Red Mexicana en Educación Estocástica

MEMORIAS

1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica

Jornadas Mexicanas en Educación Estocástica
JMEE

© 2025
Red Mexicana en Educación Estocástica (RMEE)
1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica

Editores:

Francisco Sepúlveda Vega
Cristian G. Paredes-Cancino
Damian Alejandro Clemente Olague
Miguel Ángel Verastegui Gutiérrez

Comité evaluador:

Francisco Sepúlveda Vega
Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN

Nicolás Andrés Sánchez Acevedo
Universidad Central de Chile

Sandra Areli Martínez Pérez
Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Azcapotzalco, UNAM

Cristian G. Paredes Cancino
Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN

Felipe de Jesús Jiménez Rodríguez
Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN

José de Jesús Maldonado Gómez
Universidad Autónoma de Zacatecas y Universidad de Colima

Damian Alejandro Clemente Olague
Centro de Estudios Tecnológico Industrial y de Servicios No. 084

Miguel Ángel Verástegui Gutiérrez
Red Mexicana en Educación Estocástica

José Guadalupe Rivera Pérez
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Esta obra está licenciada bajo CC BY-NC-SA 4.0

En la reproducción de cualquier parte de este documento se deben consignar: los créditos a los autores y a la *Red Mexicana en Educación Estocástica*.

Para citar los documentos:

> Apellido Autor, N. (2025). Título del trabajo. En F. Sepúlveda Vega, C. Paredes-Cancino, D. Clemente Olague y M. Verástegui Gutiérrez (Eds.), *Memorias 1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica* (pp. XX-XX). Red Mexicana en Educación Estocástica. https://doi.org/xxxxxxxxx

Documento completo:

> Sepúlveda Vega, F., Paredes-Cancino, C., Clemente Olague, D. y Verástegui Gutiérrez, M. (Eds.). (2025). *Memorias 1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica*. Red Mexicana en Educación Estocástica. https://doi.org/xxxxxxxxx

Contenido

Presentación i

Sección 1: Conferencias Magistrales 1

¿Dónde está la incertidumbre en los problemas de probabilidad? 2

Un panorama de la educación estadística en los niveles educativos medio superior y superior 6

Sección 2: Grupo de Discusión 10

El panorama actual y el futuro de la educación estocástica en México 11

Sección 3: Reportes de Investigación 26

Intervalos aleatorios para introducir el estudio de los intervalos de confianza 27

Comprensión de los Intervalos de confianza para la media de futuros profesores de matemática 28

Buenas prácticas y conceptualizaciones del contenido de medidas de tendencia central en docentes de primaria en Tecalitlán, Jalisco 32

Conocimiento de profesores sobre una concepción de los estudiantes de la distribución muestral simulada 35

Recursos bibliográficos y tecnológicos utilizados por profesores de educación superior para enseñar estadística 39

Razonamiento estadístico evidenciado en profesores de matemática en ejercicio. Un estudio de caso 44

Validación de un marco de desarrollo cognitivo sobre nociones de muestreo estudiantes universitarios y docentes 48

Medidas de variabilidad en libros de texto gratuito del nivel secundaria 52

Presentación

La presente memoria recoge los resultados de la 1ª Jornada Mexicana en Educación Estocástica (JMEE), un evento impulsado por la Red Mexicana en Educación Estocástica (RMEE), como parte de sus iniciativas nacionales para promover el diálogo entre el profesorado, investigadores, y agentes educativos y laborales, con el objetivo de abordar los temas relevantes dentro de este campo disciplinar. La jornada tuvo como eje central el tema "*La enseñanza y el aprendizaje de los contenidos estadísticos y probabilísticos*", y se llevó a cabo en modalidad virtual los días 04 y 05 de octubre de 2024.

Este documento compila los trabajos presentados durante la jornada, organizados en tres modalidades: conferencias, grupo de discusión y reportes o avances de investigación. Cada contribución refleja la diversidad en cuanto al nivel educativo, el concepto o noción abordada, el tipo de estudio realizado y otros aspectos relevantes. Estas presentaciones no solo aportan nuevas perspectivas sobre la educación estocástica, sino que también reflejan el compromiso de los investigadores y docentes con el avance de la enseñanza de la estadística y la probabilidad en México.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores y autoras que se unieron a esta iniciativa, contribuyendo con sus valiosas propuestas e investigaciones. Su participación ha sido fundamental para el éxito de la jornada y para consolidar este espacio de reflexión y aprendizaje colectivo.

La 1ª JMEE fue, además, un espacio de encuentro para académicos, docentes y profesionales tanto nacionales como internacionales, quienes compartieron sus experiencias, retos y soluciones en el campo de la educación estocástica. Este tipo de interacción fortalece la colaboración y el intercambio de buenas prácticas, lo cual es clave para la mejora continua en nuestras aulas.

Confiamos en que la publicación de estos trabajos no solo contribuirá al progreso de la RMEE, sino que también aportará elementos clave para la transformación y renovación de la educación estocástica en las aulas mexicanas, promoviendo un enfoque más integral, accesible y actualizado para los futuros estudiantes.

Francisco Sepúlveda Vega
Cristian G. Paredes-Cancino
Damián Alejandro Clemente Olague
Miguel Ángel Verastegui Gutiérrez
Representantes de la RMEE

Sección 1:

Conferencias Magistrales

¿Dónde está la incertidumbre en los problemas de probabilidad?

Ernesto Sánchez Sánchez[1]

Se presenta una reflexión acerca de los desafíos que enfrenta la enseñanza de la probabilidad, analizados desde cinco ejes.

El objeto de estudio de la probabilidad son las situaciones de incertidumbre

Las situaciones de incertidumbre constituyen el objeto de estudio de la probabilidad, una premisa ampliamente aceptada. Sin embargo, en ocasiones se utiliza el término "azar" en lugar de "incertidumbre" para referirse a estos fenómenos.

Un ejemplo de ello se encuentra en la propuesta de Batanero et al. (2016) sobre razonamiento probabilístico, que lo define como “un modo de razonamiento que implica juicios y toma de decisiones bajo incertidumbre, y que resulta relevante para la vida cotidiana” (p. 9). Asimismo, el trabajo de Kahneman et al. (1982), titulado *Juicios bajo incertidumbre: heurísticas y sesgos*, ha sido influyente en numerosos estudios dentro de la didáctica de la probabilidad. Finalmente, el modelo de Gal (2005) sobre alfabetización probabilística, que integra elementos de conocimiento y disposición, destaca la incertidumbre como uno de los conceptos clave, junto con la predicción, dentro de las grandes ideas del conocimiento probabilístico.

En todos estos estudios, la noción de incertidumbre desempeña un papel central en el análisis de la probabilidad, lo que refuerza la idea de que el objeto de estudio de esta área son precisamente las situaciones de incertidumbre.

La enseñanza de la probabilidad enfoca su atención en el cálculo

En general, los libros de texto sobre probabilidad tienden a centrarse en tareas que promueven el cálculo. Un ejemplo común es el siguiente tipo de ejercicios:

1. *Enlisten todos los posibles resultados de arrojar una moneda cuatro veces*
2. *Un dado honesto se arroja dos veces, calcule la probabilidad: a) de que la suma sea 4; b) de que la suma sea un número impar*

En estos casos, el foco principal de la resolución está en la combinatoria, que está más asociada al álgebra que a la probabilidad misma, lo que genera la pregunta: ¿dónde está la incertidumbre?

Siguiendo esta misma línea, pueden encontrarse problemas que buscan investigar el razonamiento probabilístico, como el siguiente:

[1] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), Ciudad de México, México. esanchez@cinvestav.mx

> *Una urna contiene 2 bolas blancas y 2 bolas negras. Se extraen al azar dos bolas simultáneamente y se observa el color de cada bola, ¿cuál es la probabilidad de que una bola extraída sea blanca y la otra negra?*

Aunque este problema puede considerarse interesante, sus características son similares a las de los ejemplos anteriores, lo que nuevamente nos lleva a cuestionar: ¿dónde está la incertidumbre?

Esta pregunta puede responderse de diversas maneras: una opción es que la incertidumbre radica en el contexto, mientras que otra posibilidad es que los estudiantes experimentan incertidumbre al realizar experimentos con generadores aleatorios. Sin embargo, en el primer caso, este tipo de tareas pueden verse más como ejercicios deterministas o seguros, ya que implican un enfoque algorítmico o el uso de fórmulas matemáticas. En el segundo caso, existe una notable distancia entre la realización de experimentos físicos y las proposiciones abstractas de la probabilidad, lo que puede dificultar la comprensión del vínculo.

La ausencia de la incertidumbre no es simplemente un descuido u omisión

Una posible razón por la cual en la enseñanza de la probabilidad no se promueven más problemas que pongan en primer plano la incertidumbre podría ser el limitado uso de los resultados de investigación en este ámbito. Diversos estudios sobre razonamiento probabilístico han propuesto problemas que exponen a los estudiantes a situaciones de incertidumbre. Ejemplos de ello se encuentran en los trabajos de Alarcón (1982), Green (1982) y Shaughnessy (1997), quienes abordan la idea de *"enfrentar a los estudiantes a la incertidumbre"*. Para profundizar en este enfoque, se sugiere consultar el estudio de Sánchez-Sánchez (2023).

La falta de estas propuestas en los programas educativos podría tener varias explicaciones. Una primera respuesta es que los estudiantes no cuentan con las herramientas necesarias para resolver formalmente estos problemas, ya que involucran operaciones y procedimientos matemáticos complejos. Otra posible razón es la creencia común de que aprender probabilidad es sinónimo de acercarse a la certeza, más que a la incertidumbre.

Los estudiantes carecen de herramientas para tratar la relación incertidumbre-probabilidad

La mayoría de los problemas diseñados para enfrentar a los estudiantes con la incertidumbre requieren nociones complejas de probabilidad. Por ejemplo, la propuesta de Alarcón (1982) demanda el uso del teorema de Bayes y un razonamiento relacionado con pruebas de significación. En el caso del problema de Green (1982), se hace necesario entender conceptos como el estadístico, la distribución del estadístico y la prueba de significación. Por su parte, en el trabajo de Shaughnessy (1997), los conceptos clave son la variación y la distribución.

A partir de esto, se puede concluir que no es realista esperar que estudiantes de secundaria y bachillerato comprendan cómo resolver formalmente este tipo de problemas. En consecuencia, estos problemas parecen ofrecer una oportunidad para explorar las intuiciones sobre la incertidumbre y la probabilidad, pero no podrían convertirse en objetos de enseñanza para los estudiantes, a menos que se utilicen herramientas tecnológicas que faciliten su comprensión.

La tecnología permite replantear la enseñanza de la probabilidad

En la investigación sobre educación estadística ha surgido una tendencia que aboga por acercamientos informales a la inferencia estadística. Esta idea puede trasladarse al campo de la probabilidad, especialmente debido a la disponibilidad de software estadístico. En este contexto, trabajar la probabilidad de manera informal no se limita solo al uso de manipulativos o artefactos aleatorios, sino que también está estrechamente vinculado con el empleo de la tecnología. Por ejemplo, los problemas mencionados pueden resolverse con el apoyo de software estadístico de manera informal, sin necesidad de contar con conocimientos formales sobre distribuciones, distribuciones muestrales, teorema de Bayes, entre otros, para entender los procedimientos de solución computacional (véase Sánchez-Sánchez, 2023).

Conclusión

Aunque se ha investigado ampliamente sobre la enseñanza y el aprendizaje de la probabilidad, se ha descuidado la componente de la incertidumbre. Esto podría deberse, por un lado, a la complejidad de los procedimientos técnicos y formales necesarios para resolver problemas que implican alta incertidumbre, o, por otro, a la creencia de que el aprendizaje de la probabilidad debe centrarse en acercarse a la certeza, en lugar de alejarse de ella.

La tecnología ofrece una oportunidad para superar estas dificultades técnicas y formales, permitiendo, al mismo tiempo, el desarrollo de conceptos clave de la estadística para abordar problemas de incertidumbre. Sin embargo, es necesario llevar a cabo experimentos de diseño que demuestren la viabilidad de un enfoque informal para tratar problemas de incertidumbre, utilizando el apoyo de la tecnología digital.

Referencias

Alarcón, J. (1982). *L'Appréhension des Situations Probabilistes chez de Elevés de 12-14 ans* [Tesis doctoral no publicada]. Université Louis Pasteur.

Batanero, C., Chernoff, E. J., Engel, J., Lee, H. S., Sánchez, E. (2016). *Research on Teaching and Learning Probability*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31625-3_1

Gal, I. (2005). Towards “probability literacy” for all citizens: building blocks and instructional dilemmas. En G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (pp. 39–63). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-24530-8_3

Green, D. R. (1982). *A survey of probability concepts in 3000 pupils aged 11-16 years*. [Tesis doctoral, Loughborough University]. Loughborough University Research Repository. https://bit.ly/47pe9wV

Sánchez-Sánchez, E. A. (2023). Análisis de tres problemas de probabilidad utilizados en la investigación. En Juárez Ruiz, E. L., Hernández Rebollar, L. A., & Castañeda, A. (Eds.), *Tendencias en la Educación Matemática 2023* (pp. 91–111). SOMIDEM Editorial. https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2023/01-05

Shaughnessy, J. (1997). Missed opportunities in research on the teaching and learning of data and chance. In F. Biddulph & K. Carr (Eds.), *The Twentieth Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA)* (pp. 6–22). MERGA. https://bit.ly/3tUEhB9

Tversky, A., & Kahneman, D. (1982). Judgements of and by representativeness. En D. Kahneman, P. Slovic, & A. Tversky (Eds.), *Judgement under Uncertainty: Heuristic and Biases* (pp. 84–98). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511809477

Un panorama de la educación estadística en los niveles educativos medio superior y superior

Ana Luisa Gómez Blancarte[1]

Se presentaron dos estudios en los que se investigaron características de la educación estadística en los niveles de Educación Media Superior (EMS) y Educación Superior (ES). Se resaltó la importancia de estos estudios en términos de la necesidad de conocer el estado de la educación estadística en nuestro país a fin de cuestionarnos las prácticas actuales y crear acciones que nos permitan incidir en las mejoras de esta educación.

Características de la educación estadística en la EMS

El estudio se organizó en dos etapas, en la primera se analizaron ocho programas de estudio de la materia de estadística utilizados en los sistemas educativos CONALEP, DGB, COLBACH, COBAEM, UEMSTAyCM, UEMSTIS, CECyTEM, CBT, EPOEM, IPN y UNAM, los cuales estaban vigentes en el periodo 2018-2019 (ver Chávez Aguilar, 2020; Gómez Blancarte et al., 2022). En la segunda se encuestó a un total de 754 profesores que impartían la materia en los planteles de estos sistemas educativos (ver Gómez Blancarte et al., 2021). En ambas etapas se identificaron las orientaciones de la enseñanza de estadística, según los enfoques de Cultura Estadística (Gal, 2002), Razonamiento Estadístico (Ben-Zvi y Garfiel, 2004; delMas, 2004) y Pensamiento Estadístico (Ben-Zvi y Garfiel, 2004; Chance, 2002; Wild y Pfannkuch, 1999).

De los ocho programas, cuatro de ellos (COLBACH, DGB/COABEM, UEMSTAyCM/UEMSTIS/CECyTEM, IPN) tienden a promover más elementos de Cultura Estadística, uno de Razonamiento Estadístico (CBT/EPOEM), uno de Pensamiento Estadístico (UNAM-CCH), uno de los tres enfoques (UNAM-ENP) y uno no mostró alineación con algunos de estos enfoques (CONALEP).

- El programa COLBACH destacó en presentar un mayor número de elementos característicos de una Cultura Estadística: desarrollo de habilidades para organizar, construir y representar datos en tablas y gráficas; fomenta una postura crítica; enfatiza el uso e interpretación de la estadística en la vida diaria y promueve el uso de la tecnología. Los programas DGB/COBAEM e IPN tienden a centrarse en un conocimiento básico de conceptos como medidas de tendencia central y de dispersión. El programa del IPN promueve, además, la descripción de gráficos, distribuciones y relaciones entre datos.

[1] Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN), Ciudad de México, México. algomezb@ipn.mx

- El programa CBT/EPOEM destacó en presentar elementos característicos de un Razonamiento Estadístico, ya que promueve la comprensión de ideas estadísticas sobre datos, medidas de centro y variabilidad; el trabajo con proyectos estadísticos y enfatiza en el uso de la tecnología para describir el comportamiento de datos.
- El programa UNAM-CCH centra la enseñanza en el desarrollo de elementos característicos de un Pensamiento Estadístico. Destaca por enfatizar en el uso de la estadística como una estrategia metodológica de resolución de problemas y toma de decisiones; en características de variabilidad en los fenómenos en estudio y en el razonamiento con diferentes modelos estadísticos.
- El programa UNAM-ENP presentó, de manera equilibrada, elementos característicos de los tres enfoques. Enfatiza en la descripción e interpretación de representaciones gráficas provenientes de diversas fuentes; promueve el uso de la estadística para el manejo de datos (organizar, analizar y representar), provenientes de contextos reales, con el apoyo de la tecnología; enfatiza en la comprensión y evaluación de la información para la toma de decisiones; sugiere el desarrollo de habilidades de investigación y análisis mediante el trabajo con proyectos estadísticos.

Contrario a los programas de estudio, los profesores parecen promover la enseñanza de elementos de estos tres enfoques de manera indistinta. No obstante, el grado en que los promueven varía según el sistema educativo para el que labora el profesor.

- No hubo diferencia en el énfasis de enseñar un enfoque más que otro. Los profesores parecen enseñar elementos de los tres enfoques de manera indistinta.

Características de la educación estadística en la ES

El estudio de ES se desarrolló como parte de la tesis de doctorado de Rivera Pérez (2023), bajo la dirección de la autora. El objetivo fue identificar características de la enseñanza y evaluación de la estadística en los cursos que imparten profesores en diferentes carreras universitarias de México. Para ello, se diseñó una encuesta tomando como marco de referencia las recomendaciones sobre qué y cómo enseñar estadística emitidas en la GAISE (GAISE College Report ASA Revision Committee, 2016). La encuesta fue respondida por 750 profesores durante el periodo de diciembre de 2020 a julio de 2021.

De acuerdo con los resultados, los profesores dicen enfatizar en características que se vinculan con las recomendaciones GAISE: enseñar el pensamiento estadístico, integrar datos reales con un contexto y propósito real, usar tecnología y evaluar el aprendizaje de los estudiantes. En lo que respecta a enseñar el pensamiento

estadístico e integrar datos reales, los profesores consideran aspectos que se relacionan con las fases del ciclo PPDAC de investigación estadística. Por ejemplo,

- Promover que los estudiantes formulen preguntas de investigación estadística ante un Problema (70.4%).
- Promover que los estudiantes exploren el contexto del Problema para discutir ideas como: variables, población, muestra, tamaño de muestra y tipo de muestreo, entre otros (73.5%).
- Permitir que los estudiantes generen, critiquen, juzguen, interpreten y busquen información para la solución de un Problema (70.1%).
- Promover que los estudiantes interpreten los resultados de un análisis estadístico en términos del contexto de donde provienen los datos (87.6%).
- Promover en los estudiantes la toma de decisiones ante un Problema real, según los resultados estadísticos (73.5%).

Con relación al uso de la tecnología:

- 96.3% de los profesores dicen usar la tecnología para sus clases. Entre las herramientas tecnológicas más utilizadas para la enseñanza de la estadística, destacan Microsoft Excel (90.1%) y calculadora (64.8%).

Los profesores señalaron centrarse en los siguientes aspectos de evaluación:

- Interpretar la información mostrada en representaciones estadísticas (79.6%), interpretar resultados de un análisis estadístico (77.3%), aplicación de forma adecuada los métodos estadísticos (75.3%). En menor énfasis, evalúan la habilidad de los estudiantes para realizar una investigación estadística en la se planteen un Problema, propongan una pregunta de investigación estadística, recolecten daos reales, realicen un análisis estadístico y extraigan concusiones basadas en el análisis y el contexto de Problema (52.4%). Es decir, realicen el ciclo completo PPDAC.

Referencias

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (Eds.). (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinkin*g. Kluwer Academic Publishers.

Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*, *10*(3). https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910677

Chávez Aguilar, R. D. (2020). *Características de la enseñanza de la estadística en los programas de estudio de educación media superior* [Tesis de maestría no publicada]. Instituto Politécnico Nacional.

delMas, R. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79–95). Kluwer Academic Publishers. https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-2278-6_4

GAISE College Report ASA Revision Committee. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report 2016*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statisticseducation-(gaise)-reports

Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, *70*(1), 1–25. http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x

Gómez Blancarte, A. L., Chávez, Aguilar, R. D., & Miranda Viramontes, I. (2022). Enfoques de la enseñanza de la estadística en los programas de estudio de educación media superior. *IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH*, 13, e1394. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1394

Gómez-Blancarte, A. L., Rocha, C. R., & Chávez, A. R. D. (2021). A survey of the teaching of statistical literacy, reasoning and thinking: Teachers' classroom practice in Mexican high school education [Número especial]. *Statistics Education Research Journal*, *20*(2). https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.397

Rivera Pérez, J. G. (2023). *Características de la enseñanza y evaluación de la estadística en carreras universitarias* [Tesis de doctorado no publicada]. Instituto Politécnico Nacional.

Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, *67*(3), 223–265. https://iase-web.org/documents/intstatreview/99.Wild.Pfannkuch.pdf

Sección 2:

Grupo de Discusión

El panorama actual y el futuro de la educación estocástica en México

Temáticas: ¿Qué se entiende por Educación Estocástica? y Panorama de la Educación Estocástica en México

Moderador: Jaime I. García García[1]
Panelistas: Beatriz Adriana Rodríguez González[2], Blanca Ruiz Hernández[3], Eleazar Silvestre Castro[4], Saúl Elizarraras Baena[5]

La presente relatoría resume la discusión suscitada entre los panelistas, cuyo tema rector fue "*El panorama actual y el futuro de la educación estocástica en México"*.

La dinámica del grupo giró en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es y qué implica la educación estocástica en el contexto educativo actual? ¿Y cómo la estamos promoviendo o cómo podemos promoverla en las aulas de clase mexicanas?
- ¿Cuál es el panorama actual y las tendencias emergentes en la investigación en educación estocástica en México?
- ¿Cuáles son los principales retos y oportunidades de colaboración entre investigadores, docentes y agentes políticos en el avance de la educación estocástica?

A continuación, se presentan las reflexiones de los panelistas en el orden de participación. Si desea profundizar en la discusión se recomienda consultar: **colocar el enlace**.

Primera pregunta: ¿Qué es y qué implica la educación estocástica en el contexto educativo actual? y ¿Cómo la estamos promoviendo o cómo podemos promoverla en las aulas de clase mexicanas?

Blanca Ruiz

Para la panelista, la educación estocástica implica preocuparse por cómo se enseña y aprende la probabilidad y la estadística en distintos niveles educativos. Esto requiere conocer el currículo oficial, cuestionar qué debería enseñarse y asegurarse de que la

[1] Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Chile. jaime.garcia@umce.cl
[2] Universidad Politécnica de Zacatecas, México. brodriguez@upz.edu.mx
[3] Tecnológico de Monterrey, México. bruiz@tec.mx
[4] Departamento de Matemática de la Universidad de Sonora, México. eleazar.silvestre@gmail.com
[5] Escuela Normal Superior de México, México. saulelibа@gmail.com

enseñanza responda a las necesidades del contexto laboral, ya que la perspectiva del análisis de datos varía según el área de trabajo.

Asimismo, la educación estocástica debe considerar su impacto en la vida social, abarcando la interpretación de información relacionada con la economía, la política, el clima y otros aspectos de interés público. En este sentido, la educación estadística no sólo concierne a investigadores, sino también a profesores, estudiantes, editores, autores de libros, organizaciones, asociaciones profesionales, comunicadores de noticias y otros actores involucrados en la sociedad y el ámbito escolar.

Respecto a la promoción de la educación estocástica en el aula, la panelista señala que el panorama es amplio y complejo. Sin embargo, destaca que una de las principales estrategias ha sido vincular la enseñanza con datos reales del entorno escolar y social, como los censos del INEGI, encuestas sobre percepción de seguridad, índices de lectura y datos sobre el COVID-19. Para ella, estos temas forman parte de la vida cotidiana, pero a menudo no se abordan adecuadamente en la enseñanza, lo que contribuye a que muchas personas no comprendan los datos que aparecen en los medios de comunicación.

Además, enfatiza la importancia de involucrar a otros actores en la discusión de estas problemáticas, como representantes de empresas, ONGs y el gobierno. Integrarlos en la vida escolar enriquecería la enseñanza y fortalecería su conexión con el mundo real.

Por último, resalta la necesidad de vincular la educación con los hallazgos de la investigación. Es fundamental que profesores, directivos, editores, autores de libros y desarrolladores de software estén informados sobre los avances en educación estadística. No obstante, la difusión de estos conocimientos no debe recaer únicamente en estos actores, sino también en los investigadores, quienes tienen la responsabilidad de compartir sus resultados con la comunidad educativa y la sociedad en general.

Saúl Elizarraras

El ponente define la educación estocástica como la interrelación entre los temas de probabilidad y estadística, los cuales deben estar necesariamente vinculados para aprovechar su potencial al máximo y darles un sentido conjunto.

En cuanto a sus implicaciones, considera que son fundamentales para la formación de una ciudadanía crítica y participativa. Su propósito no se limita únicamente a la emisión del voto durante los periodos electorales, sino que debe trascender hacia una comprensión más profunda de las políticas gubernamentales. Además, destaca que México, al haber firmado tratados internacionales, requiere que la ciudadanía cuente una formación acorde a estos compromisos, lo que refuerza la importancia de la

educación estocástica en la construcción de una sociedad verdaderamente democrática.

A partir de su experiencia, el ponente señala que muchos docentes muestran desinterés por los temas políticos, lo cual atribuye a un desconocimiento sobre la relevancia del pensamiento estocástico en la formación de una ciudadanía más comprometida. Asimismo, considera que el desfasamiento entre los programas de estudio ha dificultado la promoción de estos temas, pues no existe una alineación adecuada entre los planes de educación básica y aquellos destinados a la formación de futuros docentes.

Como ejemplo, menciona que, mientras el nuevo plan de estudios (Plan 2017) de las Escuelas Normales fue formulado en 2017, la educación normalista continuaba trabajando con el plan de 1999, y hasta 2018 se intentó articular ambas estructuras, con todas sus limitaciones respecto a las competencias. En educación secundaria y media superior, se implementaron programas de estudio en 2006, 2009 y 2011, lo que generó una falta de continuidad. Esta desarticulación se ha mantenido en reformas recientes, particularmente en la educación media superior, donde la reinserción de temas estocásticos ha sido insuficiente. Actualmente, estos contenidos se agrupan en un solo curso que abarca estadística descriptiva, probabilidad y estadística inferencial, además de que se redujo la carga horaria de cinco a cuatro horas semanales, pasando de 100 a 80 horas por semestre, lo que afecta negativamente la formación de los estudiantes.

El ponente también destaca que, en el Plan 2017, los contenidos estocásticos prácticamente desaparecieron del currículo, quedando reducidos a un solo bloque que debía impartirse en un máximo de dos semanas. Ante esta situación, los proyectos escuela, aula y comunidad han surgido como una alternativa para promover estos temas. Sin embargo, en la práctica, la rigidez impuesta por las autoridades escolares dificulta su implementación, ya que estos proyectos requieren un vínculo real entre la escuela y la comunidad, alineado con el modelo de la Nueva Escuela Mexicana. En la mayoría de los casos, considera que los directivos no tienen la intención de establecer este vínculo, ya que ello implicaría un mayor compromiso con su función como autoridades.

Beatriz Rodríguez

La panelista define la educación estocástica como un proceso que fomenta la capacidad de inferencia y conjetura, fundamentales para el desarrollo del pensamiento crítico. En este contexto, considera que una de las principales demandas de la educación estadística es la promoción de una cultura estadística, entendida como la

capacidad de interpretar, evaluar y comunicar información basada en datos dentro de diversos ámbitos, incluyendo los medios de comunicación y la vida cotidiana.

Destaca que la alfabetización estadística es clave para que los ciudadanos comprendan e interpreten representaciones de datos, diferenciando entre información cualitativa y cuantitativa, así como para entender el lenguaje especializado en estadística. Siguiendo a Garfield (2002), enfatiza que el razonamiento estadístico implica la habilidad de dar sentido a la información y tomar decisiones informadas basadas en datos.

Desde su perspectiva, estos elementos están interconectados y deben abordarse en un marco educativo que promueva el pensamiento crítico y la participación social. En este sentido, menciona la Nueva Escuela Mexicana como un proyecto educativo con enfoque crítico, humanista y comunitario, cuyos cambios curriculares y nuevos materiales representan desafíos para los educadores estadísticos.

Respecto a la enseñanza en el aula, la panelista enfatiza la importancia de desafiar a los estudiantes más avanzados sin dejar atrás a los más rezagados, fomentando la inclusión y el desarrollo del pensamiento estocástico. Resalta la necesidad de introducir materiales y situaciones de aprendizaje que incentiven la reflexión, la discusión y la toma de decisiones. Asimismo, señala que la tecnología debe usarse de manera equilibrada, sin sustituir el aprendizaje conceptual ni el papel del docente como guía en la comprensión de los procedimientos matemáticos.

Por último, menciona que, a pesar de los desafíos, ha observado entusiasmo entre los docentes y matemáticos educativos en la implementación de proyectos innovadores en estadística, lo que refuerza la idea de que la educación estocástica tiene un papel clave en la formación de ciudadanos críticos y participativos.

Eleazar Silvestre

El ponente define la educación estocástica como una visión integrada de la enseñanza de la probabilidad y la estadística, donde ambas áreas están estrechamente relacionadas en lugar de ser tratadas por separado. Su enfoque abarca la inferencia estadística, la modelización de relaciones no determinísticas, el análisis de fenómenos aleatorios y la toma de decisiones bajo incertidumbre.

Desde su perspectiva, el objetivo de la educación estocástica es preparar a los estudiantes para enfrentar situaciones de incertidumbre en distintos ámbitos de su vida, promoviendo la alfabetización probabilística y estadística. Para ello, considera fundamental generar espacios de aprendizaje donde los estudiantes experimenten con la variabilidad y la aleatoriedad, explorando conceptos como el muestreo y sus aplicaciones.

Al analizar la promoción de la educación estocástica en México, señala que el tratamiento de estos temas en los planes de estudio sigue una progresión tardía y fragmentada. La probabilidad se introduce hasta quinto año de primaria, se complejiza en secundaria y se aborda de manera más estructurada en bachillerato con un curso obligatorio en primer semestre. A nivel universitario, la estadística inferencial está presente en diversas licenciaturas, con un énfasis particular en áreas como finanzas, actuaría, química e ingeniería.

Sin embargo, advierte que la enseñanza de estos temas sigue un enfoque tradicional y predominantemente matemático, lo que limita su potencial educativo. Para mejorar la educación estocástica en las aulas mexicanas, propone integrar recursos desarrollados en investigaciones recientes, como el uso de la probabilidad para modelar fenómenos, la simulación para visualizar conceptos, y la introducción del concepto de riesgo como herramienta didáctica. También destaca la importancia de enfoques pedagógicos como la inferencia informal y el uso estratégico de representaciones en la enseñanza.

Finalmente, enfatiza que un factor clave para el fortalecimiento de la educación estocástica es el desarrollo profesional docente. Considera fundamental brindar acompañamiento a los profesores y fomentar redes de colaboración que permitan una enseñanza más efectiva y significativa en esta área.

Discusión y síntesis

La discusión que se suscitó al finalizar la primera ronda de participaciones resaltó la importancia del desarrollo docente y la falta de investigación aplicada en el ámbito laboral. También se planteó la necesidad de que la investigación en educación estadística tenga un impacto directo en las escuelas, promoviendo una mejor vinculación entre la academia y la enseñanza. Además, se destacó la creciente demanda de estadísticos en sectores como empresas, ONGs y el gobierno, impulsada por la disponibilidad masiva de datos y la necesidad de análisis especializados. Casos como la pandemia de COVID-19 evidenciaron la relevancia de la estadística en la toma de decisiones, subrayando que la educación en esta área no solo debe dirigirse a la ciudadanía, sino también a profesionales y organizaciones que requieren estas competencias.

En resumen, sobre esta primera ronda de participaciones, la educación estocástica es concebida de manera diversa por los expertos, pero todos coinciden en su importancia para la formación ciudadana y el pensamiento crítico. La ponente Blanca Ruiz resalta su impacto en la vida social y la necesidad de una enseñanza contextualizada con datos reales, promoviendo la vinculación entre escuela y sociedad. Por su parte, el panelista Saúl Elizarraras enfatiza su papel en la construcción de una ciudadanía

informada y denuncia la desarticulación curricular que ha afectado la enseñanza de estos temas en distintos niveles educativos.

Desde una perspectiva más cognitiva, la ponente Beatriz Rodríguez subraya la alfabetización estadística como clave para interpretar información en la vida cotidiana y destaca la necesidad de materiales y estrategias didácticas que fomenten la reflexión y la toma de decisiones. De manera similar, el panelista Eleazar Silvestre aboga por una enseñanza integrada de la probabilidad y la estadística, con énfasis en la modelización, la inferencia informal y el uso de simulaciones para fortalecer la comprensión de la incertidumbre. Ambos coinciden en la importancia del desarrollo profesional docente como un factor clave para mejorar la enseñanza.

En conjunto, estas visiones enfatizan que la educación estocástica debe ser relevante y accesible, vinculando los conocimientos con la vida real y promoviendo enfoques innovadores en la enseñanza. Para ello, es esencial superar barreras curriculares, fortalecer la formación de docentes y fomentar la colaboración entre distintos actores educativos y sociales.

Segunda pregunta: ¿Cuál es el panorama actual y las tendencias emergentes en la investigación en educación estocástica en México?

Eleazar Silvestre

El ponente destaca el desarrollo reciente de la educación estocástica como un campo en crecimiento dentro de la investigación en educación matemática. Menciona la labor de autores como Santiago Insunza, Ana Luisa Gómez Blancarte, Ernesto Sánchez y Blanca Ruiz, quienes han trabajado en la documentación de procesos de enseñanza y aprendizaje, así como en el uso de tecnología especializada, incluyendo simulaciones computarizadas y enfoques pedagógicos específicos. Aunque la mayoría de estas investigaciones se han centrado en el nivel medio superior y superior, recientemente ha surgido un interés por explorar estos temas en niveles educativos más elementales, junto con un análisis curricular en torno a la estadística y la probabilidad.

Asimismo, resalta la importancia de la formación docente, el estudio de sus prácticas y creencias, y el trabajo por proyectos como una vía para fortalecer la educación estocástica. Reconoce que el término "educación estocástica" funciona como un paraguas que abarca diversas líneas de investigación y destaca la influencia de grupos de investigación como los liderados por Ernesto Sánchez y Blanca Ruiz. También señala que en México la investigación en educación estadística es predominante en comparación con la educación probabilística, lo que ha generado una asimetría en la

producción académica, ya que se privilegia la estadística descriptiva sobre la inferencial y probabilística.

Finalmente, el ponente expresa que esta tendencia podría cambiar en los próximos años, dado el creciente interés en la educación estocástica dentro del ámbito educativo y matemático. Considera que la comunidad académica está cada vez más involucrada en esta área, lo que sugiere un panorama prometedor para su consolidación y expansión en distintos niveles educativos. En este sentido, destaca que foros como el que se resume en este texto reflejan el interés genuino de investigadores y profesores en fortalecer este campo en México.

Beatriz Rodríguez

La panelista aborda las tendencias actuales en educación estadística a partir del trabajo de Sánchez Sánchez et al. (2024), destacando cinco áreas clave en las que la Universidad Autónoma de Zacatecas está enfocando su investigación. En primer lugar, analiza los marcos conceptuales para el desarrollo del pensamiento estocástico, resaltando la adaptabilidad de la estadística a diversos modelos teóricos, incluso aquellos no diseñados originalmente para este campo, como las comunidades de práctica. También enfatiza la importancia de integrar enfoques tecnológicos en la enseñanza de la estadística para responder a los cambios en el panorama educativo.

Otro aspecto central es el diseño de tareas y materiales educativos, considerando los diversos contextos en los que se aplica la estadística, desde el ámbito escolar hasta el ocupacional y científico. También resalta la formación y el desarrollo profesional docente, mencionando la necesidad de fortalecer la preparación en probabilidad y estadística dentro de programas como la nueva licenciatura en Matemática Educativa. En este sentido, subraya la relevancia del currículo en la formación del profesorado y su impacto en la enseñanza de estos temas en nivel secundario.

Por último, la panelista destaca el papel de los libros de texto en la educación estadística, analizando su contenido y su uso como guía en el aula. Además, resalta la creciente influencia de la ciencia de datos y la inteligencia artificial en la enseñanza de la estadística, reconociendo que los estudiantes, en ocasiones, tienen mayor familiaridad con estas tecnologías que los propios docentes. Esto plantea nuevos desafíos para la educación universitaria, donde se requiere una actualización constante para el desarrollo del pensamiento estadístico en un mundo cada vez más digitalizado.

Saúl Elizarraras

El ponente complementa las ideas de los otros ponentes refiriéndose a la propuesta de Ojeda (2006), que aborda tres ejes fundamentales en la educación estadística: epistemológico, social y cognitivo. En el ámbito epistemológico, destaca las ideas fundamentales de Heitele (1975), en el social resalta la interacción en el aula según Steinbring (2005), y en el cognitivo menciona el trabajo de William Frawley (1999) sobre las etapas de subjetividad. Además, subraya los resultados obtenidos en diferentes niveles educativos, desde primaria hasta educación superior, donde se observa una falta de enseñanza adecuada sobre la probabilidad y diversos problemas conceptuales en los estudiantes, como la confusión entre probabilidad y proporción, así como concepciones erróneas relacionadas con medidas de tendencia central.

También menciona que las dificultades en el aprendizaje de la probabilidad y la estadística se reflejan en los resultados de los estudiantes, que frecuentemente muestran razonamientos deterministas y malentendidos sobre conceptos fundamentales de la estocástica. Al referirse al curso de pensamiento matemático en bachillerato, explica cómo se organiza el programa, con una carga horaria de 80 horas semestrales distribuidas en 15 progresiones, aunque en la práctica estas horas se reducen debido a actividades extracurriculares y suspensiones de clases, lo que afecta la conclusión completa de las temáticas.

Por último, el ponente enfatiza que la implementación de la Nueva Escuela Mexicana ofrece oportunidades para realizar investigaciones más allá del aula, sugiriendo que estas iniciativas deben trascender el entorno escolar y convertirse en una parte integral del desarrollo educativo más amplio. Propone que, al vincular la educación estadística con la investigación aplicada, se podría mejorar la comprensión y enseñanza de estos conceptos en todos los niveles educativos.

Blanca Ruiz

La panelista ofrece una visión del panorama actual en la educación estadística y probabilística en México, destacando la dificultad de formar un grupo sólido en este campo. Señala que, aunque ha habido esfuerzos constantes, estos se han enfrentado a altibajos y que todavía son pocos los investigadores dedicados a la enseñanza de la probabilidad y la estadística en el país. A pesar de los desafíos, celebra el esfuerzo de los organizadores de las jornadas, quienes le han renovado el ánimo.

En su búsqueda de tendencias de investigación en México a través de plataformas como Scopus, la panelista identificó varias áreas clave. Primero, la alfabetización estadística, que encabeza las tendencias, resalta la importancia de que los ciudadanos comprendan y utilicen estadísticas, un tema muy relevante en la actualidad. La integración de tecnología y software en la enseñanza de la estadística es otra

tendencia destacada, especialmente en niveles universitarios, con el objetivo de gestionar grandes volúmenes de datos y facilitar la experimentación en niveles básicos. Aunque no encontró estudios que vinculen directamente herramientas como *ChatGPT* con la educación estadística, anticipa que este tipo de investigaciones se desarrollarán pronto.

Otro hallazgo fue que la formación de profesores en educación estadística ocupa un lugar destacado entre las tendencias emergentes en México, reflejando la necesidad urgente de mejorar la capacitación docente en este campo. Las dificultades conceptuales en probabilidad, como la probabilidad condicional y la aleatoriedad, también son temas recurrentes, particularmente en el nivel primario. Además, las técnicas de aprendizaje activas, como el aprendizaje basado en proyectos, ganan relevancia, especialmente en el contexto latinoamericano, con el pensamiento estadístico ciudadano y su vínculo con el pensamiento crítico, que se aborda con temas como la pandemia, elecciones y cambio climático.

En cuanto a las tendencias emergentes, la panelista destaca que la integración de la tecnología en la enseñanza de la estadística, impulsada por la ciencia de datos y la inteligencia artificial, probablemente dominará en los próximos años. También prevé que la formación de profesores en educación estadística seguirá siendo una prioridad, dada la fuerte demanda en este campo. Finalmente, destaca el crecimiento de las técnicas de aprendizaje activas, que están transformando el aula y respondiendo a las nuevas necesidades educativas.

Discusión y síntesis

En la discusión los autores coincidieron en que las diferentes posturas sobre el panorama actual y las tendencias emergentes en educación estadística se complementan más que diferencian. Aunque cada enfoque aborda los objetos de estudio desde perspectivas distintas, existen puntos en común que contribuyen a obtener resultados convergentes. También coinciden en que, a pesar de que habido un amplio crecimiento en la investigación en las últimas dos décadas, resta mucho trabajo por hacer en este ámbito.

Además, se señaló la necesidad de un esfuerzo colectivo para identificar qué se ha logrado y qué falta por investigar. En específico, se propuso el reto de que, mediante la colaboración de varias personas, se pueda generar un panorama detallado y actualizado sobre el estado de la investigación en educación estadística en México. Este esfuerzo colectivo ayudaría a identificar tanto las líneas emergentes como las áreas pendientes de explorar, especialmente en el contexto de la educación básica, lo que sería difícil de lograr por una sola persona.

En resumen, los cuatro especialistas coinciden en la creciente relevancia de la educación estocástica y estadística en México, aunque con enfoques distintos. El ponente Eleazar Silvestre y la ponente Beatriz Rodríguez enfatizan el papel de la formación docente y los marcos teóricos en la enseñanza de la estadística, mientras que el panelista Saúl Elizarraras y la panelista Blanca Ruiz abordan los retos conceptuales y estructurales en la implementación de la educación estocástica en diferentes niveles educativos. Un punto clave en común es la importancia de la tecnología en la enseñanza de la estadística, destacada especialmente por las ponentes Beatriz Rodríguez y Blanca Ruiz, quienes señalan la influencia creciente de la inteligencia artificial y la ciencia de datos.

En términos de diferencias, el ponente Eleazar Silvestre pone énfasis en la asimetría entre la educación estadística y probabilística en México, mientras que la panelista Beatriz Rodríguez profundiza en la relación entre el currículo y la formación docente, señalando cómo estos factores influyen en la enseñanza secundaria y universitaria. Por otro lado, el panelista Saúl Elizarraras se centra en los problemas conceptuales que enfrentan los estudiantes y las limitaciones del sistema educativo, mientras que la Dra. Ruiz adopta una perspectiva más amplia, identificando tendencias globales y nacionales en la investigación en educación estadística.

Las posturas convergen en la necesidad de fortalecer la educación estadística a través de la formación docente, la integración de tecnología y la mejora curricular, pero divergen en sus enfoques específicos. Mientras que los panelistas Eleazar Silvestre y Saúl Elizarraras abordan los retos internos de la educación estocástica en México, las ponentes Beatriz Rodríguez y Blanza Ruiz miran hacia tendencias internacionales y su impacto en el país. Todos coinciden en que la educación estocástica está en crecimiento y que su consolidación dependerá de la colaboración entre investigadores, docentes y las instituciones educativas.

Tercera pregunta: ¿Cuáles son los principales retos y oportunidades de colaboración entre investigadores, docentes y agentes políticos en el avance de la educación estocástica?

Beatriz Rodríguez

La panelista identifica tres grandes retos y oportunidades en la educación estocástica y estadística en México. En primer lugar, destaca la formación docente como un desafío clave, señalando que los profesores se capacitan muchas veces dentro del aula y a través de su propia experiencia. Sin embargo, reconoce que las generaciones de estudiantes han cambiado, especialmente tras la pandemia, lo que ha generado tanto rezagos como oportunidades con el uso de la tecnología. La virtualidad ha

permitido llegar a más espacios, pero también ha profundizado la exclusión en comunidades con acceso limitado a estos recursos. Además, enfatiza la brecha entre la educación pública y privada, donde los docentes en servicio no siempre reciben la capacitación necesaria, lo que contribuye a desigualdades en el aprendizaje.

Otro reto importante es la necesidad de fortalecer las redes de investigación en educación estadística. La ponente considera esencial que estas redes no solo produzcan investigaciones teóricas, sino que sus hallazgos tengan un impacto real en la enseñanza y formación de los docentes. En este sentido, cuestiona el destino final de la investigación y su relación con la práctica educativa. También subraya la importancia de alinear los planes y programas nacionales con el currículo internacional, permitiendo la evaluación de los cambios educativos recientes. Un ejemplo claro es la introducción tardía de la probabilidad en quinto grado, a pesar de que los niños tienen nociones de incertidumbre desde edades más tempranas, lo que resalta la necesidad de replantear los enfoques actuales para potenciar el razonamiento estadístico desde edades tempranas.

Finalmente, la panelista señala que la inteligencia artificial y la ciencia de datos representan una revolución en la educación estadística, con investigaciones emergentes sobre su uso en el aula. No obstante, plantea la necesidad de establecer límites sobre su aplicación, asegurando que los estudiantes no dependan completamente de estas herramientas sin desarrollar su propio criterio y capacidad de reflexión. La inmediatez que ofrecen estas tecnologías no debe sustituir el pensamiento crítico, sino convertirse en un complemento educativo. Concluye que la evaluación, la actualización docente y la integración estratégica de la tecnología son clave para el desarrollo de una educación estocástica más equitativa y efectiva.

Eleazar Silvestre

El ponente identifica diversos retos y oportunidades en la educación estocástica en México, enfatizando la relación entre investigadores y docentes. Señala la falta de programas de posgrado especializados en educación estocástica que promuevan una formación profesionalizante, lo que representa una oportunidad para fortalecer la intervención en el sistema educativo. También destaca la barrera comunicativa entre investigadores y docentes, ya que el lenguaje técnico y teórico puede dificultar la apropiación de nuevos enfoques pedagógicos, como los planteados en la Nueva Escuela Mexicana.

Otro desafío es la tendencia de los docentes a trabajar de manera aislada. Sugiere que metodologías colaborativas, como el *Lesson Study*, podrían ayudar a mejorar la práctica docente y a generar un vínculo más estrecho entre investigación e intervención educativa. Además, menciona la complejidad de la relación entre

docentes e investigadores con los agentes políticos, subrayando la necesidad de establecer un terreno común para facilitar la implementación de cambios en la educación estocástica.

En cuanto a la transición curricular actual, el panelista ve en la enseñanza basada en proyectos una oportunidad para fortalecer el papel de la estadística en el nuevo modelo educativo. También resalta que la probabilidad y la estadística son materias obligatorias a nivel bachillerato, lo que, a pesar de la reducción en horas de enseñanza, puede verse como una oportunidad para garantizar que todos los estudiantes tengan contacto con estos temas.

Finalmente, destaca la relevancia de la alfabetización estadística y probabilística en la vida cotidiana, especialmente tras eventos como la pandemia de COVID-19, que evidenció la necesidad de una mejor comprensión de los datos y la incertidumbre. Además, menciona que la inteligencia artificial, lejos de ser una "caja negra", se basa en principios de probabilidad y estadística, lo que refuerza la importancia de estos conocimientos en la educación. Concluye que fortalecer la colaboración entre investigadores, docentes y agentes políticos es clave para mejorar la educación estocástica en el país, y que los grupos de trabajo, centros de investigación y programas de posgrado pueden desempeñar un papel crucial en este proceso.

Blanca Ruiz

La ponente enfatiza la necesidad de combatir la tendencia a eliminar la probabilidad y la estadística de los currículos escolares, destacando que, aunque actualmente son obligatorias en el bachillerato, históricamente han sido relegadas en favor de otras disciplinas. Subraya que esta constante reducción y reincorporación de la estadística en los planes de estudio refleja una falta de comprensión sobre su relevancia y utilidad en la educación.

Uno de los problemas centrales que identifica es la escasez de profesores con un conocimiento sólido en probabilidad y estadística en todos los niveles educativos, incluyendo posgrado. Destaca que diversas disciplinas como biología, química y sociología requieren docentes capacitados en estos temas y que en México solo existen dos licenciaturas especializadas en estadística (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Universidad Veracruzana), lo que limita la formación de profesionistas en el área.

También resalta la necesidad de actualizar la enseñanza de la estadística, incorporando nuevas técnicas desarrolladas en los últimos 20 años y adoptando software avanzado para el análisis de datos. Critica el uso predominante de herramientas básicas como Excel en el nivel universitario, señalando que esto deja a los egresados en desventaja en el ámbito laboral.

Otro desafío importante es la tendencia a enseñar estadística mediante fórmulas en lugar de enfocarse en los conceptos e ideas subyacentes. La panelista argumenta que, si bien las bases matemáticas de la estadística son complejas, los principios fundamentales no lo son tanto, por lo que es necesario un enfoque más conceptual en la enseñanza.

Además, enfatiza la falta de investigación sobre la enseñanza de la estadística en el nivel universitario y de posgrado, lo que dificulta la implementación de mejoras pedagógicas basadas en evidencia. También subraya la importancia de diferenciar entre estadística y ciencia de datos, ya que, aunque la segunda se originó a partir de la primera, ha evolucionado hacia un campo independiente con un fuerte componente computacional. Señala que, mientras los informáticos se involucran cada vez más en la ciencia de datos, muchos carecen de formación estadística, lo que resalta la necesidad de establecer vínculos entre ambas áreas.

Por último, propone la incorporación de actores externos en la enseñanza de la estadística, como empresarios y medios de comunicación, para comprender mejor las necesidades del sector laboral y mejorar la difusión del conocimiento estadístico en la sociedad. Destaca que muchas empresas y organismos gubernamentales generan grandes volúmenes de datos, pero carecen de las herramientas y el conocimiento necesario para analizarlos adecuadamente, lo que impacta la toma de decisiones. Asimismo, señala la importancia de educar a los periodistas sobre probabilidad y estadística, dado su papel en la difusión de información al público.

En conclusión, la ponente aboga por una mayor integración de la probabilidad y la estadística en los planes de estudio, la actualización de los docentes en la disciplina y sus herramientas, una enseñanza basada en conceptos más que en fórmulas, el fortalecimiento de la investigación en educación estadística a nivel superior y la colaboración con actores externos para ampliar el impacto de la estadística en distintos sectores.

Saúl Elizarraras

El ponente enfatiza la falta de formación continua en educación estocástica para docentes en servicio, señalando que, aunque existen capacitaciones en metodologías activas dentro de la Nueva Escuela Mexicana, no hay una formación específica en probabilidad y estadística. En el nivel medio superior, si bien se ofrecen cursos relacionados con el pensamiento matemático, estos se enfocan en comprender el currículo más que en estrategias prácticas de enseñanza.

Señala la desconexión entre docencia e investigación, lo que limita el impacto de la estadística en el aula. Destaca que, aunque la probabilidad y la estadística han sido reconocidas en el bachillerato, han experimentado cambios en su estatus curricular:

estuvieron presentes en el programa de 2009, fueron eliminadas en 2017 y recuperadas en 2023, aunque con limitaciones. También menciona que, a nivel de la Licenciatura en Educación Primaria, se han reducido las horas dedicadas a la enseñanza de matemáticas, lo que interpreta como parte de una política de austeridad del Estado, orientada a reducir la contratación de docentes.

El ponente plantea que la red de educación estocástica debe posicionarse frente a estas políticas y trabajar en la interacción entre enseñanza, investigación y agentes políticos para incidir en la toma de decisiones y asegurar un gasto público adecuado en la educación matemática.

Por último, propone promover la autonomía de los estudiantes dentro del marco de la Nueva Escuela Mexicana, sugiriendo una progresión de menor a mayor autonomía en el aprendizaje. Retoma la pedagogía de la pregunta de Paulo Freire, impulsando que los estudiantes formulen sus propias interrogantes y desarrollen proyectos a partir de su contexto. Considera que este enfoque no sólo fortalecería el pensamiento crítico, sino que también permitiría a los estudiantes abordar problemáticas reales de su entorno de manera activa y significativa.

Discusión y síntesis

En resumen, las cuatro posturas coinciden en que la educación estocástica en México enfrenta desafíos estructurales, como la formación docente, la falta de integración entre investigación y práctica, y la influencia de políticas educativas cambiantes. La ponente Beatriz Rodríguez y el ponente Saúl Elizarraras destacan la necesidad de fortalecer la capacitación específica en probabilidad y estadística para docentes en servicio, mientras que el panelista Eleazar Silvestre enfatiza la falta de programas de posgrado en educación estocástica que podrían llenar este vacío. Por su parte, la panelista Blanca Ruiz subraya la escasez de profesores especializados en estadística desde la licenciatura, lo que afecta la enseñanza en todos los niveles educativos. Todos coinciden en que las políticas educativas han generado inconsistencias en la enseñanza de estos temas, con reducciones y reincorporaciones en los planes de estudio que reflejan una falta de visión a largo plazo.

En cuanto a la integración de la investigación con la práctica docente, tanto la ponente Beatriz Rodríguez como el ponente Eleazar Silvestre cuestionan la desconexión entre la producción académica y su impacto en la enseñanza. La panelista Blanca Ruiz señala que la enseñanza de la estadística debe actualizarse e incorporar nuevas herramientas y enfoques conceptuales, mientras que el panelista Saúl Elizarraras resalta la necesidad de que las redes de educación estocástica influyan en la toma de decisiones políticas. Además, la ponente Beatriz Rodríguez y el ponente Eleazar Silvestre ven oportunidades en la enseñanza basada en proyectos y en el uso de la

inteligencia artificial, aunque advierten sobre el riesgo de depender excesivamente de la tecnología sin desarrollar pensamiento crítico.

En términos de soluciones, los cuatro expertos proponen enfoques complementarios. Los panelistas Eleazar Silvestre y Saúl Elizarraras sugieren fortalecer la colaboración entre docentes, investigadores y políticos para mejorar la formación y la implementación curricular. La panelista Blanca Ruiz propone actualizar la enseñanza de la estadística con herramientas más avanzadas y fomentar su conexión con el mundo laboral. Por su parte, la ponente Beatriz Rodríguez enfatiza la importancia de reducir brechas de acceso a la educación estocástica mediante la inclusión tecnológica y estrategias de enseñanza más equitativas. En conjunto, sus reflexiones apuntan a una educación estocástica más estructurada, interdisciplinaria y alineada con las necesidades reales de docentes y estudiantes.

Referencias

Frawley, W. (1999). *Vygotsky y la ciencia cognitiva*. Paidós.

Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, *10*(3). https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676

Heitele, D. (1975). An epistemological view on fundamental stochastic ideas. *Educational Studies in Mathematics*, *6*(2), 187-205. https://doi.org/10.1007/BF00302543

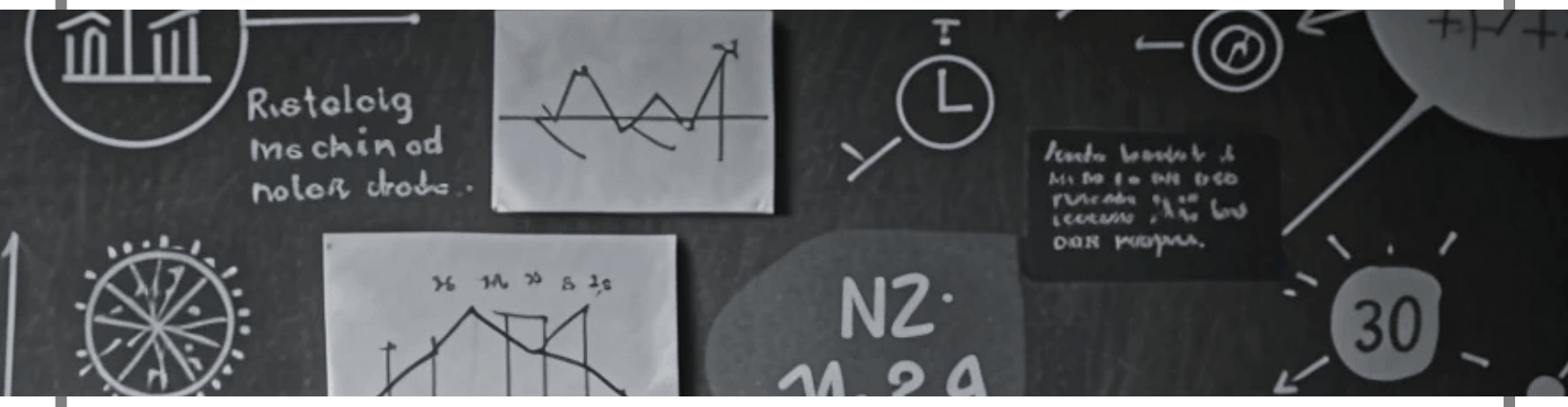
Ojeda, A. M. (2006). Estrategia para un perfil nuevo de docencia: un ensayo en la enseñanza de estocásticos. En E. Filloy (Ed.), *Matemática educativa, treinta años* (pp. 257-281). Santillana.

Sánchez Sánchez, E., García-García, J. I., & Elizarraras Baena, 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

Steinbring, H. (2005). *The Construction of new mathematical knowledge in classroom interaction*. Springer. https://doi.org/10.1007/b104944

Sección 3:

Reportes de Investigación



Intervalos aleatorios para introducir el estudio de los intervalos de confianza

Sandra Areli Martínez Pérez[1]

Palabras clave: Intervalos aleatorios, simulación, nivel de confianza.

[1] Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Azcapotzalco, UNAM.
sandraareli.martinez@cch.unam.mx

Comprensión de los Intervalos de confianza para la media de futuros profesores de matemática

Nicolás Sánchez Acevedo[1]

Palabras clave: Estadística, intervalos de confianza, futuros profesores de matemática, cualitativo.

Planteamiento de la investigación

Los intervalos de confianza son un aspecto importante en la inferencia estadística. Actualmente este tema se ha incluido en el curriculum de profesores de Matemática (Ministerio de Educación [MINEDUC], 2021b) y los programas de estudio (MINEDUC, 2021a) de Chile. La intención de estos nuevos lineamientos es proponer vías alternativas en la construcción de situaciones de enseñanza para el aprendizaje, y promover una mayor comprensión conceptual en esta área del conocimiento, desarrollando el pensamiento estadístico. Específicamente, los lineamientos curriculares para futuros profesores [FP] de matemática declaran en el Estándar de probabilidad y estadística "Construye intervalos de confianza e interpreta su significancia estadística para el análisis crítico de información y para la realización de inferencias respecto de una población […]" (MINEDUC, 2021b p. 88).

Si bien algunos trabajos se han preocupado del estudio de los intervalos de confianza (e.g.; Hoekstra et al., 2014; Rashidah et al., 2018), estos se han centrado en contexto de investigación o en áreas profesionales diferentes al profesorado de educación media. Aun cuando la investigación en este contexto es escasa, algunos de estos resultados han reportado errores en aspectos conceptuales, por ejemplo, la confusión de la probabilidad con porcentajes, determinación de los cuantiles de la distribución asociada, enfoque determinista del IC, entre otros. Dada lo anterior y la relevancia en contexto local, es que el objetivo es evaluar la comprensión que tienen FP de matemática y estadística sobre los intervalos de confianza sobre la media.

Fundamentos teóricos

Dado que los intervalos de confianza son un tema relativamente nuevo en el curriculum chileno, esto demanda poder explorar en la comprensión de futuros profesores de Matemática para la enseñanza. La investigación existente en este ámbito es escasa, tanto en la formación del profesorado, como en profesores en ejercicio, pues gran parte de los estudios que se han realizado sobre intervalos de confianza se han centrado en estudiantes de ingeniería o profesionales de otras áreas (como se describe en el apartado de la fundamentación teórica).

[1] Universidad Central de Chile, Facultad de Educación. nicolás.sanchez@ucentral.cl

Desde los elementos teóricos, seguimos la propuesta de Garfield (2002) sobre razonamiento estadístico, en particular sobre intervalos de confianza, quien lo plantea como: la manera en la cual las personas razonan con ideas estadísticas y el sentido que le dan a la información estadística, lo cual implica hacer interpretaciones basadas en conjuntos de datos y sus representaciones.

Para efectos de este trabajo, nos enfocamos en aquellos aspectos del contenido relacionado con los intervalos de confianza como objeto de enseñanza y su comprensión.

Marco metodológico

Se ha adoptado una metodología cualitativa y de tipo exploratoria-descriptiva (Stake, 2007), puesto que nos interesa adentrarnos en la comprensión detallada que muestra un grupo de futuros profesores de Matemática y Estadística de una Universidad de Chile sobre intervalos de confianza. Para ello se analizan las respuestas de 11 futuros profesores de Matemática, que llevaban el curso de inferencia estadística, a partir de un cuestionario de respuesta abierta con dos actividades sobre intervalos de confianza para la media y diferencia de medias. La población (N=11) de FP de matemática fue intencional, y se accedió a ella por la facilidad de acceso a los estudiantes que realizaban dicho curso, además de tener la voluntad de colaborar en la investigación.

A los FP se les aplicó un cuestionario de respuesta abierta (como parte de una evaluación de proceso). Este cuestionario tenía dos actividades: (i) sobre estimación de intervalos de confianza para el caso de la media, y (ii) para la diferencia de medias, para varianzas desconocidas. Habían cursado las asignaturas de Estadística Descriptiva y Probabilidades. El análisis se realizó por medio de una pauta de respuestas esperadas de acuerdo con los criterios logrado, parcialmente logrado, no logrado y no responde, considerando elementos del razonamiento para evaluar la comprensión a partir del desarrollo de las actividades.

Resultados

Como parte de los resultados, se evidencia que los FP de Matemática y Estadística muestran diversas dificultades en la comprensión, tanto conceptuales, como procedimentales sobre los intervalos de confianza. En general, muestran errores en la estimación de los grados de libertad, se obvian los supuestos en la construcción de los intervalos de confianza; resultados que coinciden con los reportados en otros trabajos (Behar, 2001; Coulson et al., 2010; Henriques, 2016), pero en áreas disciplinares diferentes a la formación del profesorado.

Como parte de los errores conceptuales, así mismo, en algunos futuros profesores de Matemática y Estadística, emergieron interpretaciones deterministas, aspecto reportado en Roldán et al. (2020), interpretaciones que pueden estar relacionadas con la forma de pensamiento determinista y no estadístico. En este sentido, los futuros

profesores no consideran que el (determina la probabilidad en que el I.C contendrá al verdadero parámetro poblacional (Cumming et al. 2004).

Discusión y conclusiones

Los resultados de este trabajo aportan información sobre la forma en que FP de Matemática y Estadística en esta institución formadora, comprenden los intervalos de confianza en relación con su construcción, el uso de las definiciones, los supuestos y las propiedades que subyacen.

Tanto los errores procedimentales, como los conceptuales cometidos por los FP en la construcción de los intervalos de confianza, y las interpretaciones que de estos se derivan, plantea la necesidad de revisar, tanto los programas de estudio (MINEDUC, 2021a), como los Estándares de la profesión docente (MINEDUC, 2021b), pues se aprecian algunos errores e interpretaciones, de estos FP de Matemática y Estadística, similares a los de otras áreas de conocimiento. Sin embargo, aquí, la dificultad radica en que estos conocimientos “sesgados” serán posteriormente enseñados en aula de secundaria. Otro aspecto donde se puede centrar la atención es en el formador de formadores, pues no está demás cuestionarse, hasta qué punto, una enseñanza mecanicista y atomizada (como se ha reportado), pueda deberse a la forma en cómo fueron enseñados estos profesores en sus cursos universitarios de formación de profesores.

Referencias

Behar, R. (2001). Aportaciones para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística. *Trabajo de Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña*.

Coulson, M., Healey, M., Fidler, F., & Cumming, G. (2010). Confidence intervals permit, but don't guarantee, better inference than statistical significance testing. *Frontiers in psychology*, *1*, 1649.

Cumming, G., Williams, J., & Fidler, F. (2004). Replication and researchers' understanding of confidence intervals and standard error bars. *Understanding statistics*, *3*(4), 299-311.

Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, *10*(3). http://www.amstat.org/publications/jse/

Henriques, A. (2016). Students’ difficulties in understanding of confidence intervals. *The Teaching and Learning of Statistics: International Perspectives*, 129-138.

Hoekstra, R., Morey, R. D., Rouder, J. N., & Wagenmakers, E. J. (2014). Robust misinterpretation of confidence intervals. *Psychonomic bulletin & review*, *21*, 1157-1164.

MINEDUC. (2021a). *Programa de Estudio Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial 3° y 4° medio – Formación Diferenciada*. Unidad de Currículum y Evaluación Ministerio de Educación.

MINEDUC. (2021b). *Estándares para la profesión docente*. Unidad de Currículum y Evaluación Ministerio de Educación.

Rashidah, N., Razak, F. A., Baharun, N., & Arul, E. S. G. (2018). Investigating Students' Difficulties in Understanding Confidence Intervals in Linear Regression Models. *International Journal of Engineering & Technology*, *7*(4.33), 60-64.

Roldán, 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

Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata.

Buenas prácticas y conceptualizaciones del contenido de medidas de tendencia central en docentes de primaria en Tecalitlán, Jalisco

José de Jesús Maldonado Gómez[1]

Palabras clave: Medidas de tendencia central, significado, buenas prácticas, docentes de primaria.

En matemáticas el área con menos aplicación en las aulas es la probabilidad y la estadística, puesto se relega hasta el final de los periodos de evaluación a pesar de que tiene una gran importancia la solución de problemas cotidianos (López-Mojica, Ojeda y Salcedo, 2018).

En específico, la educación estadística es una de las tendencias que han surgido a partir de los problemas que ha generado el solo replicar fórmulas como si se tratara esta rama de generar algoritmos (Sánchez y Batanero, 2011).

Pareciera que para muchos de los encargados de la educación no tiene el gusto por impartir esto y los autores López-Mojica y Ojeda (2020) enfatizan en que “los temas de estocásticos son relegados al final del plan de estudios, en el mejor de los casos, o se les omite en el aula” (p. 35). En primaria este caso es muy común debido a que los tiempos que se estipulan son muy cortos, para este tipo de temáticas, que tienen una utilidad importante en el mundo real.

Las buenas enseñanzas de los temas de probabilidad y estadística en los futuros docentes de primaria es fundamental, ya que son los que motivan y ayudan a los alumnos a formalizar el conocimiento y se necesita que se haga con calidad, pues esos tópicos que se inician en la educación primaria tienen una continuidad en los niveles posteriores de su formación académica.

En el caso de las medidas de tendencia central se revisan en secundaria y se retoman en la educación media superior. A partir de lo anterior, el interés de esta investigación se formula en la siguiente pregunta: ¿cuál es la conceptualización y las buenas prácticas de enseñanza-aprendizaje que utilizan los docentes de primaria sobre el contenido de las medidas de tendencia central en sexto grado de primaria de Tecalitlán, Jalisco?

Desde los conceptos básicos que esto enmarca hay dos referentes importantes con la teoría del Enfoque Ontosemiótico (EOS) y los modelos de las buenas prácticas, en específico de la UNESCO.

[1] Universidad Autónoma de Zacatecas y Universidad de Colima. jmaldonado9@ucol.mx

En el primer caso con el EOS propuesto por Godino, Batanero y Font (2008) se habla de que existen dos tipos de significados que se pueden generar al momento de estudiar matemáticas que son: *personales*, es el que el docente adquiere al pasar el tiempo mediante su proceso de aprendizaje y que vienen de un sistema de prácticas operativas y; *institucionales*, es el conocimiento que se moviliza en una institución y proviene de la cuestión discursiva.

Ya para el modelo que propone la organización se tiene que las buenas prácticas pueden ser innovadoras, efectivas, sostenibles y replicables. Lo que se busca es la solución creativa, que existan mejoras en donde se lleve a cabo y que sea positivo, que produzca efectos perdurables en los incluidos en el proceso educativo y lo que no puede faltar que tenga la facilidad de poderse usar en otro contexto con sus debidos ajustes (Lacruz y Olivares, 2021).

El trabajo tiene un enfoque de investigación cualitativo de tipo exploratorio y de corte transversal. Se trabajó con una muestra no probabilística intencional con nueve docentes que imparten el sexto grado de primaria en Tecalitlán, Jalisco. El contexto investigado es semiurbano que atienden diez grupos diferentes. Para la recolección de los datos se generó un cuestionario que consta de 17 preguntas, que se dividen en tres categorías: 1) perfil profesional, 2) significación y 3) buenas prácticas, el cual incluyó preguntas abiertas y redes semánticas naturales para su análisis.

En la participación de esta investigación en su mayoría fueron hombres (n=5) con un 55.6% y el resto mujeres (n=4), con una edad media de 38 años (±10.7) y con una experiencia laboral de 14 años en promedio (±12.3). El número de veces que el profesorado ha impartido clases en sexto de primaria el mínimo fue de una sola vez y el máximo de 20 (docente con más experiencia) en promedio 6 ocasiones.

En las redes semánticas se tuvieron 4 conceptos estímulos: medidas de tendencia central, media aritmética o promedio, mediana y moda. De lo cual se les pidió 3 palabras que se les vinieran a la mente y las jerarquizaran en orden de importancia para cada docente, de ahí se obtuvieron 108 respuestas totales y 12 vocablos en el núcleo hegemónico. Para el primer concepto estímulo en el núcleo están las siguientes palabras: promedio, estadística y datos. Para el segundo: valor, porcentaje, matemáticas y armonía. En el tercero: centro, orden, evento y organización, mientras que en el último referido a moda solo un concepto fue el más representativo que es: repetición.

Dentro de las categorías que surgieron de las buenas prácticas fueron: *TIC'S*, salvavidas del docente; *material didáctico*, para favorecer una enseñanza divertida; *graficación*, habilidad estadística esencial; *eventos del contexto*, haciendo uso de lo cotidiano; *clima escolar*, ingrediente que influye en el aprendizaje; *investigación*, más allá de la clase expositiva y; *aplicación*, viendo la función del tema.

Una vez hecha esta investigación se evidencian los significados que los docentes tienen acerca de las medidas de tendencia central, donde los docentes demuestran tener conocimientos adecuados, aunque el vocablo que más dificultad tuvieron los profesores en definir fue como tal MTC. Las buenas prácticas que los docentes implementan son uno de los elementos fundamentales para hacer exitosas sus clases, pues una preparación de calidad con prácticas bien realizadas hace el trabajo fructífero.

Referencias

Godino, J., Batanero, C. y Font, V. (2008). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. Acta Scientiae. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, (10), 7-37. https://cutt.ly/RMF23Ox

Lacruz, J. L., y Olivares, P. A. (2021). ESCUELA RURAL Y TERRITORIO: análisis de buenas prácticas educativas en el contexto de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Revista Espaço do Currículo, 14*(2), 1-21. https://cutt.ly/bBIbt5d

López-Mojica, J., Ojeda, A., & Salcedo, J. (2018). 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. https://bit.ly/3Mdod1F

López-Mojica, J., y Ojeda, A. (2020). Ideas fundamentales de estocásticos. Propuesta de enseñanza para la educación básica. En J. C., A. I. A. y J. A. L. (Coords.), *Secuencias didácticas para el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 35-47). México: CENEJUS.

Sánchez, E. y Batanero, C. (2011). Manejo de la información. En la Secretaría de Educación Pública, *Aprendizaje y enseñanza de las Matemáticas escolares. Casos y perspectivas*, 79-89. https://cutt.ly/qLwIyJq

Conocimiento de profesores sobre una concepción de los estudiantes de la distribución muestral simulada

Francisco Sepúlveda Vega[1], Ernesto Sánchez Sánchez[2]

Palabras clave: Conocimiento del contenido y de los estudiantes, distribución muestral simulada, profesores en servicio, concepción de simulación.

Conocer cómo razonan sus estudiantes forma parte de los conocimientos básicos de todo profesor de matemáticas y de estadística. A dicho conocimiento se le ha denominado *conocimiento del contenido y de los estudiantes*, KCS por sus siglas en inglés (Ball et al., 2008; Groth, 2007). Existe la hipótesis de que los profesores pueden desarrollar su KCS sin la necesidad de estar frente a las aulas. Entre las prácticas más utilizadas con este propósito se encuentran poner a los profesores a analizar y discutir producciones escritas de estudiantes. El presente reporte se enmarca en este contexto.

La posibilidad de utilizar simulaciones de muestreos repetidos y distribuciones muestrales simuladas (DMS) para realizar inferencias estadísticas parece una opción prometedora para la introducción de las pruebas estadísticas en el bachillerato (Case y Jacobbe, 2018). No obstante, los estudiantes presentan concepciones particulares sobre la DMS cuando se les enseña mediante este enfoque, entre ellas una que les resulta intuitiva es interpretar la simulación de muestreos en la computadora como un proceso que debe repetirse en la realidad para realizar una inferencia, una concepción de simulacro de la DMS (Sánchez et al., 2024). Una de las manifestaciones de dicha concepción es tomar la decisión de rechazar o no una hipótesis a partir de las frecuencias observadas en la DMS sin tomar en cuenta la muestra empírica. Es decir, interpretar la DMS como formada por muestras reales o con las mismas características de la población en estudio. La pregunta que se desea responder es ¿Cómo desarrollan los profesores en servicio su conocimiento sobre la concepción de simulacro de los estudiantes a través del análisis de sus producciones?

En una de las actividades de un curso de desarrollo profesional en línea se solicitó a ocho parejas de profesores en servicio, en su mayoría con amplia experiencia enseñando estadística en un bachillerato público de la Ciudad de México, analizar la situación de la Figura 1.

[1] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). francisco.sepulveda@cinvestav.mx
[2] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). esanchez@cinvestav.mx

Problema. Tradicionalmente se cree que la mitad de la población que toma refresco de cola prefiere Pepsi y la otra mitad prefiere Coca. Sin embargo, con fines publicitarios, la propaganda de Coca Cola presume que la mayoría (más del 50%) de la población que consume refresco de cola prefiere Coca en lugar de Pepsi. Para apoyar esta afirmación hizo una encuesta a 60 personas escogidas al azar que consumen refresco regularmente. De los 60 participantes 35 personas prefirieron Coca Cola. ¿La información de la muestra obtenida es suficiente para rechazar la hipótesis de que la población está dividida a la mitad?
Respuesta de los estudiantes: [simularon 500 muestras de tamaño 60 a partir de una urna con p=0.5, a continuación, obtuvieron la DMS]. La hipótesis no se cumple ya que tomamos las encuestas de 31 encuestas en adelante que prefieren la coca, los cuales nos da como resultado un total de 233, si esto se multiplica por las 60 personas de cada encuesta nos da un total de 13980, mientras que de 30 que es el 50% (no más) hacia atrás nos da un total de 267 encuestas y multiplicado esto por las 60 personas nos da un total de 16020 que representa una cantidad mayor al 50%. Es decir, más del 50% de la población no prefieren la coca cola. Estamos seguros de esta conclusión ya que nos basamos en los resultados de la gráfica, teniendo en cuenta que el total de las personas en este caso es de 30000.

Figura 1. Situación didáctica presentada a profesores

En la respuesta los estudiantes simularon una DMS adecuada para resolver el problema. Sin embargo, para tomar su decisión, los estudiantes contaron el número de muestras en la DMS cuya proporción rebasó el 50% (la parte derecha de la DMS) y lo compararon con el número de muestras cuya proporción quedó debajo del 50% (la parte izquierda de la DMS). Dicha respuesta es característica de la concepción de simulacro. La Figura 2 ilustra lo que realizaron los estudiantes.

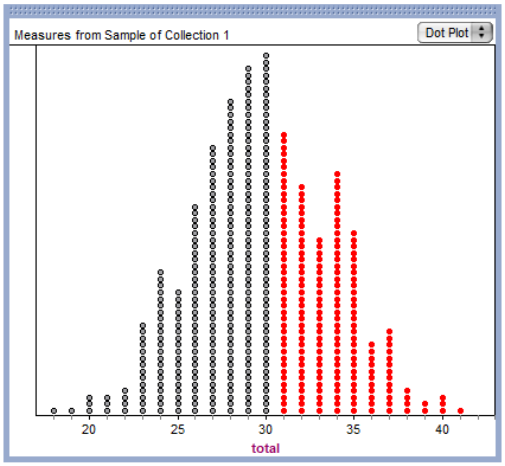


Figura 2. Distribución de 500 muestras ($n = 60$) simuladas a partir de una urna con $p = 0.5$

La pareja P3 de profesores respondió a la pregunta ¿Cómo razonaron los estudiantes para tomar su decisión? de la siguiente manera:

P3: Consideran el tamaño de la muestra y lo multiplican por el número de muestras y no analizan los resultados de la gráfica.

Esta respuesta de los profesores describe el procedimiento y los cálculos que utilizaron los estudiantes para obtener su conclusión. No obstante, no se observa un esfuerzo de los profesores para explicar cómo y por qué razonaron los estudiantes así.

La pareja de profesores P4 respondió de la siguiente manera:

P4: Se dieron cuenta que tenían que obtener una DMS con una simulación, después observaron la cantidad de encuestas en las que 31 o más prefieren coca (consideramos que toman el valor 31 porque es donde podría haber a partir de este valor una proporción mayor al 50%). Luego calcularon el número de personas "involucradas" para tener una mejor intuición (pensamos que es más fácil para ellos hablar en términos de personas que de encuestas). Concluyeron que la cantidad de personas que no toman coca cola no es mayor al 50%, asegurando que la propaganda no es verdadera.

Esta respuesta, además de describir con detalle el procedimiento de los estudiantes, también presenta algunas hipótesis entre paréntesis del por qué los estudiantes procedieron de esa manera. De manera paralela, los profesores explican la facilidad que pueden tener los estudiantes al usar un término en lugar de otro.

Sin embargo, aunque ambas respuestas coinciden en su descripción del proceder de los estudiantes (una más detallada que la otra) ninguna de las dos parejas observó o hizo explícito que los estudiantes interpretaron a la DMS como si fuera una población. Es decir, no lograron descifrar la concepción de simulacro de los estudiantes.

Sin embargo, dentro de la misma situación al preguntarle a las mismas parejas de profesores ¿Cómo interpretaron [los estudiantes] la DMS? Éstas respondieron de la siguiente manera:

P3: La interpretan como la población

P4: La interpretan como si fuera la población al generalizar la información de la muestra

Esta misma situación se repitió con más parejas de profesores. En la pregunta ¿Cómo razonaron los estudiantes para obtener su conclusión? Solamente una de las ocho parejas hizo explícito que los estudiantes interpretaron la DMS como una población. No obstante, tal como las P3 y P4, al preguntarle a los profesores ¿Cómo interpretaron [los estudiantes] la DMS? 5 de las 8 parejas de profesores notaron que los estudiantes interpretaron la DMS como si fuera una población.

Ésta última es una interpretación de la DMS tanto estadística como didáctica. Estadística, porque introduce el concepto de población que no estaba presente en la respuesta de los estudiantes. Didáctica, porque presenta un modelo del razonamiento

de los estudiantes consistente con su respuesta, y que va más allá de lo observado. Notar que los estudiantes confunden la DMS con una población permitiría a los profesores juzgar el cálculo de los estudiantes desde una perspectiva global en la que la DMS se está interpretando como formada por muestras con rasgos reales. La anterior distinción permitiría a los profesores hacer énfasis en la diferencia entre muestras reales y simuladas, así como en la utilidad estadística de éstas últimas.

Al parecer, la manera en la que se formuló la pregunta permitió a los profesores enfocar su atención al uso que hicieron los estudiantes de la DMS y los puso en una posición en la que les fue más sencillo identificar que la confundieron con una población. Este pequeño cambio provocó diferencias importantes con respecto a la primera pregunta. Es decir, preguntas más específicas sobre las producciones de los estudiantes parecen ser más prometedoras para desarrollar el conocimiento de los profesores en servicio sobre sus concepciones. En este caso, sobre la concepción de simulacro. Lo anterior resulta relevante para el desarrollo profesional.

Referencias

Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching, what makes it special? *Journal of Teacher Education, 59*(5), 389–407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Case, C., & Jacobbe, T. (2018). A framework to characterize student difficulties in learning inference from a simulation-based approach. *Statistics Education Research Journal, 17*(2), 9–29. https://doi.org/10.52041/serj.v17i2.156

Groth, R. (2007). Toward a conceptualization of statistical knowledge for teaching. *Journal for Research in Mathematics Education, 38*(5), 427–437. https://doi.org/10.2307/30034960

Sánchez, E., García-Ríos, V., & Sepúlveda, F. (2024). Development of high school students' conceptions of sampling distribution in the context of learning significance tests with technology. *Educational Studies in Mathematics*. doi: https://doi.org/10.1007/s10649-024-10330-8

Recursos bibliográficos y tecnológicos utilizados por profesores de educación superior para enseñar estadística

José Guadalupe Rivera Pérez[1], Ana Luisa Gómez Blancarte[2]

Palabras claves: Enseñanza, estadística, recursos, tecnología.

Planteamiento de la investigación

La estadística es una asignatura que fomenta el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes universitarios para recolectar y explorar la información requerida en su campo de estudio con el objetivo de tomar de decisiones adecuadas y contribuir a la solución de problemas de la vida real. Para desarrollar dichas competencias, los docentes que imparten la asignatura deben conocer e implementar estrategias de enseñanza y disponer de recursos bibliográficos y tecnológicos que les permitan fomentar la comprensión de conceptos estadísticos (Oliveira y Caetano, 2018, Tishkovskaya y Lancaster, 2012). El presente estudio tiene como objetivo examinar los recursos bibliográficos y tecnológicos utilizados en la enseñanza de la estadística por parte de profesores de educación universitaria. Este estudio es parte de una investigación más amplia que indagó, a nivel nacional, características de la enseñanza y evaluación de la estadística en carreras universitarias (Rivera Pérez y Gómez Blancarte, 2022; Rivera Pérez, 2023).

Marco conceptual

Para investigar las características de la enseñanza y evaluación de la estadística se utilizaron las recomendaciones GAISE sugeridas por la American Statistical Association, las cuales, constituyen una guía significativa para la práctica de la enseñanza de esta disciplina (GAISE College Report ASA Revision Committee, 2016).

Una de estas recomendaciones enfatiza el uso de la tecnología para explorar conceptos y analizar datos. Es sumamente sugerido el uso de la tecnología en clase para fomentar un pensamiento estadístico y una comprensión de conceptos, ya que puede ayudar a los estudiantes a comprender con mayor facilidad los conceptos estadísticos, explorar y analizar los datos enfocando la atención en la interpretación y comprensión de resultados, demostrar la teoría mediante simulaciones o videos, sustituir procedimientos algorítmicos, procesar grandes volúmenes de datos y visualizar resultados en un mínimo de tiempo (Tishkovskaya y Lancaster, 2012; Xu et al., 2014).

[1] Universidad Autónoma de Tamaulipas. jriverap@docentes.uat.edu.mx
[2] Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN). algomezb@ipn.mx

En el caso de los recursos bibliográficos, Dunn et al. (2017) señalan que algunos libros de texto incluyen actividades alineadas con las recomendaciones GAISE, por ejemplo: actividades colaborativas que facilitan el aprendizaje activo y comprensión de conceptos, bases de datos reales como material complementario, procedimientos paso a paso para realizar análisis de datos a través de software estadístico con su correspondiente interpretación y actividades de evaluación.

Metodología

Se elaboró una encuesta basada en las recomendaciones GAISE y otras variables relacionadas con datos personales, trayectoria profesional e información del profesor. La encuesta se conformó de 76 preguntas organizadas en 7 apartados y se aplicó en línea. Fue respondida por 750 profesores.

Este estudio reporta los resultados de 10 preguntas que cuestionaban sobre el uso de recursos bibliográficos y tecnológicos. Para analizar estas preguntas, se utilizó tablas de frecuencias, porcentajes y gráficas. Para identificar diferencia entre el uso de los recursos por disciplinas (e.g., ingeniería, economía, salud, tecnología) y grados académicos se utilizó la prueba inferencial de Kruskall-Wallis.

Resultados

Recursos bibliográficos

Los recursos bibliográficos más utilizados por los profesores fueron los libros de texto, (75.9%); apuntes elaborados por ellos mismos (70.5%) y fuentes de internet (53.5%). Los menos usados fueron: material o antologías propias (22.5%) y antologías colegiadas (15.5%). La figura 1 muestra los autores de los libros de texto más utilizados por los profesores.

Las fuentes de internet más consultadas por los profesores fueron: sitios web (e.g., Khan Academy, blogs estadísticos), videos instructivos de YouTube, artículos publicados en bases de datos científicas, repositorios de instituciones y bibliotecas de universidades y material online (e.g., apps, libros, presentaciones, documentos y ejercicios creados por otros profesores). No se encontraron diferencias significativas en el uso de estos recursos bibliográficos entre las áreas disciplinares.

Figura 1. Autores de libros de texto de estadística utilizados por los profesores

Recursos tecnológicos

El 96.3% de los profesores señalaron utilizar tecnología en sus cursos de estadística, el resto afirmó no utilizar tecnología por diferentes razones: falta de conocimiento, falta de equipo tecnológico disponible en su institución o restricciones en la institución educativa sobre el uso de la tecnología.

Con respecto a los profesores que indicaron usar tecnología, en la Figura 2 se destaca, por un lado, el uso de Microsoft Excel (90.1%) y la calculadora (64.8%); por otro, el casi nulo uso de Fathom, un programa educativo para la enseñanza de la estadística.

La preferencia en el uso de programas estadísticos varió significativamente entre las diferentes disciplinas: profesores del área de la salud y ciencias sociales, mostraron una inclinación hacia el uso de SPSS ($p < 0.05$). Además, los profesores con grados académicos superiores mostraron una preferencia por programas como SPSS, Minitab o Geogebra ($p < 0.001$).

Los profesores dedican, en promedio, el 54.2% ($DE = 30.3$) del tiempo del semestre para que los estudiantes realicen análisis estadísticos mediante el uso de herramientas tecnológicas y el 53.3% ($DE = 31.6$) para comprender los contenidos programáticos expuestos en clase. En mayor porcentaje, los análisis estadísticos que los profesores enseñan en sus cursos son los análisis descriptivos (11%), muestreo y regresión lineal (10%); en menor porcentaje, control de calidad (3%) y análisis multivariado (2%) (Figura 3).

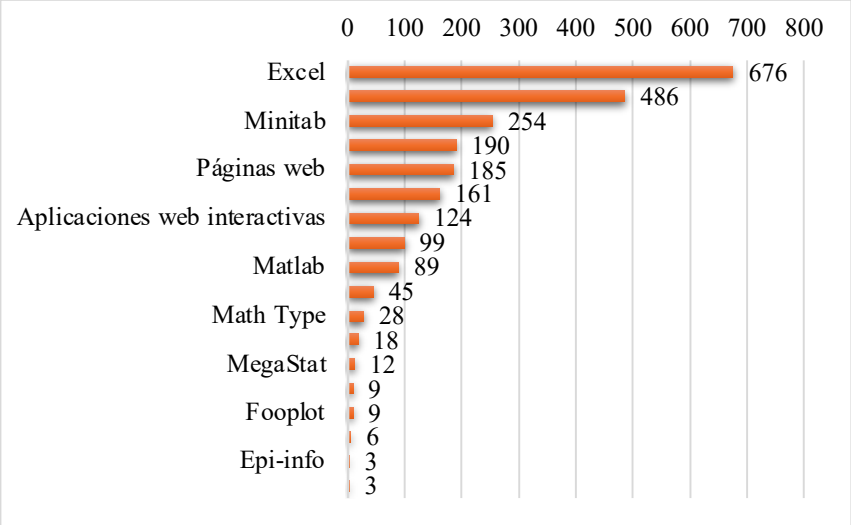


Figura 2. Recursos tecnológicos utilizados por los profesores

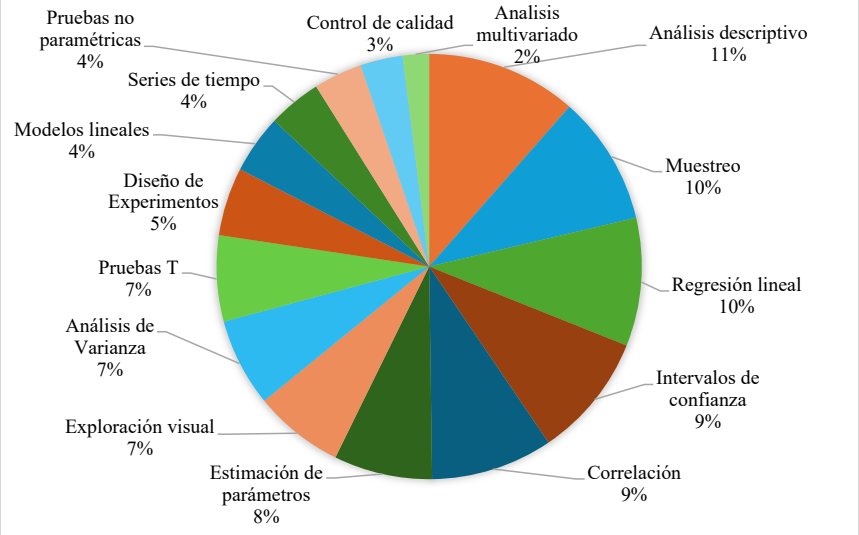


Figura 3. Análisis estadísticos utilizados por los profesores en su enseñanza

Conclusiones

Los profesores utilizan una variedad de recursos bibliográficos y recursos tecnológicos que pueden apoyar una enseñanza apegada a las recomendaciones GAISE. Sin embargo, se requieren estudios que permitan identificar el uso que los profesores hacen de estos recursos. Por ejemplo, de los recursos bibliográficos, predominó el uso del libro de texto enfocados a la ingeniería o administración. El uso predominante de Excel y la calculadora coincide con ser las herramientas tecnológicas más utilizadas por profesores de educación superior y su uso suele enfatizar los procedimientos algorítmicos en lugar de fomentar la comprensión de conceptos e ideas estadísticas (Gómez-Blancarte, 2022). Los resultados mostraron una preferencia por software especializado en estadística en algunas disciplinas y por profesores de grado superior. El análisis descriptivo, cálculo de muestras y regresión lineal fueron los análisis más utilizados por los profesores.

Referencias

Dunn, P. K., Carey, M.D., Farrar, M. B., Richardson, A. M., & McDonald, C. (2017). Introductory statistics textbooks and the GAISE guidelines. *The American Statistician*, *71*(4), 326-335, https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1251972

GAISE College Report Revision Committee. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report 2016*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/education/guidelines-for-assessment-and-instruction-in-statistics-education-(gaise)-reports

Gómez-Blancarte, A. L. (2022). An overview of the use of technology for teaching statistics by Mexican high school teachers. En S. A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini, & A. Fan (Eds.), *Bridging the Gap: Empowering & Educating Today's Learners in Statistics. Proceedings of the 11th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS11)*. International Association for Statistical Education. http://iase-web.org/icots/11/proceedings/pdfs/ICOTS11_298_GMEZBLAN.pdf?1669865552

Oliveira, J., & Caetano, J. (2018). Perception of professors who teach statistics in higher education in Brazil towards statistical teaching. *Acta Scientiae, 20*(1), 2-19. https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss1id3418

Rivera Pérez, J. G. (2023). *Características de la enseñanza y evaluación de la estadística en carreras universitarias* [Tesis de doctorado no publicada]. Instituto Politécnico Nacional.

Rivera Pérez, J. G., & Gómez Blancarte, A. L. (2022). Características de la enseñanza de la estadística en disciplinas de STEM en la Educación Superior. *Innovación Educativa*, *22*(8), 9-31. https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-88/Caracteristicas-de-la-ensenanza-de-la-estadistica-en-disciplinas.pdf

Tishkovskaya, S., & Lancaster, G. A. (2012). Statistical education in the 21st century: A review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*, *20*(2), 1–24. https://doi.org/10.1080/10691898.2012.11889641

Xu, W., Zhang, Y., Su, C., Cui, Z., & Qi, X. (2014). Roles of technology in student learning of university level biostatistics. *Statistics Education Research Journal*, *13*(1), 66–76. http://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ13(1)_Xu.pdf?1402525004

Razonamiento estadístico evidenciado en profesores de matemática en ejercicio. Un estudio de caso

Constanza Marie Rojas Mundet[1], Nicolás Andrés Sánchez Acevedo[2]

Palabras claves: Razonamiento estadístico, docentes de matemática en ejercicio, cualitativo.

Planteamiento de investigación

El razonamiento estadístico implica comprender los procesos subyacentes a los problemas planteados. En el ámbito educativo chileno, el Ministerio de Educación propone la unidad de Probabilidad y Estadística, la cual debe capacitar a los estudiantes para realizar análisis y tomar decisiones basadas con evidencia, desde 7° básico hasta 4° medio (Ministerio de Educación, 2015; 2019). Pese a lo propuesto por el Ministerio de Educación, existen investigaciones como las de Chia-Shih y Marchant (2021) y García et al. (2020) que evidencian dificultades en el razonamiento estadístico de los docentes, quienes a menudo presentan conocimientos superficiales y errores conceptuales. Problemas similares se identifican en estudios realizados a profesores de enseñanza básica (Juárez y Inzunsa, 2014); profesores de enseñanza media (Chia-Shih y Marchant, 2021); profesores en formación (Inzunsa y Vizcarra, 2009) e ingenieros (Figueroa y Aznar, 2018), indicando que las dificultades para razonar estadísticamente se presentan en diversos niveles educativos. Por lo expuesto, se propone el objetivo de identificar el razonamiento estadístico en docentes de Matemática de enseñanza media.

Marco teórico

El razonamiento estadístico se entenderá como “la manera en la que las personas razonan y otorgan sentido a las ideas estadísticas” (Garfield, 2002). Garfield y Ben-Zvi (2008) perciben que el razonamiento estadístico es la capacidad de interpretar la información Estadística y conectar diversos conceptos (p. 17). Oliveira y Enriques (2014) complementan esta perspectiva mencionando que se desarrolla gradualmente a medida que los estudiantes formulan preguntas.

Dada la perspectiva teórica sobre razonamiento estadístico (Garfield, 2002), Garfield y Ben-Zvi (2008) investigan cómo se aplica el razonamiento estadístico, proponiendo seis elementos clave para que el profesor movilice durante su clase:

1. Brindar a los estudiantes oportunidades para trabajar con datos reales.

[1] Universidad Central de Chile. constanza.rojasm@alumnos.ucentral.cl
[2] Universidad Central de Chile. nicolas.sanchez@ucentral.cl

2. Proporcionar a los estudiantes, a partir de la comunicación, espacios para que vayan más allá de los datos y expliquen los procesos.
3. Apoyar a los estudiantes en la toma de conciencia de su razonamiento.
4. Promover el uso de tecnologías.
5. Permitir que estudiantes hagan predicciones, inferencias y las prueben.
6. Construir sobre el conocimiento previo de los estudiantes o el conocimiento del contexto.

Cuando se evidencia que el profesor manifiesta todos los elementos, implica que está movilizando el razonamiento estadístico en el aula, sin embargo, si se evidencia que no manifestó todos los elementos, no implica una ausencia en el razonamiento estadístico del docente, sino que emergen algunos elementos y otros no.

Marco metodológico

Esta investigación utiliza un enfoque cualitativo, ya que, "permite comprender las subjetividades de los individuos en su contexto cotidiano o laboral" (Balderas, 2013, p.3). Para la recolección de información y con el propósito de evidenciar el razonamiento estadístico (Garfield y Ben-Zvi, 2008), se lleva a cabo una entrevista, con el objetivo de obtener información sobre la formación del profesor. La entrevista es semidirectiva, siguiendo el enfoque propuesto por Taguenca y Vega (2012), el cual consiste en ser un método que "mantiene un control sobre los temas a tratar mediante un guion de entrevista, lo cual, aunque limita la libertad comunicativa, facilita la obtención de información centrada en los objetivos de investigación" (p. 61).

Posteriormente de aplicar la entrevista, se aplica un cuestionario de respuesta abierta, diseñado para "transformar variables empíricas en preguntas concretas que generen respuestas fiables y evidencien la comprensión y dominio de conceptos estadísticos por parte de los docentes" (Anguita et al., 2003). El cuestionario consta de cinco preguntas, enumeradas desde la A, B_1, B_2, C, D y E.

La actividad consiste en una situación de básquetbol adaptada del libro de texto del Ministerio de Educación, el cual es aplicado a un profesor de Matemática, considerado un caso de estudio, ya que, como señala Stake (2007), se trata de "estudiar la particularidad y complejidad de un caso singular para comprender su actividad en circunstancias significativas" (p. 11). El profesor fue selecciona por su disposición, buena voluntad y disponibilidad para responder a la entrevista y realizar el cuestionario de respuesta abierta elaborado.

El análisis de los datos del cuestionario se limitará a los resultados de la primera pregunta debido a consideraciones de extensión. Asimismo, no se presentará el gráfico correspondiente. El proceso del análisis de la pregunta A, la cual consiste: "Considerando los datos del texto leído anteriormente, determine e interprete la moda, media y mediana de estatura de un equipo de básquetbol profesional y represente esta

información". Se llevará a cabo en dos etapas: (1) se transcribe de manera literal la respuesta a cada una de las consignas de la situación planteada, y (2) se consideran los elementos que proponen Garfield y Ben-Zvi para identificar y describir evidencias en la manifestación de razonamiento estadístico. Para garantizar la validez y credibilidad de la investigación, se utilizará el rigor metodológico propuesto por Selltiz (1980), el cual asegura que, mediante la aplicación rigurosa de metodologías y técnicas de análisis, se mantendrán la validez y credibilidad.

Resultados y conclusiones

A) En la primera pregunta le profesor realiza el siguiente trabajo algebraico:

$\bar{x} = \frac{10{,}25}{5} = 2{,}05\ m$ Mediana: 1,94-2,01-2,04-2,07-2,19 → $\mathrm{Me} = 2{,}04\ \mathrm{m}$

Luego del cálculo que realiza el profesor, él interpreta lo siguiente:

La estatura promedio de los jugadores corresponde a 2,05 m. Al menos el 50% de los jugadores alcanza una altura de $2{,}04\ m$. La distribución de datos no presenta moda.

A partir de la respuesta dada en la pregunta A, se observa que el profesor manifiesta los elementos I, IV, V y VI. Se identifica el elemento I en la parte de la respuesta "$\bar{x} = \frac{10{,}25}{5} = 2{,}05\ m$ Mediana: 1,94-2,01-2,04-2,07-2,19 → $\mathrm{Me} = 2{,}04\ \mathrm{m}$". Si bien, se identifica parte del elemento I, no se evidencia por completo, ya que, el profesor trabaja con los datos reales que se le dieron en el contexto de la actividad, pero no se evidencia que brinde los espacios a los estudiantes para trabajar con datos reales.

En conclusión, las respuestas del profesor muestran que, si bien maneja correctamente los conceptos estadísticos, como la media y la mediana, y presenta una interpretación adecuada de los datos, su enfoque no integra completamente el trabajo con datos reales en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Esto sugiere una oportunidad para mejorar la enseñanza del razonamiento estadístico, proporcionando más espacios para que los estudiantes interactúen activamente con los datos y desarrollen sus propias interpretaciones.

Referencias

Anguita, J. C., Labrador, J. R., Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación: Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria, 31*(8), 527-538.

Balderas, I. G. (2013). Investigación cualitativa: Características y recursos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales, 8*, 1-12.

Figueroa, S. M., & Aznar, M. A. G. (2018). Razonamiento estadístico en estudiantes de ingeniería. *Yupana: Revista de Educación Matemática de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral*, (12), 23-39.

García, J., Fernández, N., Arredondo, E., & Díaz, D. (2020). Niveles de razonamiento estadístico de profesores de matemáticas sobre variabilidad. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, 15*(2), 27-37.

Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education, 10*(3).

Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*. Springer.

Inzunza, S. (2014). Razonamiento estadístico de estudiantes universitarios sobre el análisis de datos en un ambiente computacional. *Bolema, 28*(50), 1-23.

Inzunza, S., & Vizcarra, F. (2019). Un estudio sobre la caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes de preparatoria: El caso de los promedios y las gráficas. *Memorias del Congreso Nacional de Enseñanza de las Matemáticas*.

Juárez, A., & Inzunza, S. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de matemáticas de bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos, 36*(146), 1-10.

Chia-Shih, S., & Marchant, C. (2021). El nivel de razonamiento estadístico de los estudiantes chilenos de pedagogía en matemáticas en pruebas de hipótesis estadísticos. *Acta Scientiae, 23*(6), 1-15.

Ministerio de Educación. (2015). *Bases Curriculares: 7º básico a 2º medio*.

Ministerio de Educación. (2019). *Bases Curriculares: 3º medio y 4º medio*.

Ministerio de Educación. (2020). *Probabilidades y Estadística Descriptiva e Inferencial: Programa de Estudio 3º o 4º Medio*.

Oliveira, H., & Henriques, A. (2014). Promover o raciocínio estatístico no ensino básico recorrendo à tecnologia: Um projeto de investigação e desenvolvimento. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Estatística*, 23-31.

Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M., & Cook, S. W. (1980). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*.

Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de casos* (4.a ed.).

Taguenca, J., & Vega, M. (2012). Técnicas de investigación social: Las entrevistas abierta y semidirectiva. *Técnicas de Investigación Social: Las entrevistas abierta y semidirectiva, 1*(1), 1-10.

Validación de un marco de desarrollo cognitivo sobre nociones de muestreo estudiantes universitarios y docentes

Felipe de Jesús Jiménez Rodríguez[1], Ernesto Sánchez Sánchez[2]

Palabras clave: Desarrollo cognitivo, muestreo estadístico, distribución muestral, validación de instrumentos.

Planteamiento de la investigación

En la investigación presentamos y validamos un marco de desarrollo cognitivo que aborda tres niveles en las concepciones que tienen estudiantes universitarios y profesores de bachillerato sobre: población, muestra, muestreo repetido y distribución muestral. El objetivo principal es: (1) identificar los recursos o instrumentos que contribuyan a la validez de este marco, (2) y qué nos dicen los datos obtenidos por medios de dichos instrumentos o recursos sobre la validez del marco.

Varios estudios (Jones, 1997, Jones et al. 2000, Ben-Zvi, 2004, Reading & Reid, 2006, Reid & Reading, 2008, Noll & Shaughnessy, 2012) han reportado que los estudiantes pueden progresar a través de diferentes niveles de comprensión, desde concepciones básicas o simples hasta una comprensión más abstracta o compleja. No obstante, de acuerdo a Langrall. et al. (2017), existe una carencia en la validación de estos marcos. Por lo que nosotros comprendemos que parte importante del proceso de generación de marcos es su validación.

Marco teórico o conceptual

El marco de desarrollo cognitivo (Tabla 1) clasifica las concepciones de los estudiantes en tres niveles: práctico, informal y formal. En el nivel práctico, las concepciones se entienden de manera concreta. En el nivel informal, los estudiantes usan representaciones simbólicas, aunque aún ligadas a contextos específicos. Finalmente, en el nivel formal, los estudiantes alcanzan una comprensión abstracta y matemática.

Ahora especifiquemos las diferentes niveles de los conceptos. Para el concepto de población se puede ver como un grupo concreto de individuos (práctico), representaciones numéricas o simbólicas (informal), o una distribución teórica (formal). La muestra es parte de la población que se examina (práctico), un subconjunto de valores de una variable (informal), o un vector de valores de una distribución (formal). El muestreo repetido implica obtener muestras reales sin reemplazo (práctico), con

[1] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). fel.matema@gmail.com
[2] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). esanchez@cinvestav.mx

reemplazo a nivel de valores (informal), o múltiples muestras de un vector aleatorio (formal). La distribución muestral es vista como una representación de estadísticos de muestras reales (práctico), una distribución empírica de valores sobre muestras (informal), o una distribución teórica que modela la variación muestral (formal).

Tabla 1. Marco de desarrollo cognitivo para las nociones de muestreo

Conceptos	Nivel de respuesta		
	Práctico o Ingenuo	**Informal o transicional**	**Matemático o formal**
Población	Población material: Conjunto de personas o cosas	Valores de una variable o atributos de individuos de una población material	Una variable y su distribución
Muestra	Subconjunto de la población	Subconjunto de valores de una variable de la población	Una instancia de la n-eada de variables aleatorias $X_1, X_2, \dots, X_n$ con $X_i \sim f(x)$, para toda i, y donde $f(x)$ es una función de densidad de probabilidad
Muestreo repetido	Obtener muestras reales sin remplazo	Obtener muestras de valores de la variable	Múltiples muestras, es decir, instancias del vector aleatorio: $(X_1, X_2, \dots, X_n)$
Distribució muestral (DM)	Representación de muestras reales (confusión con la distribución de la población)	Representación de valores del estadístico de muestras reales (DME)	Distribución del estadístico: Distribución muestral Teórica

Marco metodológico

Como instrumento de toma de datos se diseñó un cuestionario de 12 preguntas que combina opciones múltiples con respuestas abiertas. Cada ítem del cuestionario está relacionado con alguno de los cuatro conceptos del marco de desarrollo cognitivo. En las opciones múltiples de cada ítem, se presentan representaciones de los distintos niveles de razonamiento que hemos definido en el marco. El objetivo es que los estudiantes puedan identificar cuál de las opciones ofrecidas se alinea mejor con su comprensión del concepto en cuestión, y se espera que se decanten por la opción que refleje su nivel de razonamiento actual.

El cuestionario se aplicó a cuatro estudiantes universitarios y once profesores de bachillerato, y también se sometió a una prueba de validez utilizando dos modelos de inteligencia artificial. Además, tres evaluadores expertos en educación estadística valoraron el instrumento, y se realizó una entrevista con una profesora universitaria del área estadística.

Resultados

En la exploración realizada con profesores de bachillerato, se observó variabilidad en los niveles de respuesta. Se encontró que un grupo de profesores las respuestas relacionadas con los conceptos de población y muestra tendían a ubicarse en un nivel práctico, mientras que, en los ítems sobre distribución muestral, en general los profesores mostraron un razonamiento con mayor tendencia hacia lo formal.

En la aplicación del cuestionario a los modelos de lenguaje, y teniendo en cuenta que ya se ha demostrado que GPT-4 supera a GPT-3.5 en diversas pruebas académicas (OpenAI, 2023), las respuestas del modelo GPT-4 fueron clasificadas en un nivel superior en 11 de los 12 ítems. Estos resultados no solo validan la capacidad del instrumento para distinguir con precisión diferentes niveles de abstracción en las respuestas, sino que también subrayan el potencial de la inteligencia artificial como una herramienta útil para probar y calibrar instrumentos en investigaciones.

En la exploración con los cuatro estudiantes universitarios, predominó una tendencia hacia respuestas de nivel práctico, especialmente en los conceptos de población y muestra.

La evaluación por parte de tres expertos en educación estadística resultó en la aprobación mayoritaria de los ítems del cuestionario. Aunque los expertos validaron el instrumento en general, también sugirieron algunas mejoras en la redacción de las preguntas para aumentar su precisión y aplicabilidad.

Conclusiones

Consideramos que el marco de desarrollo cognitivo propuesto es una herramienta efectiva para clasificar y analizar las concepciones sobre conceptos estadísticos en diferentes contextos. Este trabajo no solo sostiene y presenta un primer ejercicio para validar el marco, sino que también representa un avance significativo para su desarrollo posterior. Además, una de las aportaciones de nuestra investigación es la metodología utilizada, que incluye múltiples tomas de datos, así como la creación de un instrumento específico.

Aunque reconocemos áreas de mejora, como la ampliación de la muestra de estudiantes, la refinación de los ítems del cuestionario y la necesidad de un mayor contexto sobre los antecedentes académicos de los participantes, estos elementos contribuyen a la robustez y aplicabilidad del marco en diversos entornos educativos.

Referencias

Jones, G. A. (1997). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Journal of Mathematical Behavior, 16*(1), 101-144.

Jones, G. A., Thornton, C. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., Perry, B., & Putt, I. (2000). A framework for characterizing children's statistical thinking. *Mathematical Thinking and Learning, 2*(4), 269-307.

Ben-Zvi, D. (2004). Reasoning about variability in comparing distributions. *Statistics Education Research Journal, 3*(2), 42-63.

Reading, C., & Reid, J. (2006). An emerging hierarchy of reasoning about distribution: From a variation perspective. *Statistics Education Research Journal, 5*(2), 46-68.

Reid, J., & Reading, C. (2008). Understanding distribution and informal inferential reasoning. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 3*(1), 60-88.

Noll, J., & Shaughnessy, J. M. (2012). Aspects of students' reasoning about variation in empirical sampling distributions. *Journal of Statistics Education, 20*(1).

Langrall, C. W., Nisbet, S., Mooney, E. S., & Jansem, W. (2017). Making sense of students' statistical thinking. In D. Ben-Zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *The teaching and learning of statistics: International perspectives* (pp. 61-73). Springer.

OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. OpenAI. Disponible en: https://openai.com/research/gpt-4

Medidas de variabilidad en libros de texto gratuito del nivel secundaria

Damian Alejandro Clemente Olague[1], Jaime Israel García-García[2]

Palabras clave: Medidas de variabilidad, libros de texto, enseñanza secundaria, México.

Antecedentes y planteamiento de la investigación

El sistema educativo mexicano, a partir de su reforma educativa para la educación preescolar, primaria y secundaria en 2022, establece que, entre otros aspectos, el docente debe contextualizar los contenidos del currículo nacional considerando las necesidades formativas de la comunidad estudiantil, su vínculo con la comunidad y la relación de la escuela con la sociedad (SEP, 2022). En consecuencia, la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuito, comisión designada para la elaboración, impresión y distribucion de los libros de texto oficiales de la Secretaría de Educación Pública (SEP), presenta para el nivel de secundaria una serie de tres libros de texto, que se caracterizan por ser un material *de consulta*; es decir, los libros de texto carecen de actividades para que los estudiantes ejecuten, solo contienen ejemplos desarrollados y notas informativas sobre los temas que comprenden (SEP, 2023a; 2023b; 2023c).

El libro de texto se ha considerado como una de las principales herramientas de apoyo en el desarrollo de los procesos de aprendizaje y de enseñanza; al ser un elemento inprescindible del trabajo en las aulas, se convierte en un objeto de estudio para investigación. La investigación basada en el análisis de libros de texto, menciona Braga y Belver (2016), debe realizarse desde la calidad didáctica de sus aspectos formales, sus implicaciones metodológicas, la potencialidad para favorecer la reflexión curricular en las aulas y el uso que hacen los docentes y los alumnos de dichos libros. Este análisis puede ser de ayuda para que el docente identifique errores en el contenido y prevenir conflictos semióticos en los estudiantes (Barrantes y Zapata, 2008).

Uno de los contenidos académicos que se aborda en el nivel de secundaria y que se muestra en los libros de texto de este nivel, es la estadística. La estadística es un área de conocimiento que provee a los estudiantes de herramientas, ideas y disposiciones para reaccionar de manera inteligente ante la inmensa información del mundo que les rodea (Estrella, 2017).

[1] Centro de Estudios Tecnológico industrial y de servicios n.º 084. México. damian.alex03@gmail.com
[2] Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile. jaime.garcia@umce.cl

Algunas evidencias de investigaciones enfocadas en el análisis de libros de texto mexicanos, para caracterizar cómo se enseña la estadística son: García-García et al. (2019), Díaz-Levicoy et al. (2020), Morales-García et al. (2022) y Vázquez et al. (2022), situadas en educación primaria, y Pérez et al. (2019), considerando libros de texto de educación primaria, secundaria y media superior. En suma, los resultados de estos estudios concurren en que la tarea predominante en las actividades es ejecutar cálculos, responder y registrar; que existe la necesidad de una mayor variación en el contexto de la situaciones, el tipo de representación y las formas de trabajo entre los estudiantes; que es necesario repensar las actividades propuestas en los libros de texto que se centran en las representaciones estadísticas, considerando la experimentación, así como el proceso de recolección y exploración de datos.

Estas investigaciones, y otras extranjeras, consideran, entre otros, los siguientes contenidos estadísticos: representaciones estadísticas (tabular y gráfica), medidas de tendencia central y gráficos estadísticos. Uno de los temas menos explorados es el de las medidas de variabilidad o de dispersión (MV), siendo que, estas tienen un papel relevante en el análisis de los datos, por ser esenciales para llegar a conclusiones al complementar los procedimientos propios de la estadistica tanto descriptiva como inferencial (Batanero et al., 2015).

Los estudios de análisis de libros de texto vinculados con el tema de las MV, son menores en número en comparación con otros temas de estadística. La revisión documental permitió identificar cinco publicaciones situadas en contextos en el extranjero, y únicamente la investigación de Pérez et al. (2019) en el contexto mexicano. Los resultados de esa investigación enuncian que el contenido de MV se iniciaba en el tercer grado de secundaria, donde las actividades se enfocaban en una insipiente comparación de muestras para la toma efectiva de decisiones y en conceptualizar dichas MV, mediante la lectura de representaciones tabulares, el cálculo de aspectos estadísticos descriptivos y de variabilidad, y el análisis y la argumentación de las decisiones tomadas respecto a la situación atendida. Para el escenario del nivel de bachillerato, las actividades de los libros de texto promueven un nivel de complejidad cognitiva considerable y competencias vinculadas, mayormente, a expresar ideas y conceptos. Sin embargo, estas actividades promueven más las habilidades de calcular, completar, construir, leer y ejemplificar y, pocas de ellas, enfocadas en generar un mayor nivel de razonamiento.

La revisión documental respecto al estudio del contenido estadístico a partir del análisis de libros de texto muestra la necesidad de seguir aportando a esta línea de investigación considerando otros contenidos como las medidas de variabilidad, pues son limitadas las evidencias publicadas al respecto; así como en el resto de los niveles escolares, puesto que la mayoría de los artículos se ubican en educación primaria.

Consideraciones metodológicas

La investigación responderá a un estudio cualitativo a un nivel de análisis descriptivo mediante el método de análisis de contenido (Krippendorff, 2019). Los libros de texto a analizar son los tres libros oficiales de nivel secundaria, proporcionados por la SEP de manera gratuita. Dichos libros de texto fueron elegidos a partir de un muestreo no probabilístico del tipo intencional.

El análisis se desarrollará en tres momentos: 1) definir las unidades de análisis; 2) analizar el contenido asociado a las medidas de dispersión; y 3) elaborar una base de datos y tablas de frecuencias con el registro de los datos identificados a partir del análisis.

Aportes

Este estudio pretende aportar al conocimiento respecto a cómo se propone estudiar las medidas de dispersión en el nivel escolar de secundaria en México, mediante el análisis de los libros de texto que el gobierno mexicano ofrece de manera gratuita; textos que responden a la propuesta educativa de la Nueva Escuela Mexicana.

Referencias

Barrantes, M., y Zapata M. A. (2008). Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. *Campo Abierto, 27*(1), 55-71. https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/4576/1/0213-9529_27_1_55.pdf

Batanero, C., González-Ruiz, I., López-Martín, M.M., y Contreras, J.M. (2015). La dispersión como elemento estructurador del currículo de estadística y probabilidad. *Épsilon – Revista de Educación Matemática, 32*(2), 7-20. https://thales.cica.es/epsilon_d9/sites/default/files/2023-04/epsilon90_1.pdf

Braga, G., y Belver, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación, 27*(1), 199-218. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688

Díaz-Levicoy, D., Morales-Garcia, L., y Rodríguez-Alveal, F. (2020). Las medidas de tendencia central en libros de texto de educación primaria en México. *Paradigma*, *45*, 706-729. https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/819/807

Estrella, S. (2017). Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. En A. Salcedo (Ed.), *Alternativas Pedagógicas para la Educación Matemática del Siglo XXI* (pp. 173-194). Universidad Central de Venezuela.

García-García, J. I., Díaz-Levicoy, D., Vidal-Henry, S., y Arredondo, E.H. (2019). La tabla estadística en libros de texto de educación primaria en México. *Paradigma, 40*(2), 153-175. https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/754

Krippendorff, K. (2019). *Content analysis: An introduction to its methodology* [*Análisis del contenido: una introducción a esta metodología*]. SAGE. https://doi.org/10.4135/9781071878781

Morales-García, L., Vidal-Henry, S., García-García, J.I., y 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/10.35763/aiem22.4410

Pérez, Y., Ruiz, B., y Hugues, E. (2019). Análisis de actividades estadísticas en libros de textos de nivel básico y medio superior en México. *Revista digital Matemática, Educación e Internet, 19*(2). https://doi.org/10.18845/rdmei.v19i2.4219

Secretaría de Educación Pública. (2022). Acuerdo número 14/08/22 por el que se establece el Plan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria. SEP. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5661845&fecha=19/08/2022#gsc.tab=0

Secretaría de Educación Pública. (2023a). *Colección Ximhai. Saberes y pensamiento científico. Primer grado de secundaria*. SEP. https://libros.conaliteg.gob.mx/2023/S1SAA.htm?#page/1

Secretaría de Educación Pública. (2023b). *Colección Sk' asolil. Saberes y pensamiento científico. Segundo grado de secundaria*. SEP. https://libros.conaliteg.gob.mx/2023/S2SAA.htm#page/1

Secretaría de Educación Pública. (2023c). *Colección Nanahuatzin. Saberes y pensamiento científico. Tercer grado de secundaria*. SEP. https://libros.conaliteg.gob.mx/2023/S3SAA.htm?#page/1

Vásquez, C., Arredondo, E. H. y García-García, J. I. (2022). Representaciones estadísticas a temprana edad: una aproximación desde los libros de texto de Chile y México. *Bolema, 36*(72), 116-145. http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a06