

LA INVESTIGACIÓN SOBRE EL CONOCIMIENTO ESTOCÁSTICO DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS: 2018-2023

Pesquisa sobre o conhecimento estocástico de professores de matemática: 2018- 2023

Research on the stochastic knowledge of mathematics teachers: 2018-2023

Yuridia Arellano-García¹

Universidad Autónoma de México (Acapulco, México)

Erika Briyid Gamboa-Mateus²

Universidad Autónoma de México (Acapulco, México)

Resumen

Actualmente existe un creciente interés en comprender el conocimiento estocástico de los profesores y sus implicaciones en la enseñanza. Con base en la metodología PRISMA, este trabajo analiza el estado actual de la investigación al respecto, a través de una revisión sistemática de revistas de investigación en matemática educativa incluidas en el JCR. Se encontró un total de 16 artículos que en conjunto han identificado carencias en el conocimiento estocástico y didáctico de lo estocástico de profesores en activo y en formación, deficiencias significativas que afectan la calidad de la enseñanza. Este análisis deja ver la necesidad de acciones formativas, destacando la importancia de fortalecer la formación inicial y continua de los profesores de matemáticas para mejorar la calidad de la educación en estadística y probabilidad, para cerrar la brecha en la comprensión del contenido estocástico y mejorar la enseñanza de este.

Palabras clave: Conocimiento estocástico de profesores, pensamiento estocástico, educación estadística, profesores de matemáticas.

Resumo

Atualmente há um interesse crescente em compreender o conhecimento estocástico dos professores e suas implicações para o ensino. Este trabalho analisa o estado atual da investigação a este respeito, através de uma revisão sistemática de revistas de investigação em matemática educacional incluídas no JCR. Foram encontrados 16 artigos que juntos identificaram deficiências no conhecimento estocástico e didático de estocástica de professores ativos e em formação, deficiências significativas que afetam a qualidade do ensino. Esta análise revela a necessidade de ações de formação, destacando a importância do fortalecimento da formação inicial e continuada dos professores de matemática para melhorar a qualidade do ensino em estatística e probabilidade, para colmatar a lacuna na compreensão dos conteúdos estocásticos e melhorar o ensino deste.

*Autor de correspondencia: 23500930@uagro.mx (E. Gamboa-Mateus)

¹ <https://orcid.org/0000-0002-7841-1470> (194526@uagro.mx).

² <https://orcid.org/0009-0008-8323-5556> (23500930@uagro.mx).

Palavras-chave: Conhecimento estocástico dos professores, pensamento estocástico, educação estatística, professores de matemática

Abstract

There is currently a growing interest in understanding teachers' stochastic knowledge and its implications for teaching. This work analyzes the current state of research in this regard, through a systematic review of research journals in educational mathematics included in the JCR. A total of 16 articles were found that together have identified deficiencies in the stochastic and didactic knowledge of stochastics of active and in-training teachers, significant deficiencies that affect the quality of teaching. This analysis reveals the need for training actions, highlighting the importance of strengthening the initial and continuous training of mathematics teachers to improve the quality of education in statistics and probability, to close the gap in the understanding of stochastic content and improve the teaching of this.

Keywords: Stochastic knowledge of teachers, stochastic thinking, statistics education, mathematics teachers.

Recibido: 29/02/2024 - Aceptado: 21/05/2024

1. INTRODUCCIÓN

El papel del profesor en la Educación Matemática de los estudiantes ha sido considerado como relevante por sus implicaciones en el aprendizaje del estudiante y en la formación de nuevos profesores. La reflexión sobre el quehacer profesional de los docentes genera interés por innovar en ese campo, a fin de lograr mejoras tanto en la explicación de los procesos de enseñanza como en el aprendizaje de los estudiantes. Uno de los campos específicos en los que requerimos de estos productos de innovación es en el desarrollo del pensamiento estocástico, que refiere a la forma de procesar la realidad de manera crítica y reflexiva al incorporar elementos de aleatorizada, incertidumbre y probabilidades en la toma de decisiones basado en el procedimiento y tratamiento de la información.

Al respecto, López-Mojica et al. (2019) refiere un escaso tratamiento de los estocásticos en el sistema educativo mexicano. Además, Ojeda (2006) al analizar los planes y programas de estudios correspondientes, observa que los temas de probabilidad y de estadística son colocados “a manera de cubrir espacios” en el currículo, o bien se les remite a tareas en casa o se ejercitan otros conceptos matemáticos. Mientras que, en el contexto colombiano, Salcedo-Cabrera et al. (2020) señalan que en su plan de estudios los temas de estocásticos no se incluyen desde los primeros años, si no que se imparte a partir del noveno grado (14 -15 años); y sostiene que esto muestra que “no se considera una ciencia importante y necesaria en el sistema de nuestra educación” (p. 1). Esta situación es incompatible con las necesidades educativas de las generaciones actuales Por esto, nuestro interés por la formación de los profesores en temas de la probabilidad y la estadística, sin embargo, en ocasiones, es el profesor quien

evade profundizar en estos temas, investigaciones en afecto han encontrado que los profesores sienten vergüenza por autopercebir no tener el conocimiento matemático, además de sí tener experiencias negativas con estos contenidos. Por ejemplo, en Arellano et al. (2019) el profesor P1H, compartió cómo una experiencia negativa impacta en sus prácticas profesionales al reconocer la importancia del contenido y las dificultades que enfrentó por ello. El profesor describe:

Cuando fui practicante al dar el tema de probabilidad fue algo que me marco como maestro en esas tres clases, cuando entre al salón he inicie la clase dando el concepto de probabilidad, con la lectura del mismo en sus libros de texto, pero la clase fue más que todo expositiva no hubo una interacción directa con el conocimiento, [...]... desorden y el maestro titular solo miraba, me preguntaba que estaría pensando de mí (P1H).

Además, si consideramos, como Kieboom et al. (2014), que las decisiones pedagógicas de los profesores están fuertemente influenciadas por su propia comprensión (de los conceptos matemáticos), resulta importante estudiar los conocimientos en profesores de matemáticas, a fin de buscar propuestas que mejoren la relación que establecen con el contenido y sus decisiones pedagógicas al respecto. Así, a partir de dicha reflexión surge el interés del que se deriva la pregunta de investigación: ¿Cuál es el estado actual de la investigación sobre el conocimiento estocástico de los profesores de matemáticas? En respuesta, se realizó una revisión sistemática de la literatura en el campo de la matemática educativa sobre este tema.

2. METODOLOGÍA

Una revisión sistemática de literatura es un tipo de investigación científica en la que la unidad de análisis son los estudios originales primarios sobre una misma temática, así que, al investigar sobre lo ya investigado, se considera investigación secundaria (Ferreira-González et al., 2011). En consecuencia, este tipo de investigaciones puede proporcionar una perspectiva amplia y confiable sobre el tema de estudio, buscando evitar posibles sesgos durante la investigación. La revisión de la literatura sobre el conocimiento estocástico de los profesores de matemáticas se desarrolló con base en la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) que consiste en identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar evidencias en investigaciones de alto impacto de un modo transparente y accesible (Sánchez-Serrano et al., 2022).

Para la búsqueda sistemática de los artículos se siguió un proceso detallado descrito a continuación:

1. *Selección de fuentes y periodo de análisis*: se incluyeron las investigaciones publicadas desde el segundo semestre del 2018 al segundo trimestre del 2023, a manera de tener un rango de

temporalidad de 5 años, en revistas de educación matemática pertenecientes a una de dos fuentes: 1) Journal Citation Reports (JCR)-2022 ya que se busca acceder a investigaciones de alta alto impacto. Además, las revistas incluidas en el JCR suelen tener un alcance internacional lo cual permite tener una visión amplia y diversificada en los avances de la Educación Matemática (Lista 1); 2) una lista de revistas asociadas a la Educación Matemática en Latinoamérica que tienen popularidad y reconocimiento en la región, según la experiencia de los autores. Esto con el fin de complementar la búsqueda en la región, por el fin de incluir de poder analizar contribuciones significativas en el campo de la Educación Estadística en Latinoamérica (Lista 2)

Lista 1. Lista de revistas de educación matemática JCR: Educational Studies in Mathematics; ZDM – International Journal on Mathematics Education; Journal for Research in Mathematics Education; International Journal of Science and Mathematics Education; Journal of Mathematics Teacher Education; Mathematical Thinking and Learning; Enseñanza de las Ciencias; Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa – RELIME; Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education; Bolema – Mathematics Education Bulletin; Mathematics Education Research Journal; Journal of Mathematical Behavior; International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education; Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education; Research in Mathematics Education; International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology; Pythagoras; School Science and Mathematics; International Journal of Mathematical Education in Science and Technology; Journal für Mathematik-Didaktik (Journal for Didactics of Mathematics); African Journal of Research in Mathematics Science and Technology Education; Teaching Mathematics and its Applications; International Electronic Journal of Mathematics Education; PNA – Revista de investigación en didáctica de la Matemática Mathematics Enthusiast; International Journal for Technology in Mathematics Education; Avances de Investigación en Educación Matemática; Teaching of Mathematics; For the Learning of Mathematics; Investigations in Mathematics Learning; Journal on Mathematics Education; International Journal of Computers for Mathematical Learning; PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies; Journal of Urban Mathematics Education; International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education; Turkish Journal of Computer and Mathematics Education; Educación Matemática; European Journal of Science and Mathematics Education; Mathematics Teacher Education and Development; Adults Learning Mathematics International Journal; Mathematics Teaching-Research Journal; International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning.

Lista 2. Lista de revistas latinoamericanas de Educación Matemática no JCR, incluidas: Revista Chilena de Educación Matemática; Revista de Educación Estadística; Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias; Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas; Revista de Educación Matemática (Argentina); Unión: Revista Iberoamericana de educación matemática.

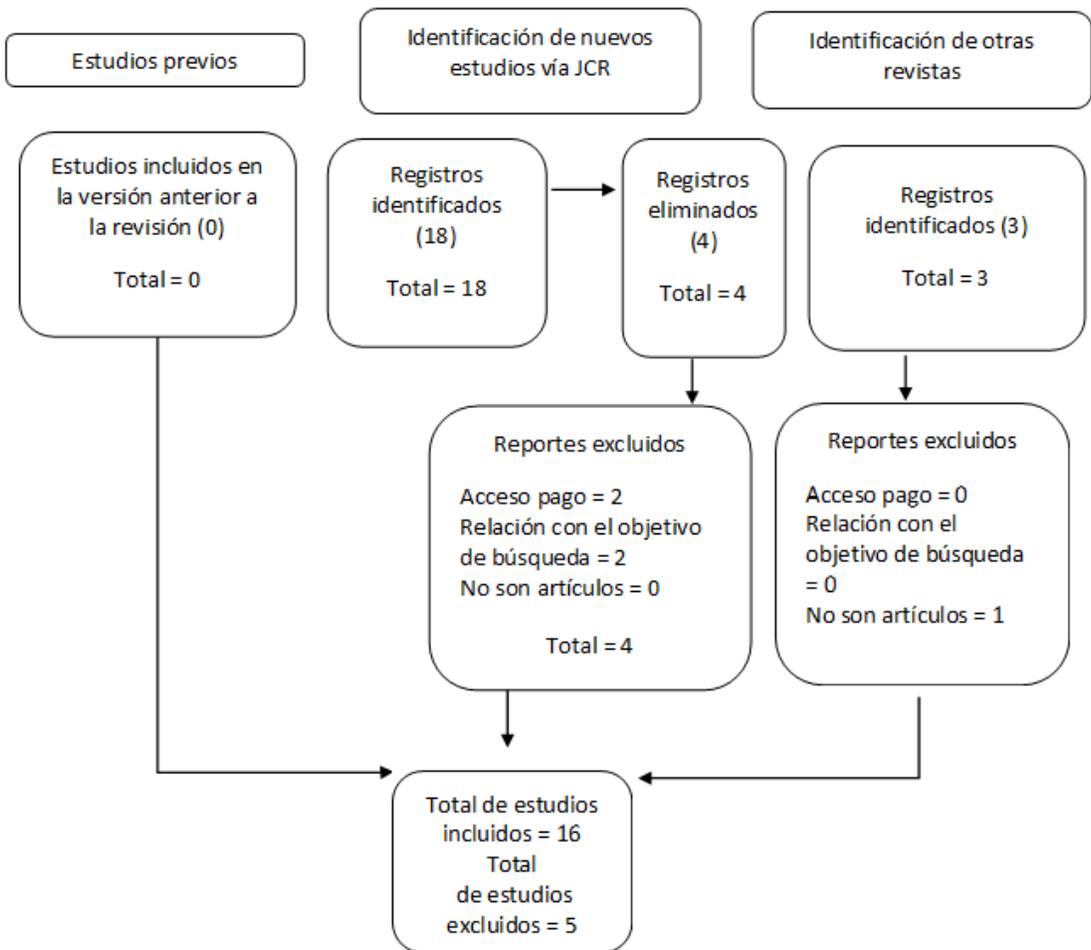
2. *Criterios de inclusión:* a) Artículos enfocados en el conocimiento estocástico de los profesores al abordar temas específicos como enseñanza de la estadística y probabilidad, conocimiento estocástico de profesores de matemáticas, saberes que debe tener un profesor de matemáticas que

enseña estadística y probabilidad; b) Artículos cuyo idioma de publicación es español, inglés o portugués; c) Artículos de acceso libre.

3. *Búsqueda de artículos*: Se ingresó a cada una de las revistas seleccionadas y se revisaron todos los números publicados dentro del periodo definido. Se examinaron los títulos, resúmenes y conclusiones de cada artículo para determinar su relevancia respecto al objeto de estudio, que en este caso fue el *conocimiento estocástico de los profesores*. En un primer momento se identificaron 21 artículos de interés luego se excluyeron 5 artículos que no proporcionaban el acceso al texto de manera completa ya que pedía algún tipo de pago (2), o no estaban relacionados directamente relacionados con el objeto de estudio (3) es decir que no profundiza en el conocimiento estocástico de los profesores (Véase Figura 1)
4. *Creación de base de datos en Excel*: Se organizó la información de los artículos seleccionados por autor, año, palabras clave, enlace, revista, idioma, referencia en APA. Estas categorías permitirían organizar y analizar la información de manera sistemática.
5. *Lectura y análisis de los artículos*: Se realizó la lectura a detalle de cada uno de los artículos para poder analizar su contenido y los aportes que realizaron en el ámbito académico, siguiendo el enfoque de Keshav (2007). Una vez hecha la lectura se agrega a la base de datos sus descripciones como: pregunta de investigación, marco teórico, metodología, resultados, implicaciones, principales referencias.
6. *Presentación del informe*: Véanse los resultados. Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se organizó la información de los 16 artículos en 4 secciones: a) Descripción general del campo: en esta sección presentamos las características de los 16 artículos para tener un panorama general de: autores, modelo teórico que siguen, contenido matemático en que se centra, número de profesores considerados en el estudio y país de realización del estudio; b) Resultados respecto el conocimiento del contenido estocástico de los profesores: entendiendo este como la unión del conocimiento estadístico y probabilístico teniendo en cuenta los diferentes subdominios que Franco y Alsina (2022) proponen los cuales son: conocimiento de los temas, de la estructura y de la práctica; c) Resultados respecto al conocimiento didáctico estocástico de los profesores: teniendo en cuenta los diferentes subdominios que Franco y Alsina (2022) proponen los cuales son: conocimiento de la enseñanza, de las características de aprendizaje y de los estándares de aprendizaje; d) Resultados respecto a sugerencias para mejorar el conocimiento estocástico y didáctico estocástico de los profesores.

En la Figura 1, se puede observar el flujo de trabajo que siguió la revisión sistemática, alineado con la metodología PRISMA.

Figura 1
Flujograma de la revisión sistemática



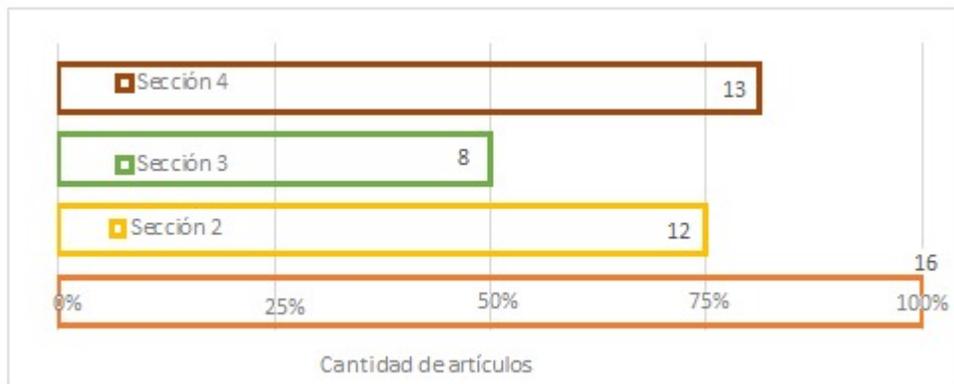
3. RESULTADOS

La Figura 2 presenta las secciones de las que se organizó el análisis. Debido a la naturaleza de la sección 1 incluye la totalidad de los artículos. La sección 2 muestra que el 75% de las investigaciones refieren a el conocimiento estocástico que tienen los profesores de matemáticas. La sección 3 señala que solo el 50% de las investigaciones revisadas analizan el conocimiento didáctico estocástico que tienen los profesores de matemáticas. Finalmente, se observa que más del 75% de las investigaciones hacen

sugerencias respecto a cómo mejorar el conocimiento estocástico de los profesores, lo cual se describe en la sección 4.

Figura 2

Organización del análisis



3.1. Sección 1: Análisis de Modelos Teóricos sobre el Conocimiento del Profesor de Matemáticas

La Tabla 1, sintetiza la información de los artículos estudiados. En tanto a los modelos teóricos que utilizan para denominar el *conocimiento del profesor de matemáticas*, se encontró: Conocimientos y Competencias Didáctico-Matemáticas (CCDM) (4); Mathematical Teacher’s Specialized Knowledge (MTSK) (2); Mathematical Knowledge for Teaching (MKT) (2); Taxonomía SOLO (1); Common Content Knowledge (CCK), Advanced Content Knowledge (ACK), Specialized Content Knowledge (SCK) (1); Statistics Teacher’s Specialized Knowledge (STSK)(1), el resto no especifica alguno de estos marcos pero si considera elementos relacionados con los conocimientos de los profesores como: actitudes, enfoques de probabilidad, normatividad, entre otras que se especifican en la Tabla 1 (6).

Cabe resaltar que, de los 16 artículos, 15 son estudios sobre el conocimiento de los profesores y el restante (Franco y Alsina, 2022) es un estado del arte de 25 años de investigación (1997-2021) el cual complementa esta documentación.

Tabla 1

Síntesis de artículos seleccionados para el análisis

Autor	Modelo teórico	Contenido matemático	Población estudiada	País de realización
Año 2018				
Nagle et al. (2018)	No lo define. Considera las	Línea de mejor ajuste	42 profesores en activo en secundaria	Estados Unidos

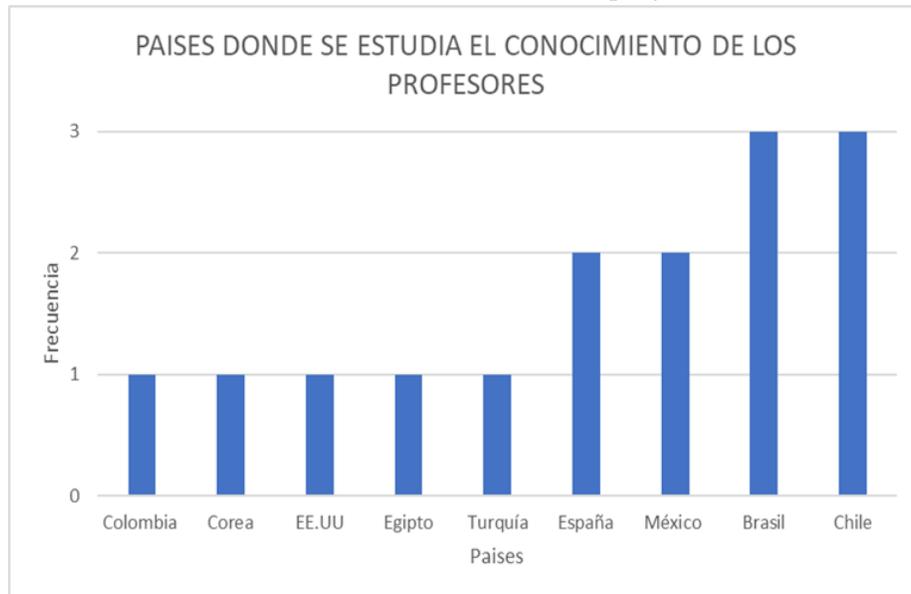
Autor	Modelo teórico	Contenido matemático	Población estudiada	País de realización
	directrices del (NCTM)			
Año 2019				
Park y Lee	No lo define. Considera las habilidades de los profesores para identificar producciones de los estudiantes	Sesgos de equiprobabilidad	96 profesores de primaria en práctica	Corea
De Carvalho et al.	MKT	Probabilidad	1 profesor de primaria en activo	Sao Paulo - Brasil
Vásquez et al.	No lo define. Considera las actitudes de los profesores	La estadística, la probabilidad y su enseñanza	124 futuras profesoras de educación infantil	Chile
Vásquez y Alsina	No lo define. Considera los enfoques de probabilidad	Aproximaciones de probabilidad	12 profesores en activo de educación primaria	Chile
Año 2020				
García-García et al.	Taxonomía SOLO	Variabilidad	7 futuros profesores de primaria	México
Kurt y Coşkuntuncel	CCK, ACK y SCK	Conceptos básicos de probabilidad, eventos dependientes independientes, estimación de probabilidad, probabilidad condicional, muestreo, eventos equipotenciales, distribución binomial	63 futuros profesores de educación media	Turquía
León et al.	MTSK	Probabilidad condicional	7 profesores de bachillerato en activo	México
2021				
Vidal-Szabó y Estrella	STSK	Variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos	192 profesores en activo de educación básica	Chile

Autor	Modelo teórico	Contenido matemático	Población estudiada	País de realización
Elberhary	No lo define Considera las concepciones probabilísticas al razonar bajo incertidumbre.	Fenómenos bajo incertidumbre y tomar decisiones informadas	68 profesores en formación inicial	Egipto
Año 2022				
Bastidas y Da Ponte	CCDM Dimensiones del conocimiento didáctico (adaptado de Ponte, 2012)	Representaciones estadísticas	2 futuros profesores	Rio de Janeiro – Brasil
Barreto et al.	CCDM Componente cognitivo de la alfabetización estadística (Gal, 2002)	Lectura e interpretación de tablas de doble entrada; la construcción de diferentes tipos de gráficos y su idoneidad para procesar datos y comunicar resultados	11 futuros profesores	Brasil
Franco y Alsina	MTSK y CCDM	No aplica	15 artículos en un periodo de 25 años	No aplica
Año 2023				
Begué et al.	MKT	Muestreo	66 futuros profesores	España
Valenzuela et al.	CCDM	Distribución muestral e intervalo de confianza	62 futuros profesores	España
Zapata-Cardona y Martínez-Castro	No lo define Considera una perspectiva sociocrítica de la modelación estadística	Modelación estadística	10 futuros profesores	Colombia

Puede observarse, que en cuanto a los contenidos matemáticos existe una amplia diversificación de los temas, con diferentes niveles de complejidad. También son diversos los países en los que se realizaron los estudios (Figura 3); sin embargo, se destaca que Brasil y Chile son las naciones con una mayor cantidad de investigaciones en relación con el conocimiento estocástico de profesores de matemáticas, en esta revisión.

Figura 3

Países donde se estudia el conocimiento de los profesores de matemáticas



Finalmente, podemos clasificar la población de interés de estos estudios en dos áreas: 1) profesores en formación y 2) profesores en activo, en escuelas tanto públicas como privadas. Se evidencia que existe un mayor número de estudios que se centran en analizar el conocimiento estocástico de los futuros profesores de matemáticas (66 %) que de los profesores en activo (33%).

1. *Estudio de profesores en formación:* Park y Lee (2019), Zapata-Cardona y Martínez-Castro (2021), Begué et al. (2023), Valenzuela-Ruiz et al. (2023), Barreto et al. (2022), Elbehary (2021), Vásquez et al. (2019), Bastidas y Ponte (2022), Kurt y Coşkuntuncel (2020), resaltan deficiencias en el dominio de conceptos estocásticos por parte de los profesores en formación.
2. *Estudio de profesores en activo:* De Carvalho et al. (2019), Bailey y McCulloch (2023), León et al. (2020), Nagle et al. (2018), Vidal-Szabó y Estrella (2021), revelan que incluso los profesores en activo presentan carencias en su comprensión y dominio de la probabilidad y la estadística, lo que podría afectar su desempeño en el aula.

Ambos campos de investigación coinciden en que algunos profesores carecen de conocimientos suficientes para abordar adecuadamente estos temas en el contexto educativo. Por ejemplo, De Carvalho et al. (2019) resaltan las dificultades pedagógicas específicas en el nivel primario, donde se evidencia una formación insuficiente para enseñar probabilidad, así como la falta de dominio de conceptos fundamentales, como fenómenos aleatorios, espacio muestral y probabilidad que limita la capacidad de

enseñanza de estos profesionales. Por otro lado, Kurt y Coşkuntuncel (2020) profundizan en las deficiencias del conocimiento de los futuros docentes, señalando carencias en niveles de conocimiento común, avanzado y especializado en probabilidad. Estos niveles abarcan desde la comprensión básica hasta la capacidad de explicar con profundidad las diferentes representaciones de conceptos matemáticos relevantes. La falta de entendimiento en enfoques frecuentistas y subjetivos de la probabilidad se ha destacado como una debilidad generalizada entre los profesores.

3.2. Sección 2: Conocimiento del contenido estocástico de los Profesores

Respecto al conocimiento estocástico de los profesores, Franco y Alsina (2022) y León et al. (2020) corroboran estas observaciones, subrayando la falta de preparación de los profesores tanto en primaria como en secundaria para abordar la enseñanza de la estadística y la probabilidad. Estos hallazgos demuestran la existencia de limitaciones en el conocimiento de los profesores y la urgente necesidad de fortalecer sus competencias en este campo. Mientras que Park y Lee (2019), al enfrentar a un grupo de profesores a dos escenarios de eventos probabilísticos diferentes con las mismas exigencias de contenido, concluyen que los profesores enfrentan dificultades para identificar sesgos de probabilidad al cambiar de contexto, percibiendo una preferencia por un enfoque clásico de la probabilidad (regla de Laplace) en lugar de un enfoque frecuentista de la probabilidad (con base en experiencias aleatoria), limitando así su adaptación a diferentes entornos.

Respecto al conocimiento estadístico de los profesores, se revela que tienen diferentes limitaciones. Se observa una debilidad considerable en su comprensión relacionada con conceptos fundamentales, como la línea de mejor ajuste, el análisis de datos, la variabilidad y la estadística en general, lo que sugiere una carencia en su habilidad para abordar preguntas planteadas por los estudiantes (Bastidas y da Ponte, 2022; Franco y Alsina, 2022; García-García et al., 2020; Nagle et al., 2018; Vidal-Szabó y Estrella, 2021).

Además, se destaca una baja autopercepción de sus conocimientos tanto disciplinares como didácticos en probabilidad y estadística, así como una insuficiente comprensión conceptual y procedimental de los diferentes significados de la probabilidad (Vásquez et al., 2019). Estas deficiencias se reflejan en malas interpretaciones de conceptos estadísticos básicos, problemas para reconocer sesgos y dificultades para aplicar conocimientos teóricos a situaciones prácticas (Bastidas y da Ponte, 2022; Barreto et al., 2022; Elberhary, 2021; García-García et al., 2020; León et al., 2020; Nagle et al., 2018). La falta de dominio en la estadística descriptiva, errores en la interpretación de gráficos y la confusión entre término como

estadístico y parámetro (Barreto et al., 2022; Valenzuela et al., 2023), muestran las limitaciones del conocimiento estadístico de los profesores en formación y profesores en activo.

3.3. Sección 3: Conocimiento Didáctico de los profesores

Desde la perspectiva del conocimiento didáctico estocástico de los profesores, el análisis de los artículos refleja que los docentes muestran reconocimiento sobre carencias en su formación didáctica (Valenzuela et al., 2023) revelando un panorama en el que se evidencian deficiencias en su enfoque didáctico y comprensión de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Se observa que las respuestas de los maestros a menudo carecen de referencias específicas al trabajo de los estudiantes y sus comprensiones relacionadas, adoptando respuestas genéricas (León et al., 2020; Nagle et al., 2018).

Además, se destaca que algunos profesores en formación sugieren estrategias de enseñanza basadas en enfoques inadecuados (Park y Lee, 2019), lo que resalta la importancia de un conocimiento sólido de los conceptos matemáticos para su enseñanza. Asimismo, se señala que los docentes carecen de la competencia necesaria para enseñar probabilidad debido a insuficiencias en su formación y enfoques de probabilidad utilizados, como el intuitivo y el clásico, sin comprender adecuadamente las características de aprendizaje de los estudiantes en tipos de probabilidad como la condicional (Kurt y Coşkuntuncel, 2020; León et al., 2020; Vásquez y Alsina, 2019). También se evidencian estrategias erróneas para interpretar y describir el razonamiento de los estudiantes, falta de conocimiento sobre el ciclo investigativo como actividad escolar y una escasa conciencia sobre los errores de los estudiantes en el aprendizaje de la inferencia estadística (Bastidas y da Ponte, 2022, Begué et al., 2023; León et al., 2020).

3.4. Sección 4: Sugerencias para Mejorar el Conocimiento Estocástico y Didáctico

Finalmente, respecto a las sugerencias para mejorar el conocimiento estocástico y didáctico estocástico de los docentes se resalta la importancia de que los profesores en activo tengan más oportunidades para reflexionar sobre sus decisiones pedagógicas, así como la relevancia de la formación inicial para que los profesores en formación se enfrenten a tareas con contexto del mundo real (Park y Lee, 2019).

Las sugerencias incluyen la reevaluación de los métodos de enseñanza de la probabilidad en diferentes niveles educativos, la incorporación de diferentes significados de probabilidad en el plan de estudios de matemáticas, y el fortalecimiento de la formación en estadística en la educación básica y secundaria para permitir más oportunidades de desarrollo profesional. (Nagle et al., 2018; Kurt y Coşkuntuncel, 2020).

También se recomienda centrarse en el desarrollo de habilidades prácticas, la identificación y corrección de sesgos, así como la articulación entre el contenido estadístico y su enseñanza para mejorar la comprensión y práctica docente (Bastidas y Da Ponte, 2022; Elberhary, 2021). Además, se proponen intervenciones para mejorar la preparación profesional, como el fortalecimiento de la educación en muestreo y la inclusión de la modelización estadística en los cursos de métodos estadísticos para profesores en formación, con el objetivo de mejorar su aprendizaje y comprensión de las condiciones sociopolíticas para ser ciudadanos críticos (Zapata-Cardona y Martínez-Castro, 2023), así como proporcionar a los profesores las habilidades y conocimientos necesarios para utilizar nuevas tecnologías de manera efectiva, con el fin de desarrollar estrategias educativas que mejoren la enseñanza del pensamiento estocástico (García-García et al., 2020).

4. CONCLUSIONES

En conclusión, respecto a ¿cuál es el estado actual de la investigación sobre el conocimiento estocástico de los profesores de matemáticas entre 2018-2 y 2023-2? Se evidencia que existe una situación preocupante respecto a las carencias y limitaciones que los profesores en formación y en activo reportados en las publicaciones, tanto en el conocimiento conceptual como didáctico del pensamiento estocástico. Esto resalta la necesidad de realizar acciones formativas de manera continua con el fin de llegar a conocimientos más sólidos y poder mejorar tanto el conocimiento conceptual como didáctico estocástico de los profesores haciendo uso de diversos enfoques, en miras de mejorar la calidad de la educación.

En este contexto, las recomendaciones propuestas en los documentos analizados apuntan al fortalecimiento de la formación inicial y continua de los profesores de matemáticas, priorizando estrategias que aborden las falencias identificadas. La reevaluación de los métodos de enseñanza, y la integración de tecnologías en el proceso de enseñanza para mejorar la comprensión de conceptos estocásticos.

Por otro lado, la consideración de JCR buscó dar representación a los países a nivel global y la priorización de fuentes de alto impacto procuró una comprensión general del estado del arte sobre el conocimiento estocástico de los profesores; sin embargo, consideramos importante reconocer la situación latinoamericana, así que se anexó una lista de revistas de esta región. Esto pudo influir en la predominancia de países como Brasil, Chile, y México. Sin embargo, las revistas indexadas en el JCR incluyen una variedad de países al radar del estudio. Las revistas en JCR son considerablemente mayor

que las anexadas, por lo que no justifica la concentración de estudios en dichos países. Además, muestra el interés que existe en la región por la temática.

Aunque los criterios de exclusión pueden dejar sin representación estudios publicados en idiomas distintos al español, inglés y portugués, reconocemos esta limitación como parte del tipo de estudio, tanto como se corre el riesgo de que la interpretación de los hallazgos se vea influida por sesgos inherentes en la selección, análisis y comprensión de los artículos, es por ello por lo que fue fundamental seguir el proceder metodológico apegado a la matemática educativa.

Finalmente, consideramos que futuras investigaciones pueden abordar la efectividad de programas de formación diseñados para mejorar el conocimiento estocástico de los profesores, evaluando su impacto en el desarrollo de habilidades didácticas y sus decisiones pedagógicas para la mejora del rendimiento estudiantil en matemáticas. También es posible llevar a cabo estudios que sigan la trayectoria de profesores (en formación como en activo), observando la participación en programas de formación continua y su impacto en las prácticas de los profesores, cuyos resultados permitan las explicaciones de los mecanismos que puedan sugerir el éxito de estos programas. Del mismo modo, pensamos que propuestas basadas en la reflexión docente sobre los contenidos y las estrategias didácticas en aula permiten mejorar las prácticas de enseñanza de los profesores en aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, Y., Hernández, A. y Martínez-Sierra, G. (2019). Las condiciones que desencadenan emociones en profesores de matemáticas de secundaria durante su clase. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 15(57), 57-78.
- Bastidas, M. y da Ponte, J. (2022). Teacher education and didactics knowledge to teach statistics: A case study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 225-242. <https://doi.org/10.30935/scimath/11717>
- Barreto, M., Mendonça, M., Farias, G. y Oliveira, R.M. (2022). Compreensão estatística de professores em formação inicial. statistical aptitude of teachers during their early training. *BOLEMA*, 36(74), 1115-1134. <https://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v36n74a08>
- Begué, N., Batanero, C., Gea, M.M. y Valenzuela-Ruiz, S. (2023). Prospective secondary school teachers' knowledge of sampling distribution properties. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), em2265. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13159>
- De Carvalho, M., De Lurdes, M. y Da Fontoura, A. (2019). Desenvolvimento profissional de uma professora dos anos iniciais do ensino fundamental no tema probabilidade. *BOLEMA*, 33(65), 1175-1194. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n65a10>
- Elbehary, S. (2021). Reasoning under uncertainty within the context of probability education: A case study of preservice mathematics teachers. *Pythagoras*, 42(1), a630. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v42i1.630>

- Arellano-García, Y. y Gamboa-Mateus, E. (2024). La investigación sobre el conocimiento estocástico de profesores de matemáticas: 2018-2023. *Revista de Educación Estadística*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.29035/redes.3.1.6>
- Ferreira-González, I., Urrútia, G. y Alonso-Coello, O. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista Española de Cardiología*, 64(8), 688-696. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.03.029>
- Franco, J. y Alsina, Á. (2022). El conocimiento del profesorado de Educación Primaria para enseñar estadística y probabilidad. *Educación Matemática*, 34(3), 65-96. <https://doi.org/10.24844/em3403.03>
- Gal, I. (2002). Adult's literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- García-García, J., Fernández, N., Arredondo, E.H. y Díaz-Levicoy, D. (2020). Niveles de razonamiento estadístico de profesores de matemáticas sobre variabilidad. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 15(2), 27-37.
- Keshav, S. (2007). How to read a paper. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 37(3), 83-84.
- Kieboom, L., Magiera, M. y Moyer, J. (2014). Exploring the relationship between K-8 prospective teachers' algebraic thinking proficiency and the questions they pose during diagnostic algebraic thinking interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17(5), 429-461. <https://doi.org/10.1007/s10857-013-9264-1>
- Kurt, G. y Coşkuntuncel, O. (2020). Assessment of elementary mathematics teachers' probability content knowledge in terms of different meanings of probability. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 11(3), 706-732. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.728122>
- León, J., Sosa, L. y Carrillo, J. (2020) Conocimiento del profesor acerca de las características de aprendizaje en probabilidad condicional: Un estudio de caso. *PNA*, 15(1), 1-25. <https://doi.org/10.30827/pna.v15i1.15458>
- López-Mojica, M., Ojeda, A. y Salcedo, J. (2019). Ideas fundamentales de estocásticos en libros de texto de educación primaria: una alternativa de enseñanza. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 9(17), 87-102,
- Nagle, C., Casey, S. y Carney, M. (2018) Professional noticing on a statistical task. *Investigations in Mathematics Learning* DOI: 10.1080/19477503.2018.1534539
- Nagle, C., Casey, S. y Carney, M. (2020). Professional noticing on a statistical task. *Investigations in Mathematics and Learning*, 12(1), 10-27. <https://doi.org/10.1080/19477503.2018.1534539>
- Ojeda, A.M. (2006). *Estrategia para un perfil nuevo de docencia: un ensayo en la enseñanza de estocásticos*. En Filloy (Ed.), *Matemática educativa, treinta años* (pp. 257-281). Santillana-Cinvestav.
- Park, M. y Lee, E.-J. (2019). Korean preservice elementary teachers' abilities to identify equiprobability bias and teaching strategies. *Journal of Science Education and Technology*, 28(1), 18-31.
- Salcedo, M., Maldonado, L. y Vargas, L., (2020). Importancia de la estadística desde el principio de la Educación Básica Secundaria. *Covalente*, 2(1), 14-21.
- Sánchez-Serrano, S., Pedraza-Navarro, I. y Donoso-González, M. (2022). ¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA? Usos y estrategias fundamentales para su aplicación en el ámbito educativo a través de un caso práctico. *Bordón*, 74(3), 51-66. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.95090>
- Valenzuela-Ruiz, S., Batanero C., Begué N. y Garzón-Guerrero, J. (2023). Conocimiento didáctico-matemáticos de profesores de educación secundaria en formación sobre inferencia estadística. *BOLEMA*, 37(76), 602-624 DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v37n76a11>

Arellano-García, Y. y Gamboa-Mateus, E. (2024). La investigación sobre el conocimiento estocástico de profesores de matemáticas: 2018-2023. *Revista de Educación Estadística*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.29035/redes.3.1.6>

Vásquez, C. y Alsina, Á. (2019). Observing mathematics teaching practices to promote professional development: an analysis of approaches to probability. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 719-733. <https://doi.org/10.29333/iejme/5866>

Vidal-Szabó, P. y Estrella, S. (2021). Conocimiento estadístico especializado en profesores de educación básica, basado en la taxonomía SOLO. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 13(4), 134-148. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v13i4.81>

Zapata-Cardona, L. y Martínez-Castro, C.A. (2023). Statistical modeling in teacher education. *Mathematical Thinking and Learning*, 25(1), 64-78. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1922859>

Como citar:

Arellano-García, Y. y Gamboa-Mateus, E. (2024). La investigación sobre el conocimiento estocástico de profesores de matemáticas: 2018–2023. *Revista de Educación Estadística*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.29035/redes.3.1.6>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.