

CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICA SOBRE EL HISTOGRAMA Y EL GRÁFICO DE CAJA

Math faculty's specialised knowledge of histogram and box-plot

Rodríguez-Alveal, F.^a, Aguayo-Arriagada, C. G.^b y Díaz-Levicoy, D.^c

^aUniversidad del Bío-Bío, ^bUniversidad de Almería, ^cUniversidad Católica del Maule

Resumen

El presente trabajo analiza el conocimiento estadístico especializado de futuros profesores de Educación Secundaria cuando leen información representada en un histograma y un gráfico de caja. Esta investigación sigue un enfoque cualitativo, donde se realiza un análisis de contenido de las respuestas entregados por 42 futuros profesores. En general, los participantes confunden los estadígrafos de tendencia central con los de cuantificación de la variabilidad de los datos representados. Asimismo, frente a histogramas bimodales, omiten refutar la aseveración de que el gráfico de caja constituye la gráfica alternativa más pertinente. En conclusión, los futuros profesores de matemática que participaron del estudio conocen estadísticos de variabilidad como el rango, rango intercuartílico y varianza, sin embargo, evidencian un escaso conocimiento especializado requerido para la lectura de representaciones gráficas de datos cuantitativos.

Palabras clave: *histograma, gráfico de caja, lectura, profesores en formación, conocimiento estadístico.*

Abstract

This study analyses the specialised statistical knowledge of future secondary school teachers when interpreting information presented in histograms and box plots. The research employs a qualitative approach, conducting a content analysis of responses from 42 prospective teachers. In general, participants confuse measures of central tendency with those that quantify the variability of the represented data. Furthermore, when presented with bimodal histograms, they fail to refute the assertion that the box plot is the most appropriate alternative. In conclusion, the prospective mathematics teachers who participated in the study are familiar with variability statistics such as range, interquartile range, and variance; however, they demonstrate limited specialised knowledge related to the process of interpreting graphical representations of quantitative data.

Keywords: *histogram, box graph, reading, teachers in training, statistical knowledge.*

INTRODUCCIÓN

La formación del profesorado constituye un campo de interés en la investigación en Educación Matemática, particularmente en el área de la estadística (Díaz-Levicoy et al., 2017; Mayorga, 2025; Morales-García et al., 2022). En este sentido, la construcción e interpretación de representaciones gráficas forman parte de las habilidades promovidas por el *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education* (Bargagliotti et al., 2020), debido a que permiten organizar, visualizar y comunicar información contenida en datos cuantitativos (Wild y Pfannkuch, 1999). En particular, el histograma y el gráfico de caja posibilitan representar características distribucionales de los datos, tales como la tendencia central, la forma y la variabilidad (Triola, 2018). Diversas investigaciones han reportado dificultades en la interpretación de estas representaciones gráficas, especialmente en relación con la comprensión de la variabilidad y de las características distribucionales de los datos (Boels et al., 2025; Cooper, 2018; Lem et al., 2015). Sin embargo, estos estudios se han centrado principalmente en estudiantes, existiendo menor evidencia respecto del conocimiento que poseen los

futuros profesores de matemática sobre este tipo de representaciones (Madrid et al., 2022). Considerando que serán los encargados de enseñar estos contenidos en el sistema escolar, resulta relevante analizar los conocimientos y argumentos estadísticos que movilizan al interpretar histogramas y gráficos de cajas. Producto de lo anterior, el propósito del presente estudio es 1) Evaluar los conocimientos y habilidades de los profesores de matemática adquiridas en las asignaturas de estadística durante su proceso formativo y 2) Caracterizar los argumentos estadísticos que utilizan los profesores de matemática en formación para cuantificar la variabilidad de los datos desde las representaciones gráficas.

ANTECEDENTES

Boels et al. (2019) mencionan que el histograma y el gráfico de caja representan tanto datos como conceptos estadísticos. Estas representaciones son el resultado del proceso de transnumeración (Wild y Pfannkuch, 1999), el cual permite cambiar un conjunto de datos cuantitativos en una representación gráfica en la que es posible visualizar características de los datos, tales como la forma, la tendencia central y la variabilidad (Triola, 2018), aspecto que no son observables en los datos brutos. En este contexto, la variabilidad es una característica de los datos cuyo control y cuantificación son habilidades vinculadas con el desarrollo del pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999).

No obstante, como mencionan Lem et al. (2015), el gráfico de caja es frecuentemente mal interpretado y los intentos educativos por corregir estas interpretaciones no han reportado el éxito esperado, es decir, que el estudiantado pueda extraer información del gráfico de caja de manera de explicar el comportamiento de los datos. En esta línea Pfannkuch (2007) proporciona antecedentes de que el estudiantado, en general, compara los cinco puntos que componen el gráfico, sin considerar la distribución que emerge de la representación. Por otro lado, Pastore et al. (2017) hacen notar que el gráfico de caja no siempre permite representar adecuadamente el comportamiento de un conjunto de datos en algunas situaciones. Por ejemplo, en distribuciones multimodales, la estructura del gráfico no permite visualizar claramente la forma de la distribución de los datos (Triola, 2018).

Sin embargo, el histograma, como mencionan Bruno y Espinel (2009), “es muy sensible a la amplitud de los rectángulos, cuyas dimensiones pueden alterar su apariencia” (p. 476). No obstante, el histograma además de mostrar el comportamiento distribucional de los datos permite introducir distribuciones de probabilidad continuas. Por su parte, Cooper (2018) ha presentado evidencias acerca de las dificultades que presentan los estudiantes al leer e interpretar la información contenida en un histograma, así como de los errores conceptuales que manifiestan al interpretar la variabilidad presente en dicha representación. En cambio, Boels et al. (2025) proporcionan evidencias que los estudiantes de secundaria tienen dificultades en reconocer que las alturas de las barras de un histograma están asociadas a las frecuencias observadas de una tabla de distribución, como así también asociar la altura de las barras con la variabilidad de los datos, además no identifican la naturaleza de la variable y su nivel de medición. En síntesis, los antecedentes evidencian dificultades en la interpretación de histogramas y gráficos de cajas, especialmente en la comprensión de la variabilidad y de las características distribucionales de los datos. En este contexto, resulta relevante analizar los conocimientos y argumentos estadísticos que ponen en juego los futuros profesores de matemática al interpretar estas representaciones gráficas.

MARCO TEÓRICO

En la literatura especializada se han propuesto diversos modelos para analizar el conocimiento del profesorado en relación con la enseñanza de la matemática. Entre ellos destacan el modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (MTSK), propuesto por Carrillo et al. (2018). En el cual, interactúan tres dominios: 1) Conocimiento Matemático (MK), 2) Conocimiento Didáctico del Contenido (PCK) y 3) las creencias del profesorado.

Debido que la matemática y la estadística conviven en mundos diametralmente opuestos (Groth, 2007), es posible hablar puntualmente del conocimiento especializado del profesor de matemática cuando enseña estadística. En este sentido, puede hablarse del conocimiento especializado del profesor de estadística (MTSK-estadístico) (Franco y Alsina, 2023). En función de los objetivos del estudio, el análisis se focaliza exclusivamente en el dominio Conocimiento Estadístico, particularmente en los subdominios:

Conocimiento de temas estadísticos (KoT). Se relaciona con lo que debe saber el profesor sobre los contenidos estadísticos. En el contexto de este estudio, aquellas ideas, conceptos, definiciones y propiedades sobre la noción de variabilidad y de los algoritmos de cálculo de los estadígrafos de variabilidad y su relación con la información que entrega el histograma y gráfico de caja. Asimismo, el uso adecuado del lenguaje y simbología estadística para denotar los estadígrafos de variabilidad (rango intercuartílico, desviación estándar y rango).

Conocimiento de la estructura estadística (KSS). Establece el conocimiento del profesorado respecto a qué y cómo domina los temas que enseña (Sosa, 2024), así como las relaciones interconceptuales que se puedan establecer entre los contenidos estadísticos. Ejemplo, la relación con los distintos estadísticos de variabilidad y con la cuantificación de la variabilidad de un conjunto de datos. De manera similar, la relación entre el histograma y el gráfico de caja.

MARCO METODOLÓGICO

Para dar respuesta a los objetivos de la investigación, se adoptó una metodología cualitativa centrada en un análisis de contenido (Kuckartz y Rädiker, 2023), el cual permite conocer los conocimientos y habilidades estadísticas de los futuros profesores de matemática de educación secundaria.

Contexto y participantes

El estudio se llevó a cabo con futuros profesores de Matemática de Educación Secundaria de una universidad chilena, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico del tipo intencionado (McMillan y Schumacher, 2011). Participaron 42 futuros profesores (FPM) que habían aprobado las asignaturas de estadística incluidas en su itinerario formativo, donde han trabajado contenidos de estadística descriptiva (medidas de centralización, variabilidad, posición y representaciones gráficas) y de tópicos vinculados con la probabilidad clásica y la inferencia estadística.

Instrumento de recolección de datos

Se aplicó un instrumento de respuesta abierta que constaba de dos tareas relacionadas con la lectura de un histograma y un gráfico de caja, asociados a situaciones contextualizadas extraídas de libros de texto chilenos (Osorio et al., 2020) y de artículos publicados, las que se adaptaron al contexto nacional (Figura 1). Las que fueron validadas por investigadores chilenos relacionados con la enseñanza de la estadística y/o didáctica de la estadística.

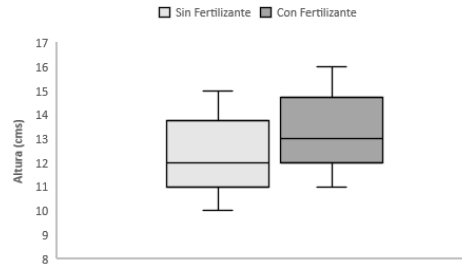
Análisis de los datos

Para el análisis de los datos se elaboró una matriz en Excel con las preguntas de las tareas propuestas en el instrumento. Los argumentos entregados fueron analizados mediante la propuesta de Mayring (2000): 1) se seleccionaron los segmentos de las respuestas entregadas por los participantes que serían analizadas; 2) se escogieron los segmentos que hacían relación al concepto variabilidad; 3) los relatos se contrastaron con los lineamientos del MINEDUC, la literatura especializada afín a temas estadísticos y los subdominios KoT y KSS del modelo MTSK-estadístico, utilizados como referentes teóricos para caracterizar los conocimientos estadísticos movilizados por los participantes.

Figura 1

Tareas aplicadas a los futuros profesores

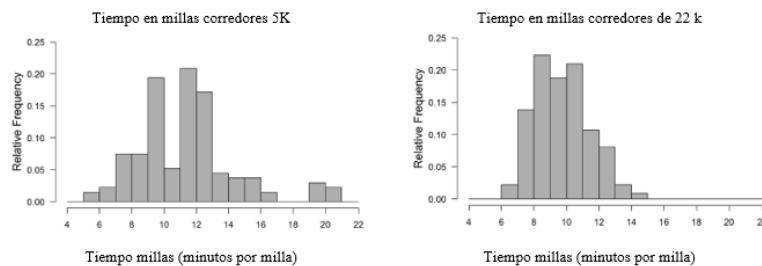
Tarea 1. Para evaluar la efectividad de un fertilizante en plantas de tomates, una agrónoma cultivó, en dos maceteros, 20 plantas en cada uno. En los siguientes gráficos se presentan las alturas de las plantas en centímetros después de mes de crecimiento.



Nota: la línea representa la media aritmética

- ¿Qué estadístico de variabilidad permitiría decidir si es efectivo el uso de fertilizante? Interprete en el contexto de la situación problema.
- Teniendo presente la representación gráfica ¿Cómo se compara el crecimiento de las plantas de tomates con y sin fertilizante? Justificar

Tarea 2. En el año 2023, producto del aniversario 181 de la Universidad de Chile, se realizaron dos corridas. Los participantes eligieron correr 5 km (3,1 millas) o una media maratón (13,1 millas). Ciento treinta y cuatro personas corrieron 5 kilómetros y 224 personas la media maratón. El tiempo de la milla, es el tiempo medio que tarda un corredor en correr una milla, se calculó para cada corredor dividiendo el tiempo que tardaba en terminar la carrera por la duración de la misma. Los siguientes histogramas muestran las distribuciones de tiempos de milla (en minutos por milla) de los corredores en las dos carreras.



- ¿Qué estadístico de variabilidad permitiría decidir qué grupo de corredores presenta tiempos más homogéneos? Calcular e interpretar en el contexto de la situación.
- ¿Es el gráfico de cajas una representación alternativa para comparar la distribución de los tiempos de ambos grupos? Justificar.
- Con base en estos datos, ¿es razonable concluir que el tiempo de una persona sería menor cuando corre una media maratón que cuando corre una de 5 km? Explicar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuantificación de la variabilidad presente en el gráfico de caja y/o histograma

En la Tarea 1, inciso a) se solicitó a los participantes identificar el estadígrafo que permite cuantificar la variabilidad de las alturas de las plantas de tomate, con y sin fertilizante, haciendo uso del gráfico de caja. Al respecto, 10 de los 42 FPM mencionan el rango y/o el rango intercuartílico, como se observa en la siguiente cita:

El rango de las alturas de plantas que se les suministra fertilizante puesto que se puede saber con qué método se mantiene mejor y más altas las plantas (FPM7).

En dicha cita no se evidencian argumentos que permitan dar cuenta del conocimiento acerca del rango y el rango intercuartílico como estadígrafos que permitan cuantificar la variabilidad cuando los datos han sido resumidos en un gráfico de caja. En esta misma línea, algunos FPM hacen referencia a la varianza y desviación estándar, sin considerar como han sido representados en un gráfico de caja (transnumeración), en el cual solamente es posible estimar el valor mínimo, máximo y los cuartiles, números asociados a su construcción. Por ejemplo:

La varianza ya que mide que tan alejados están de la media los datos, en este caso se ve el fertilizante que tenga la mejor varianza así las plantas estarán todas iguales o muy parecidas (FPM9).

Por otra parte, algunos FPM mencionan estadísticos de centralización (media aritmética y mediana), los cuales, desde su perspectiva, permitirían cuantificar la variabilidad presente en los datos, evidenciando un escaso conocimiento estadístico (KoT-estadístico):

Sería el promedio [,] ya que es una muestra más representativa de los datos y evidencia mejor si el uso del fertilizante es mejor o más factible (FPM2).

El estadístico de variabilidad que permitiría decidir si es efectivo el fertilizante es la media aritmética que se marca en el gráfico, ya que permite observar el crecimiento de las plantas y saber si el uso de fertilizante produce una mayor uniformidad en el crecimiento (FPM31).

En las respuestas se observa que los participantes utilizan de manera indistinta los términos promedio y media aritmética, evidenciando una confusión conceptual acerca de las medidas de tendencia central y variabilidad, dando cuenta que los participantes del estudio no establecen conexiones conceptuales entre las nociones estadísticas (KSS). Este escenario pone de manifiesto que el grupo en estudio presenta confusión respecto a los alcances y la interpretación de los estadísticos de variabilidad y de centralización.

En relación, con las respuestas del ítem b) en el cual se solicitaba comparar la altura de las plantas con y sin fertilizantes, los participantes en general comentan que las plantas de tomates a las cuales se les aplicó el fertilizante alcanzaron mayores alturas, como se muestra en la siguiente cita:

Podemos ver que el crecimiento de los con fertilizante es mayor, ya que todo su diagrama se encuentra más arriba en comparación. (FPM1).

Además, hacen referencia a los números que conforma el gráfico de caja sin ahondar en el experimento.

Por su parte, en la Tarea 2, ítem a) los participantes hacen mayoritariamente mención de características locales acerca de la distribución de los datos (Pfannkuch, 2006), asociadas a estadísticos de variabilidad, tales como la desviación estándar (9/42) y la varianza (5/42). Un ejemplo de los argumentos entregados es:

La varianza ya que mostraría que tan cercanos están del promedio los datos (FPM9).

Este ejemplo evidencia que los futuros profesores tienen anclado conocimientos asociados a estadísticos de variabilidad, como la varianza. Sin embargo, no consideran que los datos presentados en un histograma no permiten calcularlos, dado que en esta representación los datos se invisibilizan o quedan relegados a un segundo plano. En esta línea, 6 de los 42 participantes mencionan el rango:

El rango nos permite ver cuál de los dos grupos tienen tiempo más homogéneo [,] ya que la dispersión de datos es bastante menor, además visualmente podemos observar pocas diferencias en los corredores de 22 Km (FPM20)

Estos resultados sugieren que los encuestados privilegian aquellos estadísticos que esencialmente son factibles de calcular o estimar al observar el histograma, sin contextualizar su interpretación a la

situación problema, lo que se relaciona con el subdominio KSS-estadístico. En este sentido, uno de los participantes menciona los estadísticos rango intercuartílico y desviación estándar:

Basándonos en el análisis visual de los gráficos, se puede concluir que los corredores de 5km tienen tiempos más homogéneos que los de 22 km. Sin embargo, para respaldar esta conclusión sería ideal calcular el RIC (rango intercuartílico), el DE (Desviación estándar) con datos exactos (FPM15)

Esto evidencia una falta de conocimiento de acuerdo con el subdominio KoT-estadístico, considerando que el rango intercuartílico se obtiene con la diferencia entre el tercer y primer cuartil, los cuales no se pueden obtener en un histograma, debido a las características de su estructura. En contraste, este estadígrafo sí se puede identificar en un diagrama de caja, ya que los cuartiles constituyen elementos fundamentales de su construcción (Pfannkuch, 2006).

Transnumeración y visualización de la variabilidad dentro del sistema estadístico

Una de las habilidades que deberían adquirir los futuros profesores del sistema escolar es proponer representaciones gráficas alternativas acorde a la naturaleza de los datos (MINEDUC, 2015). En este contexto, en la Tarea 2, ítem c) se solicita a los participantes refutar o aceptar la aseveración entregada acerca de que el gráfico de caja es una representación alternativa al histograma. En general, los futuros profesores no refutan la interrogante planteada, argumentando que:

Si [,] ya que nos permitiría analizar el promedio, el primer y tercer cuartil y además los tiempos máximos y mínimos (FPM1).

Si, ya que permite ver los datos de otra manera, en la que se tienen claridad sobre el tiempo menor y mayor, Q1, Q2, promedio, lo que facilita el análisis de los datos (FPM6).

De estas respuestas se desprende que confunden la media aritmética con la mediana, además hacen referencia a los cuartiles como estadísticos que complementan el análisis de los datos. Solamente, uno de los encuestados hace mención que el tiempo que demoran los corredores de 5 Km al llegar a la meta presenta un comportamiento distribucional en el cual se evidencia la presencia del tiempo de tres grupos de corredores, mientras que la de los corredores de 22 Km es claramente unimodal. De este modo, se esperaría que concluyeran que el gráfico de caja no modela adecuadamente el comportamiento distribucional de los tiempos de los corredores de 5Km. En este contexto, solamente 2/42 participantes refutan la interrogante planteada, aunque de forma imprecisa:

No, ya que sirven para diferentes cosas (FPM22).

No, pues el registro de datos del gráfico izquierdo no es homogéneo y por tanto tendrá una disparidad en el gráfico y/o información no fiable (FPM39).

En estos casos, los argumentos relacionan el concepto “homogéneo” posiblemente con la variabilidad de los datos o con las alturas de las barras del histograma, es decir, con las frecuencias observadas, situación incorrecta que ha sido documentada por Cooper (2018) y Lem et al. (2013). Asimismo, asume que un conjunto de datos, con datos heterogéneos no permitiría tomar decisiones, lo cual es cuestionable atendiendo a la situación problema presentada.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio aportan información acerca del conocimiento estadístico adquirido por los futuros profesores de matemática para decidir qué estadígrafo de variabilidad utilizar cuando los datos se presentan mediante representaciones gráficas. En el caso del gráfico de caja, 10 de los 42 participantes (24%) hacen notar que el rango y/o el rango intercuartílico permite cuantificar la variabilidad presente en dicho gráfico, lo cual da cuenta del conocimiento estadístico de este estamento acorde al subdominio KoT-estadístico, lo cual coincide con la literatura especializada (Triola, 2018). No obstante, algunos participantes consideran que el promedio aritmético y/o la mediana son medidas que permiten cuantificar variabilidad, lo cual estaría

entregando evidencias que los futuros profesores en estudio presentan errores conceptuales acerca de las definiciones de los estadígrafos de tendencia central y variabilidad.

En relación con el histograma, los participantes mencionan estadísticos como la varianza y la desviación estándar. Aunque la varianza es una medida de variabilidad, no se expresa en las mismas unidades de la variable (Triola, 2018), y, además, en la construcción del histograma, los datos quedan en un segundo plano. Por esta razón, los estadígrafos de variabilidad mencionados no pueden calcularse directamente, lo que evidencia un escaso dominio de los subdimensiones KoT y KSS del modelo MTSK-estadístico. De manera similar, algunos participantes consideran al rango intercuartílico como una medida de variabilidad que es factible calcular a partir de los datos resumidos en un histograma, lo cual, estaría evidenciando una falta de conocimiento conceptual (KoT).

Al analizar la capacidad de los participantes para seleccionar representaciones gráficas adecuadas según la naturaleza de los datos, se observa que la mayoría no refutan la aseveración de que el gráfico de caja constituye una representación adecuada en presencia de datos bimodales. Esto evidencia un escaso dominio conceptual, relacionada con el subdimensión KoT-estadístico. La aceptación generalizada de esta premisa revela dificultades para reconocer las limitaciones de determinadas representaciones gráficas, hallazgo coherente con lo reportado por Rodríguez-Alveal et al. (2025). Por otra parte, los participantes que sí cuestionan la afirmación no aportan fundamentos teóricos que respalden su decisión.

Finalmente, los resultados obtenidos en el presente estudio, a partir de las respuestas proporcionadas por los profesores de matemática en formación, ponen de manifiesto la necesidad de incorporar actividades que promuevan la elección adecuada de medidas de variabilidad cuando los datos se presentan resumidos en representaciones gráficas, tales como el histograma y el gráfico de caja. Además, es necesario comparar los resultados del presente estudio con la formación recibida por este estamento en otras instituciones formadoras.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco de: Proyecto FONDECYT REGULAR N°1261620 financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Chile (ANID) / Proyecto PID2022-139748NB-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 / Grupo de Investigación HUM-886 (Junta de Andalucía, España).

Referencias

- Bargagliotti, B. (2020). *Pre-K–12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II)*. American Statistical Association.
- Boels, L., Bakker, A., Van Dooren, W. y Drijvers, P. (2019). Conceptual difficulties when interpreting histograms: A review. *Educational Research Review*, 28, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100291>
- Boels, L., Bakker, A., Van Dooren, W. y Drijvers, P. (2025). Secondary school's students strategies when interpreting histograms and cas-values plots: an eye-tracking study. *Educational Studies in Mathematics*, 118, 479-503. <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10351-3>
- Bruno, A. y Espinel, M. (2009). Construction and evaluation of histograms in teacher training. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(4), 473-493. <https://doi.org/10.1080/00207390902759584>
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Cooper, L. L. (2018). Assessing students' understanding of variability in graphical representations that share the common attribute of bars. *Journal of Statistics Education*, 26(2), 110-124. <https://doi.org/10.1080/10691898.2018.1473060>

- Díaz-Levicoy, D., Arteaga, P. y Batanero, C. (2017). Lectura de pictogramas por estudiantes chilenos de Educación Primaria. En J.M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M.L. Callejo y J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 217-226). SEIEM.
- Franco S., J. y Alsina, Á. (2023). Evaluating specialized knowledge for teaching statistics and probability: construction and validation of an MTSK-Stochastic questionnaire. *Uniciencia*, 37(1), 1-22. <https://doi.org/10.15359/ru.37-1.5>
- Groth, R. (2007). Research commentary: toward a conceptualization of statistical knowledge for teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(5), 427-437.
- Kuckartz, U. y Rädiker, S. (2023). *Qualitative Content Analysis Methods, Practice and Software*. SAGE.
- Lem, S., Kempen, G., Ceulemans, E., Onghena, P., Verschaffel, L. y Van Dooren, W. (2015). Combining multiple external representations and refutational text: an intervention on learning to interpret box plots. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 909-926. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9604-3>
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L. y Van Dooren, W. (2013). On the misinterpretation of histograms and box plots. *Educational Psychology*, 33(2), 155-174. <https://doi.org/10.1080/01443410.2012.674006>.
- Madrid, A.E., Valenzuela-Ruiz, S.M., Batanero, C. y Garzón-Guerrero, J.A. (2022). Interpretación del diagrama de caja por estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y deporte. *Educación Matemática*, 34(3), 275-300. <https://doi.org/10.24844/em3403.10>
- Mayorga, M. (2025). Importancia de la estadística en los procesos de investigación universitaria. *Educational Regent Multidisciplinary Journal*, 2(4), 1-14. <https://doi.org/10.63969/rgtt7645>
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), 20. <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2011). *Investigación educativa*. Pearson-Adisson Wesley
- MINEDUC (2015). *Bases Curriculares 7° a 2° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- 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>
- Osorio, G., Norambuena, P., Romante, M., Gaete, D., Díaz, J., Celedón, J., Morales, K., Ortiz, N., Ramírez, P., Barrera, R. y Hurtado, Y. (2020). *Matemática. Texto del estudiante 3 y 4 medio*. SM.
- Pastore, M., Lionetti, F. y Altoè, G. (2017). When one shape does not fit all: A commentary essay on the use of graphs in psychological research. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01666>
- Pfannkuch, M. (2006). Informal inferential reasoning. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics* (pp. 1-6). International Statistical Institute.
- Pfannkuch, M. (2007). Year 11 Students' informal inferential reasoning: A case study about the interpretation of box plots. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(3), 149-167. <https://doi.org/10.29333/iejme/181>
- Rodríguez-Alveal, F., Aguayo-Arriagada, C. G. y Díaz-Levicoy, D. (2025). Statistical knowledge of future secondary mathematics teachers in reading and arguing graphical information. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(12), em2751. <https://doi.org/10.29333/ejmste/17503>
- Sosa, L. (2024). El modelo MTSK como soporte de crecimiento profesional del formador. *PNA*, 18(5), 523-549. <https://doi.org/10.30827/pna.v18i5.29828>
- Triola, M. (2018). *Probabilidad y Estadística*. Editorial Pearson.
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, 67 (3), 223-265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>