el periodo considerado). Además, se llevó a cabo una consulta para recolectar datos sobre tesis doctorales (defendidas y en desarrollo) y planes de investigación futuros, para completar nuestra mirada hacia el estado actual de investigación en educación estocástica de cada sociedad.

Con un mismo enfoque, se describieron los resultados de nuestra investigación por los autores de ambas sociedades, organizados, en primer lugar, para ofrecer una mirada hacia la literatura desarrollada y, en segundo lugar, para proporcionar una mirada en perspectiva de futuro, lo cual nos ha permitido establecer ciertas sinergias entre ambas sociedades.

En cuanto a la dedicación a la formación en la trayectoria investigadora en el campo de investigación en educación estocástica, consideramos que es prácticamente similar en España y México, pues se han defendido 17 y 12 tesis doctorales en esta área de conocimiento, respectivamente, en los últimos diez años. En cuanto a las temáticas abordadas, se ha considerado un amplio espectro de contenidos en probabilidad y estadística en ambos países, aunque se comparte la necesidad de prestar más atención a la combinatoria. Además, destacamos que la intensidad de los temas de interés abordados difiere en ambos países, puesto que en México destacan las líneas de investigación en razonamiento inferencial informal, muestreo y modelización en variables aleatorias, mientras que en España el interés no se ha concentrado

tanto en una línea específica. Eso sí, en ambos países el centro de interés es mayoritariamente el alumnado, siguiendo con el profesorado en formación y en menor medida el profesorado en activo, sobre todo en el contexto español. Al respecto, en España se presta más atención al alumnado de las primeras edades que en México, donde la investigación se centra más en alumnado de niveles educativos superiores.

Las líneas de investigación que emprenden o desarrollan las tesis doctorales, en el periodo de análisis en nuestro estudio, son prácticamente las que identificamos en el conjunto de contribuciones analizadas en las fuentes de información consultadas. Al respecto, destacamos que en México se ha prestado menos atención al estudio de documentos y materiales curriculares que en España. Con la mirada puesta en una perspectiva de futuro, ambas sociedades evidencian el creciente interés y dedicación en la investigación en educación estocástica. Los grupos de investigación en educación estocástica en SEIEM y SOMIDEM siguen mostrando su compromiso, proponiendo iniciativas para establecer redes de investigación; en particular, este trabajo es una evidencia de ello.

Consideramos que la información que aporta este estudio nos permite establecer tendencias compartidas por ambas comunidades, por ejemplo, al detectar la dedicación a la estadística frente a la probabilidad, y en menor medida hacia la combinatoria, no solo en la elaboración de tesis doctorales sino también en las diferentes investigaciones consultadas.

Al identificar qué conocimiento se espera ofrecer a la comunidad en educación estadística, según los planes de investigación que actualmente se encuentran en desarrollo por miembros de ambas sociedades, se posibilita su encuentro. Ello no se limita a conocer esta información sino que incita al diálogo para impulsar sendas líneas en desarrollo. En particular, en ambas comunidades se está impulsando el desarrollo de estudios sobre el impacto de la tecnología en la enseñanza de la estadística, áreas en las que se podría colaborar integrando perspectivas y contextos diversos, puesto que en México se evidencia más tradición investigadora en esta línea que en España. En cuanto al estudio de materiales curriculares, España evidencia mayor tendencia investigadora que México, aunque en ambos contextos se presenta una escasa investigación sobre herramientas curriculares específicas y pruebas de acceso estandarizadas en evaluaciones nacionales. La tradición investigadora sobre el profesorado en ejercicio está más desarrollada en el contexto mexicano, por lo que una línea de investigación futura podría orientarse en fortalecer una colaboración en este sentido.

Finalmente, concluimos que las sinergias que identificamos en nuestro estudio, con base en la información descrita a lo largo de este trabajo, son una invitación al encuentro entre ambas sociedades que, sin duda, permitirán enriquecer un trabajo conjunto y potenciar el inicio de otras nuevas.

Referencias

- Alonso-Castaño, M. (2021). *El conocimiento matemático y pedagógico de los futuros maestros cuando crean y resuelven problemas de probabilidad* [Tesis doctoral, Universidad de Oviedo]. <http://hdl.handle.net/10651/61869>
- Anasagasti-Aguirre, J. (2019). *Desarrollo de la competencia estadística del futuro docente de primaria a través del aprendizaje basado en proyectos* [Tesis doctoral, Universidad del País Vasco]. <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=450996>
- Arteaga, P., Jiménez-Castro, M., & Batanero, C. (2021). Variables que caracterizan los gráficos estadísticos y las tareas relacionadas con ellos en los libros de texto de educación secundaria en Costa Rica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 20, 125–140. <https://doi.org/10.35763/aiem20.4001>
- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, S. (2020). *Pre-K–12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II): A framework for statistics and data science education*. American Statistical Association.
- Begué, N. (2019). *Comprensión del muestreo y la distribución muestral en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1812282>
- Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. En A. Lucas, & A. Noboa (Eds.), *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de los datos* (pp. 221–261). Editorial Fragua.
- Cardenoso, J. M., Moreno, A., García-González, E., & Jiménez-Fontana, R. (2017). El sesgo de equiprobabilidad como dificultad para comprender la incertidumbre en futuros docentes argentinos. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 11, 145–166. <https://doi.org/10.35763/aiem.v1i11.185>
- Cobb, G. W., & Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *The American Mathematical Monthly*, 104(9), 801–823. <https://doi.org/nhq9>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, L. (2017). *Research methods in education* (8va. Ed.). Routledge.
- Cotrado-Mendoza, B. (2024). *Idoneidad didáctica de la probabilidad en documentos normativos y materiales curriculares de Educación Secundaria. Implicaciones para la formación de profesores* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/90800>
- Cotrado, B., Burgos, M., & Beltrán-Pellicer, P. (2022). Análisis ontosemiótico de los contenidos de probabilidad en los documentos curriculares de Perú. *Educación Matemática*, 34(3), 97–131. <https://doi.org/10.24844/EM3403.04>
- Cuevas, H., & Ramírez, G. (2018). Desempeño en estocástica entre profesores de educación secundaria: un estudio exploratorio en dos regiones de Costa Rica y México. *Educación Matemática*, 30(1), 93–132. <https://doi.org/qh5w>

- Cujba, A., & Pifarré, M. (2023). Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología. *Educación Matemática*, 35(2), 196–225.
<https://doi.org/10.24844/EM3502.08>
- De la Fuente, A., & Garrido-Martos, R. (2024). El Sentido Estocástico en los simposios de la SEIEM (2010-2023). En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 185-192). SEIEM.
- Del-Callejo-Canal, D., Canal-Martínez, M., & Hákim-Krayem, M. R. (2020). Desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes de nivel superior a través de una Experiencia Educativa. *Educación Matemática*, 32(2), 194–216.
<https://doi.org/10.24844/EM3202.08>
- Del Pino-Ruiz, J. (2019). *Las medidas de dispersión en la educación secundaria obligatoria: análisis de libros de texto y de la comprensión de los estudiantes* [Tesis doctoral, Universidad de Jaén].
<https://1drv.ms/b/s!Aq-7kW4vLHTWplCfQ9WQ5aqyTVGa?e=ln6a3A>
- Díaz-Díaz, P. (2017). *La estadística y la probabilidad en los libros de texto de Bachillerato y en las pruebas de acceso a la universidad* [Tesis doctoral, Universidad de Oviedo]. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/45032>
- Díaz-Levicoy, D. (2018). *Comprensión de gráficos estadísticos por alumnos chilenos de Educación Primaria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada].
<http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/53598/29122880.pdf>
- Díaz-Pallauta, J. (2022). *Análisis de las tablas estadísticas en textos escolares y su comprensión por estudiantes de educación básica* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://hdl.handle.net/10481/77953>
- Elizarrarás, S. (2024). Análisis del curso Pensamiento Estocástico para la formación docente inicial de México. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 75–84). Editorial SOMIDEM.
<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-07>
- Espino, G. (2023). *Uso de proyectos estadísticos como una estrategia didáctica para favorecer la interdisciplinariedad: una experiencia con formadores docentes* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Estrada, A., & Batanero, C. (2015). Construcción de una escala de actitudes hacia la probabilidad y su enseñanza para profesores. En C. Fernández, M. Molina, & N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 239-247). SEIEM.
- Eudave, D. (2024). Formación estadística y metodológica desde el punto de vista de las y los profesores. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 97–105). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/qh52>

- Fernández, N. A., & García-García, J. I. (2024). Sentido probabilístico: un primer acercamiento. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 107–116). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/qh53>
- Franco, J. (2024). *Conocimientos y creencias del profesorado de educación primaria para enseñar estadística y probabilidad a partir del enfoque de los itinerarios de enseñanza de las matemáticas* [Tesis doctoral, Universidad de Girona]. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/25261>
- Freixanet, M. J., Alsina, M., & Bosch, M. (2024). ATD as an Engine for Evolution. En I. Florensa, N. Ruiz-Munzón, K. Markulin, B. Barquero, M. Bosch, & Y. Chevallard (Eds), *Trends in Mathematics. Research Perspectives CRM Barcelona. Vol 16. Extended Abstracts 2022. Proceedings of the CITAD7*. Birkhäuser. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55939-6_49
- García-García, J. I. (2017). *Razonamiento probabilístico de estudiantes de bachillerato sobre la noción de la distribución binomial* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- García-Alonso, I. (2021). Gráficos estadísticos en libros de texto de Secundaria de Ciencias. Análisis exploratorio. En P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 279–286). SEIEM.
- García-Ríos, V. (2017). *Diseño de una trayectoria hipotética de aprendizaje para la introducción y desarrollo del razonamiento sobre el contraste de hipótesis en el nivel medio superior* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- González-Ruiz, I., & García-Moya, M. (2023). Estrategias de estudiantes con autismo al resolver un problema de permutaciones sin repetición. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 24, 131–150. <https://doi.org/qh54>
- González-Ruiz, I., González- López, M. J., & González-Astudillo, M. T. (2018). Contextos médicos de los datos en problemas de inferencia sobre la media en libros de bioestadística. En L. J. Rodríguez-Muñiz, L. Muñoz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García, & A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 251–260). SEIEM.
- Hakamata, R., Fukuda, H., Otani, H., Otaki, K., Barquero, B., y Bosch, M. (2024). Potential of Brousseau's guessing game in teacher education: two complementary cases. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2321587>
- Hernández-Solís, L. A. (2024). *Influencia del razonamiento proporcional en la comparación de probabilidades y resolución de tareas probabilísticas* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/92531>
- Huerta, M. P., & Arnau, J. (2017). La probabilidad condicional y la probabilidad conjunta en la resolución de problemas de probabilidad. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 11, 87–106. <https://doi.org/qh55>

- Inzunza, S. (2016). Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61–89.
- Inzunza, S. (2017). Conexiones entre las aproximaciones clásicas y frecuencial de la probabilidad en un ambiente de modelación computacional. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 11, 69–86.
- Inzunza, S., & Islas, E. (2019). Análisis de una trayectoria de aprendizaje para desarrollar razonamiento sobre muestras, variabilidad y distribuciones muestrales. *Educación Matemática*, 31(3), 203–230. <https://doi.org/qh56>
- Inzunza, S., & Ward, S. E. (2015). Explorando el razonamiento covariacional mediante un ambiente computacional en un curso introductorio de estadística. En C. Fernández, M. Molina, & N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 317–325). SEIEM.
- Izagirre, A., Anasagasti, J., & Berciano, A. (2023). Conocimiento estadístico del futuro profesorado de educación primaria en la representación de datos. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 24, 111–130. <https://doi.org/10.35763/aiem24.4646>
- Jiménez, F., & Sánchez, E. (2024). Marco de desarrollo del razonamiento e instrumento de toma de datos sobre algunos conceptos básicos de muestreo. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 135–145). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-13>
- Laguna, M., & Block, D. (2020). Haciendo gelatinas: dos situaciones didácticas sobre la creación y uso de registros con niños preescolares. *Educación Matemática*, 32(3), 8–38. <https://doi.org/10.24844/EM3203.01>
- Lavela, J. F., Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2021). Razonamiento probabilístico de estudiantes de Bachillerato en la interpretación de noticias. En P.D. Diago, D.F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 359–366). SEIEM.
- López-Martín, M. M., Contreras, J. M., Carretero, M., & Serrano, L. (2016). Análisis de los problemas de probabilidad propuestos en las pruebas de acceso a la Universidad en Andalucía. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 9, 65–84. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i9.109>
- López-Martín, M. M. (2021). *La inferencia estadística en bachillerato: análisis de las pruebas de acceso a la universidad y de los conocimientos de futuros profesores* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/66672>
- Madrid, A. E., Valenzuela-Ruiz, S. M., Batanero, C., & Garzón-Guerrero, J. A. (2022). Comprensión de la mediana por estudiantes universitarios. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 22, 1–21. <https://doi.org/qh57>
- Marrero-Santana, A. (2017). *Recursos didácticos para la enseñanza y aprendizaje del azar y la probabilidad en la educación obligatoria* [Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria].

- Martínez, S. (2021). *Exploración de nociones básicas relacionadas con los enfoques clásico y frecuencial de probabilidad de estudiantes de bachillerato* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Martínez-Pérez, S., & Sánchez, E. (2018). Desarrollo del razonamiento de estudiantes de bachillerato sobre intervalos aleatorios. En L. J. Rodríguez-Muñoz, L. Muñoz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García, & A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 330–337). SEIEM.
- Medina, M. (2021). *Niveles de razonamiento covariacional derivados de las respuestas de estudiantes de bachillerato a problemas de correlación y regresión lineal* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Molero, A., Gea, M. M., & Batanero, C. (2019). ¿Qué conocimientos de la media aritmética tienen los estudiantes al inicio de la Educación Secundaria? En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano, & Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 423–432). SEIEM.
- Molina-Portillo, E., Contreras, J., Salcedo, A., & Contreras, J. M. (2020). Evaluación de la postura crítica de futuros profesores de Educación Primaria como componente de la cultura estadística. *Educación Matemática*, 32(3), 97–120. <https://doi.org/10.24844/EM3203.04>
- Morales-García, L., Vidal-Henry, S., García-García, J. I., & Díaz-Levicoy, D. (2022). Análisis ontosemiótico de tareas que involucran gráficos estadísticos en libros de texto mexicanos de Educación Primaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 22, 111–135. <https://doi.org/qh58>
- Morgado, C. (2023). *Experimento de diseño con soporte tecnológico para el desarrollo del razonamiento estadístico covariacional de estudiantes de bachillerato* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Morgado, C., & Sánchez, E. (2024). La conceptualización de la recta de mejor ajuste desde un enfoque informal por estudiantes de bachillerato. *Educación Matemática*, 36(2), 125–155. <https://doi.org/10.24844/EM3602.05>
- Muñoz-Rodríguez, L., Alonso-Castaño, M., & Rodríguez-Muñoz, L. J. (2021). Análisis de la idoneidad didáctica de vídeos educativos sobre probabilidad elaborados por estudiantes para maestro. En P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 449–456). SEIEM.
- Nettle-Valenzuela, A. H. (2019). *Factores que afectan los razonamientos probabilísticos intuitivos de escolares que enfrentan situaciones problemáticas matemáticamente equivalentes* [Tesis doctoral, Universidad de Girona]. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/17772>

- Orta, J. A., & Sánchez, E. (2018). Niveles de razonamiento sobre variación estadística de estudiantes de nivel medio superior al resolver problemas en un contexto de riesgo. *Educación Matemática*, 30(1), 47–71. <https://doi.org/qh59>
- Orta, J. A., Sánchez, E., & Altamirano, J. A. (2015). Interpretación de la dispersión de datos en contexto de riesgo por profesoras en formación. En C. Fernández, M. Molina, & N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XLX* (pp. 441–450). SEIEM.
- Ortiz, J. J., Albanese, V., & Serrano, L. (2016). El lenguaje de la estadística y probabilidad en libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández, & A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 397–406). SEIEM.
- Pascual, I., Rifo, L., Castilla, L., & Climent, N. (2024). Conocimiento matemático del formador para la enseñanza del razonamiento inferencial estadístico en formación inicial de maestros. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 401–408). SEIEM.
- Pitarch-Andrés, I. (2016). *Desarrollo de la competencia “tratamiento de la información” en la ESO, a través de la lógica y del análisis estadístico de los datos* [Tesis doctoral, Universidad Jaume I]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/689054#page=1>
- Ricart-Aranda, M. (2021). *Estadística en educación infantil: competencias y conocimientos didáctico-matemáticos de maestros en formación en el marco del Enfoque Ontosemiótico* [Tesis doctoral, Universidad de Lleida]. <http://hdl.handle.net/10803/672147>
- Roldán López de Hierro, A. F., Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2020). Comprensión del intervalo de confianza por estudiantes de Bachillerato. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 18, 103–117. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i18.284>
- Rivera, J. (2024). *Características de la enseñanza y evaluación de la estadística en carreras universitarias* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Ruiz-Reyes, K. A. (2020). *Comprensión del muestreo por alumnos chilenos de Educación Secundaria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/59296/69074.pdf>
- Rodríguez, B. (2020). *Decisiones de profesores de estadística tomadas fuera del aula de clase y su influencia en la enseñanza - aprendizaje de las reglas de probabilidad* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Salinas, J., & Mayén, S. (2015). Estudio exploratorio de las actitudes hacia la estadística en estudiantes de bachillerato. En C. Fernández, M. Molina, & N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XLX* (pp. 503–509). SEIEM.

- Salinas, J., & Mayén, S. (2016). Estudio exploratorio de las actitudes hacia la estadística en estudiantes mexicanos de bachillerato. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 10, 73-90. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i10.130>
- Salinas, J., Valdez, J. C., & Salinas-Hernández, U. (2018). Un acercamiento a la metodología lesson study para la enseñanza de la distribución normal. En L. J. Rodríguez-Muñoz, L. Muñoz-Rodríguez, A. Aguilar González, P. Alonso, F. J. García García, & A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 525-534). SEIEM.
- Salinas, J., Valdez-Monroy, J. C., Salinas-Hernández, U., Sánchez, E., & Carrillo, J. (2021). Análisis de una secuencia para la noción de distribución de probabilidad usando un recurso computacional. En P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (pp. 545-552). SEIEM.
- Sánchez, E., & Carrasco, G. (2018). El razonamiento probabilístico de estudiantes de bachillerato en actividades de distribución binomial. En L. J. Rodríguez-Muñoz, L. Muñoz-Rodríguez, A. Aguilar-González, P. Alonso, F. J. García García, & A. Bruno (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 535-543). SEIEM.
- Sánchez, E., García-García, J. I., & Elizarrarás, S. (2024). Enseñanza y aprendizaje de estocásticos en México: La construcción de un programa de investigación. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 63-73). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-06>
- Sánchez, E., García-Ríos, V. N., & Mercado, M. (2017). Desarrollo del razonamiento sobre pruebas de significación de estudiantes de bachillerato en un ambiente tecnológico. En J. M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. L. Callejo, & J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 447-456). SEIEM.
- Sánchez, E., González, A., Sánchez, M., & Carrasco, G. (2019). El razonamiento de estudiantes de bachillerato sobre la noción de experiencias aleatorias equivalentes. En J. M. Marbán, M. Arce, A. Maroto, J. M. Muñoz-Escolano, & Á. Alsina (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 553-562). SEIEM.
- Sánchez, E., Mercado, M., & García-García, J. I. (2016). La variabilidad en el razonamiento probabilístico informal de estudiantes de Bachillerato. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández, & A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 479-488). SEIEM.
- Sánchez, E., & Valdez, J. C. (2015). El razonamiento probabilístico informal de estudiantes de bachillerato. En C. Fernández, M. Molina, & N. Planas (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 89-103). SEIEM.

- Santana, A. (2020). *Un estudio con futuros profesores de telesecundaria sobre el aprendizaje de estadística basado en proyectos* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Sepúlveda, F., & Sánchez, E. (2023). Micro desarrollo de las concepciones de distribución muestral simulada de estudiantes de bachillerato. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo, & P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 507–514). SEIEM.
- Sepúlveda, F., & Sánchez, E. (2024). Explicaciones de profesores sobre concepciones de estudiantes de bachillerato acerca de pruebas de significación. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 85–95). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-08>
- Serrano, S., & Inzunza, S. (2024). Construcción de situaciones problema para promover el desarrollo de la alfabetización estadística. En M. Sánchez Aguilar, M. del S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Perspectivas actuales de la Educación Matemática* (pp. 117–123). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2024/01-11>
- Silvestre, E. (2019). *Actividades sobre distribuciones muestrales utilizando simulaciones en el bachillerato: un experimento de diseño* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Silvestre, E., & Sánchez, E. (2016). Patrones en el desarrollo del razonamiento inferencial informal: introducción a las pruebas de significancia en el bachillerato. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández, & A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 509–518). SEIEM.
- Silvestre, E., Sánchez, E., & Inzunza, S. (2022). El razonamiento de estudiantes de bachillerato sobre el muestreo repetido y la distribución muestral empírica. *Educación Matemática*, 34(1), 100–130. <https://doi.org/qh6b>
- Tizón-Escamilla, N., Burgos, M., & Chaverri, J. (2024). Variación de problemas de probabilidad para promover aprendizaje. Una experiencia con docentes en formación inicial. En N. Adamuz-Povedano, E. Fernández-Ahumada, N. Climent, & C. Jiménez-Gestal (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVII* (pp. 521–528). SEIEM.
- Tobías-Lara, M. G. (2019). *Uso del modelo de argumentación de Toulmin para analizar el razonamiento inferencial estadístico de estudiantes universitarios* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.
- Valdez, J. (2016). *Las grandes ideas de probabilidad en el razonamiento informal de estudiantes de bachillerato* [Tesis doctoral]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

- Vásquez-Ortiz, C., & Alsina, A. (2016). Aproximación a la probabilidad en el aula de Educación Primaria. Un estudio de caso sobre los primeros elementos lingüísticos. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández, & A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 529–538). SEIEM.
- Vásquez, C., Seckel, M. J., & Rojas, F. (2023). Conectando la educación estadística y la sostenibilidad: creencias del profesorado de Educación Primaria. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 23, 127–146. <https://doi.org/10.35763/aiem23.5415>
- Vera, O. (2015). *Comprensión de conceptos elementales del análisis de varianza por estudiantes universitarios* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/41155>
- Verástegui, M. Á., López-Flores, J. I., & García-García, J. I. (2024). El razonamiento estadístico en el currículo de formación inicial del profesor de matemáticas de educación secundaria en México. *Educación Matemática*, 36(3), 116–142. <https://doi.org/10.24844/EM3603.05>
- Verbisck, J., Bittar, M., Barquero, B., & Bosch, M. (2024). Addressing water scarcity through statistical inquiry in teacher education. *Statistics Education Research Journal*, 23(2), 1–15. <https://doi.org/10.52041/serj.v23i2.722>
- Wild, C. (2017). Statistical literacy as the Earth moves. *Statistics Education Research Journal*, 16(1), 31–37. <https://doi.org/10.52041/serj.v16i1>

