

Enseñanza y aprendizaje del *boxplot*: una revisión sistemática

Teaching and learning of the boxplot: a systematic review

Enseignement et apprentissage du diagramme en boîte : une revue systématique

Ensino e aprendizagem do gráfico de caixa: uma revisão sistemática

Rodrigo Gutiérrez-Martínez¹

Universidad Católica del Maule
Doctorando en Didáctica de la Matemática
<https://orcid.org/0000-0003-3890-3347>

Audy Salcedo²

Universidad Autónoma de Chile
Doctor en Educación
<https://orcid.org/0000-0002-9783-8509>

Danilo Díaz-Levicoy³

Universidad Católica del Maule
Doctor en Ciencias de la Educación
<https://orcid.org/0000-0001-8371-7899>

Resumen

Se presenta una revisión sistemática de la investigación empírica publicada entre 2010 y 2025 sobre la enseñanza y aprendizaje del gráfico de caja (*boxplot*). Siguiendo las directrices PRISMA 2020, se buscaron documentos en Web of Science, Scopus, SciELO y Dialnet (31-mayo-2025) mediante ecuaciones en español, inglés y portugués. Tras eliminar duplicados y aplicar criterios de inclusión/exclusión, se analizaron 19 estudios. Los datos se extrajeron y sintetizaron con R-4.2.2. Los resultados bibliométricos muestran predominio de artículos en inglés (74 %) y foco geográfico en Bélgica, Alemania y Australia. Teóricamente, la heurística de área sustenta el 47 % de los trabajos; mientras que los marcos de cambio conceptual basados en texto refutacional + representaciones múltiples (MERs) mostraron ser la intervención más eficaz, aunque

¹ rgutierrezm@ucm.cl

² asalcedo@ucm.cl

³ ddiazl@ucm.cl

los tiempos de reacción indican que el sesgo visual persiste latente. Sólo tres estudios involucran a docentes en ejercicio y ninguno evalúa efectos más allá de una semana. Se concluye que la comprensión del boxplot exige enseñanza explícita y sostenida. Se identifican vacíos en estudios longitudinales, triangulación metodológica y formación docente, lo que orienta futuras agendas de investigación y desarrollo profesional.

Palabras-clave: Gráfico de caja, Revisión sistemática, Prisma, Enseñanza, Aprendizaje.

Abstract

This article presents a systematic review of empirical research published between 2010 and 2025 on the teaching and learning of boxplots. Following the PRISMA 2020 guidelines, documents were searched in Web of Science, Scopus, SciELO, and Dialnet (May 31, 2025) using search terms in Spanish, English, and Portuguese. After removing duplicates and applying inclusion/exclusion criteria, 19 studies were analyzed. Data were extracted and synthesized using R-4.2.2. Bibliometric results show a predominance of articles in English (74%) and a geographic focus on Belgium, Germany, and Australia. Theoretically, the area heuristic underpins 47% of the studies; while conceptual change frameworks based on refutational text plus multiple representations (MRs) proved to be the most effective intervention, although reaction times indicate that visual bias persists. Only three studies involved practicing teachers, and none evaluated effects beyond one week. It is concluded that understanding boxplots requires explicit and sustained instruction. Gaps are identified in longitudinal studies, methodological triangulation, and teacher training, which will guide future research and professional development agendas.

Keywords: Box plot, Systematic review, Prisma, Teaching, Learning.

Résumé

Cet article présente une revue systématique des recherches empiriques publiées entre 2010 et 2025 sur l'enseignement et l'apprentissage des diagrammes en boîte. Conformément aux recommandations PRISMA 2020, les documents ont été recherchés dans Web of Science, Scopus, SciELO et Dialnet (31 mai 2025) à l'aide de termes de recherche en espagnol, en anglais et en portugais. Après suppression des doublons et application des critères d'inclusion/exclusion, 19 études ont été analysées. Les données ont été extraites et synthétisées à l'aide du logiciel R-4.2.2. Les résultats bibliométriques montrent une prédominance d'articles en anglais (74 %) et une

concentration géographique sur la Belgique, l'Allemagne et l'Australie. Sur le plan théorique, l'heuristique de la surface sous-tend 47 % des études ; tandis que les cadres de changement conceptuel basés sur un texte réfutationnel et des représentations multiples (RM) se sont avérés être l'intervention la plus efficace, bien que les temps de réaction indiquent la persistance d'un biais visuel. Seules trois études impliquaient des enseignants en exercice, et aucune n'a évalué les effets au-delà d'une semaine. En conclusion, la compréhension des diagrammes en boîte nécessite un enseignement explicite et soutenu. Des lacunes sont identifiées dans les études longitudinales, la triangulation méthodologique et la formation des enseignants, ce qui orientera les futurs programmes de recherche et de développement professionnel.

Mots-clés : Diagramme en boîte, Revue systématique, Prisma, Enseignement, Apprentissage.

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão sistemática de pesquisas empíricas publicadas entre 2010 e 2025 sobre o ensino e a aprendizagem de diagramas de caixa. Seguindo as diretrizes PRISMA 2020, os documentos foram pesquisados nas bases de dados Web of Science, Scopus, SciELO e Dialnet (31 de maio de 2025) utilizando termos de busca em espanhol, inglês e português. Após a remoção de duplicatas e a aplicação de critérios de inclusão/exclusão, 19 estudos foram analisados. Os dados foram extraídos e sintetizados utilizando o software R-4.2.2. Os resultados bibliométricos mostram uma predominância de artigos em inglês (74%) e um foco geográfico na Bélgica, Alemanha e Austrália. Teoricamente, a heurística da área fundamenta 47% dos estudos; enquanto as estruturas de mudança conceitual baseadas em texto refutacional e múltiplas representações (MRs) mostraram-se a intervenção mais eficaz, embora os tempos de reação indiquem que o viés visual persiste. Apenas três estudos envolveram professores em exercício, e nenhum avaliou os efeitos além de uma semana. Conclui-se que a compreensão de diagramas de caixa requer instrução explícita e contínua. Foram identificadas lacunas em estudos longitudinais, triangulação metodológica e formação de professores, que orientarão futuras pesquisas e agendas de desenvolvimento profissional.

Palavras-chave: Diagrama de caixa, Revisão sistemática, Prisma, Ensino, Aprendizagem.

Enseñanza y aprendizaje del Boxplot: Una revisión sistemática

Introducción

En la sociedad contemporánea, la estadística está presente en prácticamente todas las esferas de la sociedad, siendo pieza clave en las ciencias naturales, ciencias sociales, la economía, las políticas públicas, y desempeñando un rol crucial en el fortalecimiento de una democracia saludable (Schoen et al., 2025). En este contexto, la formación de la ciudadanía en temas estadísticos ha sido una problemática de creciente interés en los últimos años, cobrando relevancia el concepto de alfabetización estadística (*statistical literacy*), entendida como la capacidad de interpretar, comprender y evaluar datos de forma crítica (Castillo, 2024; Gal, 2002).

Gal (2002), en su definición de la alfabetización estadística, destacó la interpretación de representaciones gráficas como una habilidad esencial dentro de esta. En esta misma línea, Kim et al. (2020) mencionan que la visualización de datos en gráficos no sólo está presente en las prácticas científicas, sino también en contextos cotidianos. Por ello, desarrollar competencias en la construcción e interpretación de gráficos debe ocupar un lugar central en la educación estadística, de manera que los estudiantes puedan tomar decisiones al enfrentarse a diferentes problemáticas.

En este escenario, el gráfico de caja —también conocido como *boxplot*— es una herramienta poderosa para visualizar la distribución de datos, permitiendo resumir información sobre su tendencia central, dispersión y simetría. Sin embargo, para su correcta interpretación es necesario comprender conceptos estadísticos, como la mediana, los cuartiles y el rango intercuartílico (Bakker et al., 2004).

Además, este gráfico merece particular atención pues, pese a su relevancia para describir la variabilidad y la distribución de los datos, ha sido poco investigado en el ámbito educativo, especialmente en el caso de docentes y futuros docentes. La mayoría de la investigación realizada se ha centrado en estudiantes de educación escolar, evidenciando serias dificultades en su interpretación (Abt et al., 2024; Lem et al., 2013; Madrid et al., 2022), incluso más marcadas que en otros gráficos (Lem et al., 2015). A esto se suma la dificultad inherente a los gráficos estadísticos, pues su comprensión supone procesos de traducción, interpretación y extrapolación/interpolación (Sánchez-Acevedo et al., 2021).

Pese a su relevancia, la literatura sobre la comprensión del gráfico de caja se encuentra dispersa en distintos campos, tales como la Didáctica de la Estadística, la psicología, salud, finanzas y las políticas públicas (Videla-Jiménez et al., 2025). Por

ello, se hace necesario sistematizar los hallazgos empíricos y teóricos existentes, con el fin de identificar patrones comunes en las dificultades de comprensión, los factores que las explican y las estrategias pedagógicas que han mostrado eficacia para superarlas.

Por tanto, esta revisión busca reunir y analizar la evidencia empírica disponible sobre la comprensión del gráfico de caja. Para esto, se pretende contribuir a responder las preguntas:

- a. ¿Qué características bibliométricas tienen los estudios?
- b. ¿Qué justificación teórica usan los estudios?
- c. ¿Qué objetivos tienen y en qué nivel educacional se han enfocado los estudios centrados en la enseñanza o aprendizaje del gráfico de caja?
- d. ¿Qué metodologías se han utilizado para estudiar la enseñanza o aprendizaje del gráfico de caja?
- e. ¿Qué resultados y conclusiones arrojan los estudios?

Metodología

Para lograr el objetivo, se realiza una revisión sistemática de la literatura, siguiendo las directrices entregadas por la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), a fin de documentar de manera rigurosa cada etapa del proceso (Page et al., 2021).

La búsqueda de artículos se realizó el 31 de mayo de 2025 en cuatro bases de datos: Web of Science (WoS), Scopus, SciELO y el portal bibliográfico Dialnet. La selección de estas bases de datos responde a la necesidad de asegurar una cobertura amplia, pertinente y multilinguaje de la literatura científica relacionada con el gráfico de caja en contextos educativos. La incorporación de WoS y Scopus obedece a su reconocida alta calidad editorial y cobertura internacional, lo que asegura el acceso a investigaciones relevantes y con altos estándares (Chadegani et al., 2013). Por su parte, SciELO y Dialnet fueron incorporadas por su alcance dentro de las comunidades científicas de Iberoamérica, particularmente para alcanzar investigaciones en idiomas distintos del inglés, como el español y el portugués, que no siempre están representados de manera adecuada en bases de datos anglosajonas (Mongeon y Paul-Hus, 2016).

Para la identificación de los artículos, se construyeron ecuaciones de búsqueda específicas para cada base de datos, utilizando términos en inglés, español y portugués relacionados con el gráfico de caja (*boxplot*, *box plot*, *box-plot*, gráfico de caja, diagrama de caja, diagrama de caixas) y su enseñanza y aprendizaje (*teaching* y *learning*). Para

evitar excluir artículos relevantes y a fin de ampliar la búsqueda, se incorporaron términos comúnmente utilizados en artículos que abordan los gráficos estadísticos (*reading, construction, interpretation, knowledge, understanding*). Las ecuaciones se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Ecuaciones de búsqueda

Base de datos	Idioma	Ecuación
WoS	Inglés	TS=((boxplot* OR "box plot*" OR box-plot*) AND (teach* OR learn* OR reading OR construction OR interpreting OR knowledge OR understanding))
	Español	TS(("gráfico de caja*" OR "diagrama de caja*") AND (enseñanza OR aprendizaje OR lectura OR construcción OR interpretación OR conocimiento OR comprensión))
	Portugués	TS(("gráfico de caixa*" OR "diagrama de caixa*") AND (ensino OR aprendizagem OR leitura OR construção OR interpretação OR conhecimento OR compreensão))
Scopus	Inglés	TITLE-ABS-KEY ((boxplot* OR "box plot*" OR box-plot*) AND (teach* OR learn* OR reading OR construction OR interpretation OR knowledge OR understanding))
	Español	TITLE-ABS-KEY(("gráfico de caja*" OR "diagrama de caja*") AND (enseñanza OR aprendizaje OR lectura OR construcción OR interpretación OR conocimiento OR comprensión))
	Portugués	TITLE-ABS-KEY(("gráfico de caixa*" OR "diagrama de caixa*") AND (ensino OR aprendizagem OR leitura OR construção OR interpretação OR conhecimento OR compreensão))
SciELO	Inglés	(boxplot OR "box plot" OR box-plot) AND (teach OR teaching OR learn OR learning OR reading OR construction OR interpretation OR knowledge OR understanding)
	Español	("gráfico de caja" OR "diagrama de caja") AND (enseñanza OR aprendizaje OR lectura OR construcción OR interpretación OR conocimiento OR comprensión)
	Portugués	("gráfico de caixa" OR "diagrama de caixa") AND (ensino OR aprendizagem OR leitura OR construção OR interpretação OR conhecimento OR compreensão)
Dialnet	Inglés	("box plot" OR boxplot OR box-plot) AND (teach OR teaching OR learn OR learning OR reading OR construction OR interpretation OR knowledge OR understanding)
	Español	("gráfico de caja" OR "diagrama de caja") AND (enseñanza OR aprendizaje OR lectura OR construcción OR interpretación OR conocimiento OR comprensión)
	Portugués	("gráfico de caixa" OR "diagrama de caixa") AND (ensino OR aprendizagem OR leitura OR construção OR interpretação OR conhecimento OR compreensão)

Los criterios de inclusión y exclusión presentados en la Tabla 2, la búsqueda incluyó todos los artículos con investigaciones sobre la enseñanza o aprendizaje del

gráfico de caja. No se establecieron restricciones por año de publicación ni por nivel educativo. Tampoco fueron utilizados filtros por área temática ni revista.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión de la revisión

Criterios		Inclusión	Exclusión
Objeto de estudio	de	CI1: Centrados en la enseñanza o aprendizaje del gráfico de caja	CE1: No centrados en la enseñanza o aprendizaje del gráfico de caja
Tipos de documentos	de	CI2: Artículos, libros, capítulos de libros o actas de congreso	CE2: Editoriales, prólogos, tesis u otros no incluidos en CI2
Idioma		CI3: Español, inglés y portugués	CE3: Otro idioma diferente a el español, inglés o portugués
Tipo de estudio		CI4: Estudios de carácter empíricos	CE4: Revisiones sistemáticas, estudios teóricos, metodológicos o propuestas didácticas
Accesibilidad		CI5: Artículos de texto completo disponible	CE5: Artículos inaccesibles

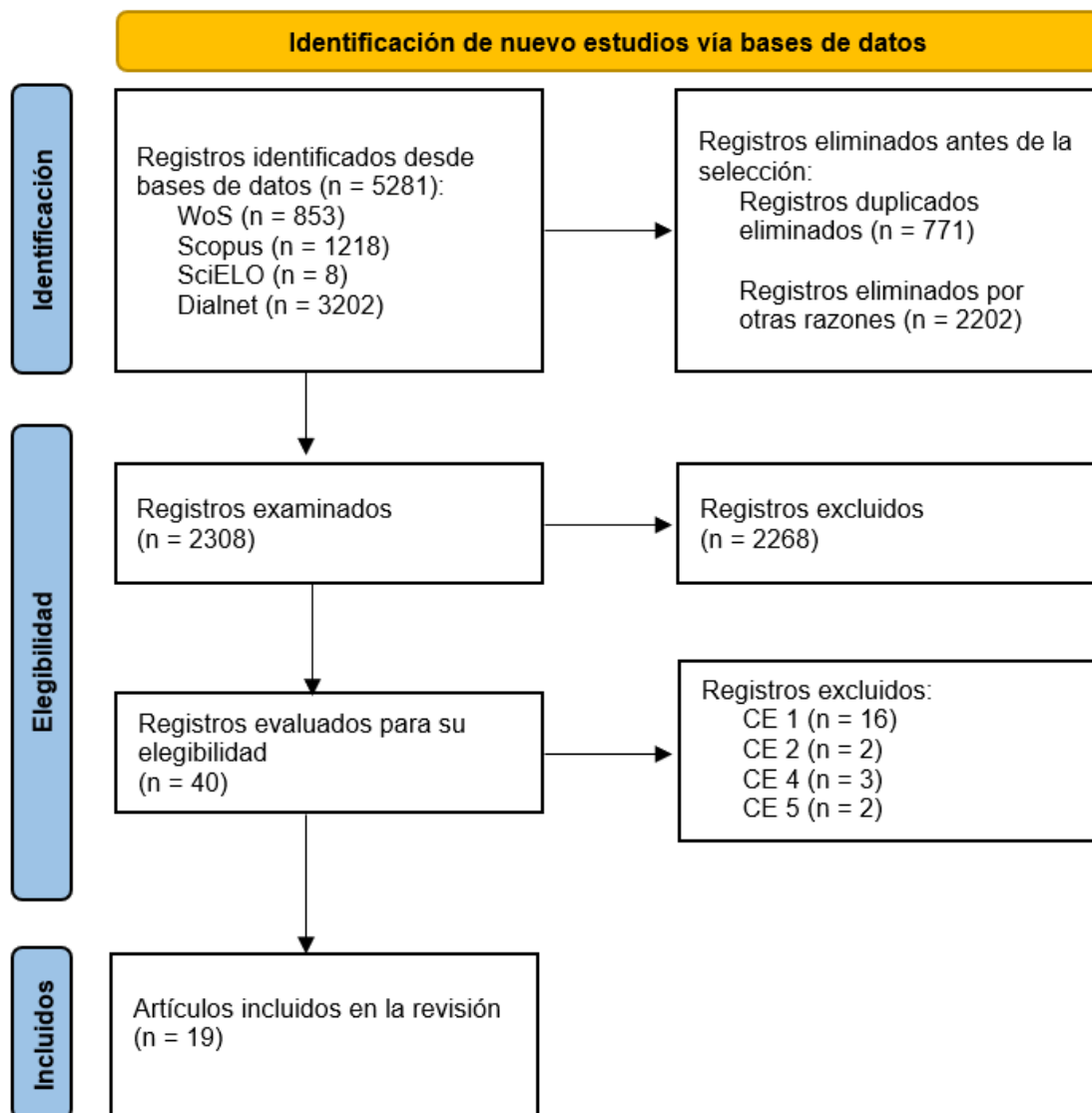
Luego de la aplicación de las ecuaciones de búsqueda, se encontraron 5281 artículos. Sin embargo, de los 3202 encontrados en Dialnet, sólo fue posible acceder a 1000 de ellos, pues por fallas de servidor no fue posible visualizar los restantes.

Todos los registros fueron incorporados e identificados en una planilla utilizando el software Microsoft Excel. Después de eliminar los duplicados (y 4 triplicados) detectados, quedaron 2308 artículos, a los cuales se les leyó el título, palabras clave y/o resumen. Luego de esta lectura, fueron descartados 2268 artículos por no centrarse en la enseñanza o aprendizaje del gráfico de caja, dejando una muestra de 40 artículos.

Posteriormente, a estos 40 artículos se les aplicó los Criterios de Inclusión y Exclusión ya señalados, lo que se tradujo en 21 artículos excluidos, quedando un total de 19 estudios para incluir en la revisión. Todo este proceso fue realizado por el investigador principal, quien en caso de dudas acudió al segundo investigador, accediendo al texto completo cuando fue necesario para fundamentar la decisión. El diagrama de la Figura 1 resume este proceso de exclusión y selección de artículos.

Finalmente, los artículos seleccionados fueron categorizados y analizados en función de sus características bibliométricas, objetivos, justificación teórica, metodologías, resultados y conclusiones, conforme a las preguntas de investigación planteadas. Estos análisis se realizaron con el *software* R versión 4.2.2 (R Core Team, 2022), utilizando del entorno de desarrollo RStudio (RStudio Team, 2024).

Figura 1



Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en relación a las preguntas de investigación planteadas.

Como se detalló, se analizaron un total de 19 artículos que abordan la enseñanza y/o el aprendizaje del gráfico de caja, sus autores y títulos y cifrado para su identificación a lo largo del escrito (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabla 3

Artículos seleccionados para la revisión

Código	Autores	Año	Título
A01	Abt, Leuders, Reinhold, Loibl, 4	202	Developing initial notions of variability when learning about box plots
A02	Abt, Leuders, Strohmaier, Loibl, 4, Van	202	How can eye-tracking data be used to understand cognitive processes when comparing data sets with box plots?

Código	Autores	Año	Título
A03	Dooren, Reinhold Abt, Loibl, Leuders, Van 5	202	Understanding student errors in comparing data sets with boxplots
A04	Dooren, Reinhold Carvalho, Fernandes, Freitas 9	201	Building and interpreting boxplots by 9th grade Portuguese students
A05	Edwards, Özgün-Koca 7	201	Interpretations of boxplots: Helping middle school students to think outside the box
A06	Kortenkamp, Rolka, DurandGuerrier, SouryLavergne, Arzarello 0	201	Using technology in the teaching and learning of box plots
A07	Lem, Baert, Ceulemans, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 7	201	Refutational text and multiple external representations as a method to remediate the misinterpretation of box plots
A08	Lem, Kempen, Ceulemans, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 5	201	Combining Multiple External Representations and Refutational Text: An Intervention on Learning to Interpret Box Plots
A09	Lem, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 3	201	On the misinterpretation of histograms and box plots
A10	Lem, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 3	201	The heuristic interpretation of box plots
A11	Lem, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 7	201	The power of refutational text: changing intuitions about the interpretation of box plots
A12	Lem, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 4	201	Experts' Misinterpretation of Box Plots - a Dual Processing Approach
A13	Lem, Vandebeek, Onghena, Verschaffel, Van Dooren 4	201	Heuristic reasoning in interpreting box plots: The influence of orientation
A14	Madrid, Valenzuela-Ruiz, Batanero, Garzón-Guerrero 2	202	Interpretation of boxplot by university students of physical activity and sport sciences
A15	Pierce, Chick 3	201	Workplace statistical literacy for teachers: Interpreting box plots
A16	Pierce, Chick, Wander, 4	201	Improving teachers' professional statistical literacy

Código	Autores	Año	Título
A17	Phillips, MacGillivray, Martin Verdugo- Hernández, 4 Espinoza-Vásquez, Cumsille	202	Mathematical work of a future teacher in teaching the box and whisker plot
A18	Ferreira, Carvalho, Eugenio 4	202	Letramento Estatístico de estudantes do Ensino Médio: uma experiência com o gráfico boxplot
A19	Gea, Artega, Cañadas 7	201	Interpretación de gráficos estadísticos por futuros profesores de Educación Secundaria

Características bibliométricas de los estudios

En esta sección se presentan algunas características generales de los estudios analizados, tales como años de publicación, tipo de documento, idioma, país de afiliación de los autores y revistas donde se publicaron.

Tipos de documentos, años de publicación e idioma

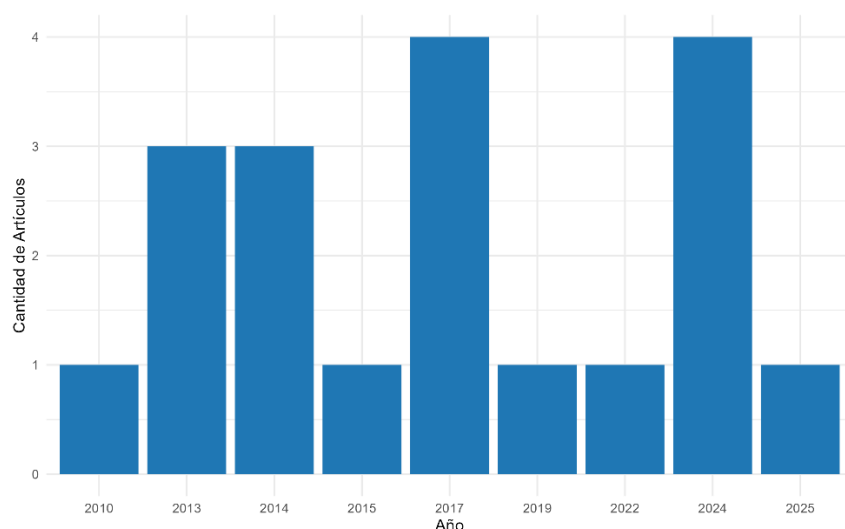
De los 19 artículos analizados en esta revisión, 17 corresponden a artículos publicados en revistas científicas y 2 a ponencias presentadas en conferencias académicas (A06 y A16). En las bases de datos revisadas, no se encontraron libros ni capítulos de libros que abordaran la problemática investigada.

En cuanto a los años de publicación (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), los artículos se distribuyen entre el 2010 y el 2025, aunque se debe tener en cuenta que la búsqueda se realizó en el primer semestre del 2025, por lo que no se analizaron los aportes de este año en su totalidad.

Con respecto a los idiomas en que fueron escritos, la búsqueda consideró el inglés, español y portugués. De los 19 artículos 14 fueron escritos exclusivamente en inglés, 2 contaban con versiones en inglés y español (A14 y A17), un artículo exclusivamente en español (A19) y dos exclusivamente en portugués (A04 y A18).

Figura 2

Distribución de los estudios por año de publicación

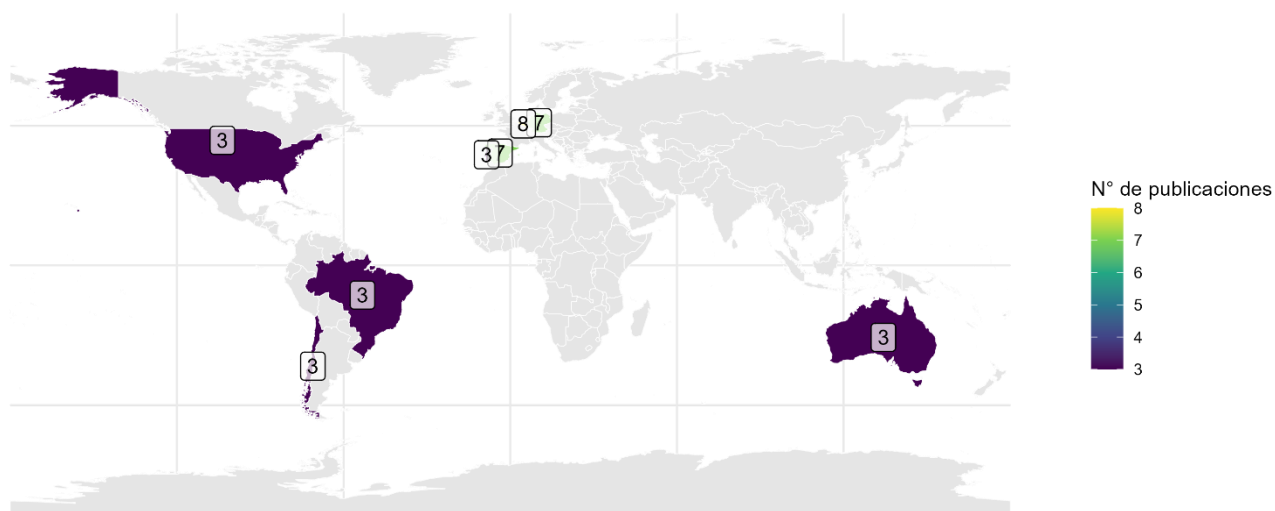


Distribución geográfica de autores y revistas

La **Erro! Fonte de referência não encontrada.** muestra la distribución de los autores alrededor del mundo. Se aprecia que el interés por esta problemática ha generado investigaciones en tres continentes. Hay autoría en Estados Unidos (3), Brasil (3), Chile (3), España (3), Australia (3), Bélgica (8), Portugal (3) y Alemania (7). Se observaron muy pocas colaboraciones entre países, sólo encontrando casos entre Bélgica y Alemania.

Figura 3

Distribución geográfica de los autores



En cuanto a las revistas en que se ha publicado, destaca *Educational Psychology* (ISSN 1469-5820) con 2 artículos (A07 y A09), ambos de Lem et al. Las revistas restantes han publicado un artículo cada una, tal como se señala en la **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabla 4

Nombre Revista	Cantidad de artículos
Journal of Statistics Education	1
Educational Psychology	2
Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación	1
Avances de investigación en educación matemática: AIEM	1
Bolema - Mathematics Education Bulletin	1
Educación Matemática	1
Educational Studies in Mathematics	1
European Journal of Psychology of Education	1
Frontiers in Education	1
International Journal of Science and Mathematics Education	1
Learning and Instruction	1
Mathematical Thinking and Learning	1
Mathematics Education Research Journal	1
Psychologia Belgica	1
Revista de Gestão Social e Ambiental	1
Studia Psychologica	1
ZDM - Mathematics Education	1

Con respecto a los artículos de conferencia, estas fueron realizadas en el *6th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (A06) y en *Eighth Australian Conference on Teaching Statistics* (A16). El manuscrito de esta última presentación está disponible como un capítulo del libro *Topics from Australian Conferences on Teaching Statistics* (2014).

Justificación teórica de los estudios

En relación con la segunda pregunta de investigación, esta sección presenta una síntesis de los apartados teóricos empleados en los estudios analizados.

Tabla 5

Apartados teóricos que abordan los artículos

Marco conceptual / elemento teórico	Frecuencia	Artículo
Heurística de área o ARFS	8	A02, A03, A09, A10, A11, A12, A13, A14
Texto refutacional	4	A07, A08, A10, A11
Multiple External Representations (MERs)	2	A07, A08
Variability-Focused Cognitive Activities (VFCA)	1	A01
Enfoque ontosemiótico	2	A04, A14
Niveles de lectura gráfica (Curcio 1987; Friel et al. 2001)	4	A04, A05, A06, A19
Espacios de trabajo matemático	1	A17
Alfabetización estadística	3	A15, A16, A18

Como se aprecia en la **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, hay una heterogeneidad en los apartados teóricos abordados por los estudios, siendo algunos mucho más abordados que otros.

Los artículos que abordan la heurística del área o las *Area-Represents-Frequency Schema* (ARFS) cerca del 47% de los estudios encontrados. Si bien son 8 artículos, estos son de dos autores principales: Abt (A02 y A03) y Lem (A09, A10, A11, A12, A13, A14). Estos estudios se han centrado principalmente en población universitaria.

Los marcos de cambio conceptual (texto refutacional y MERs) concentran 4 artículos. Los artículos que abordan las MERs utilizan la superposición del gráfico de caja con otras representaciones.

Por su parte, 4 artículos (A04, A05, A06, A19) utilizan los niveles de lectura de Curcio/Friel. Este marco permite clasificar las respuestas de los estudiantes por complejidad. Estas investigaciones se han aplicado en alumnado de secundaria y futuros profesores.

Variability-Focused Cognitive Activities (A01), Enfoque Ontosemiótico (A04, A14) y Espacios de Trabajo Matemático (A17) aparecen solo en uno o dos artículos cada uno, mientras que la alfabetización estadística, de forma explícita, ha sido abordada, por 3 manuscritos (A15, A16, A18), todos estos artículos en docentes en ejercicio o formación.

Objetivos de los estudios

Del análisis de los objetivos de investigación se observa que hay un predominio de los estudios que declaran “evaluar” (A11, A12, A14, A19) o “comprobar” (A07, A10), que suman 6. Estos artículos se asocian a la investigación sobre la heurística del área o al uso de los Niveles de lectura de Curcio/Friel.

Por su parte, 5 trabajos declaran “analizar” o “examinar” como objetivos. La mayoría de estos se centran en la alfabetización estadística en docentes en ejercicio (A15 y A16) o en estudiantes de educación secundaria (A18).

“Identificar” (A03) y “explorar” (A09) aparecen una vez cada uno. En estos artículos buscan examinar factores de dificultad en la interpretación del gráfico de caja, pero sin proponer intervenciones.

En 4 artículos (A01, A02, A05, A13) no se detectó un objetivo explícito a través de una frase declarativa.

Finalmente, sólo 1 artículo declara que busca “caracterizar”. Este trabajo se basa en un estudio de caso en una docente en formación.

Aspectos metodológicos

Para el análisis de los aspectos metodológicos de los estudios, se revisaron 4 dimensiones: Tipo de metodología declarada, nivel del estudio, instrumentos de recogida de datos, técnicas de análisis y tipo de participantes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabla 6

Aspectos metodológicos de los estudios

Dimensión	Categoría	Frecuencia	Artículo
Metodología declarada	Cuantitativa	1	A04
	Cualitativa	2	A17, A18
	Mixta	1	A15
	Experimental / cuasiexperimental	7	A01, A07, A08, A10, A11, A12, A13
Nivel de estudio	Exploratorio	2	A02, A06
	Estudio de caso	1	A17
	Descriptivo	5	A04, A05, A14, A16
			A19
Instrumentos de recogida de datos	Test de respuesta cerrada	11	A01, A03, A05, A07, A08, A09, A10, A11, A12, A13, A15
	Test de respuesta abierta	7	A04, A06, A07, A08, A11, A18, A19
	Eye-tracking	1	A02
	Tiempos de reacción	3	A10, A11, A13
Técnicas de análisis	Pauta de observación de aula / video	1	A17
	Frecuencias y porcentajes	14	A01, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, A11, A12, A14, A15, A16, A19
	Pruebas paramétricas (t, ANOVA)	4	A04, A14, A15, A19
	Modelos mixtos / GLMM	6	A03, A07, A08, A10, A11, A12
Tipo de participante	Análisis de contenido	5	A04, A06, A17, A18, A19
	Medidas oculométricas	1	A02
	Estudiantes de secundaria	5	A01, A04, A05, A06, A18
	Universitarios (grado no docente)	8	A03, A07, A08, A09, A10, A11, A13, A14
	Docentes en formación	3	A02, A17, A18
	Docentes en ejercicio	2	A15, A16
	Profesionales expertos	1	A12
	Adultos no especificados / público general	1	A03

Se observa que sólo 4 artículos declaran explícitamente su metodología,

encontrándose estudios de carácter cuantitativo (A04), cualitativo (A17 y A18) y mixto (A15). En cuanto al segundo elemento observado, el Nivel del estudio, la mayoría son de carácter experimental o cuasiexperimental (A01, A07, A08, A10, A11, A12, A13), seguido de los descriptivos (A04, A05, A14, A16 A19). Las técnicas de análisis dominantes son principalmente test de respuesta abierta o cerrada realizados en papel o computador, ocupados, en suma, en 18 artículos. En el otro extremo, el *eye-tracking* (A02) y la pauta para la observación de clase a través de video (A17) fueron utilizados en un artículo cada una.

Por parte de las técnicas de análisis, sin contar las frecuencias y porcentajes ampliamente utilizados en los estudios, los Modelos mixtos fueron los más usados, aunque los investigadores principales de estos estudios fueron sólo dos, Abt (A03) y Lem (A07, A08, A10, A11, A12). El análisis de contenido como técnica de estudio fue también utilizada con frecuencia, encontrándose en 5 artículos (A04, A06, A17, A18, A19). Sólo un estudio utilizó el *eye-tracking* (A02).

En cuanto al tipo de participante, se observa que casi la mitad de los artículos se enfocan en estudiantes universitarios, aunque la mayoría de estas investigaciones son de Lem et al. (A07, A08, A09, A10, A11, A13). El segundo grupo de más atención en estos artículos son los Estudiantes de secundaria (26%). Por su parte, los estudios enfocados en los docentes (inicial y en ejercicio) suma un 32%, encontrando más artículos en docentes en formación (16%) que en ejercicio (11%). En el caso de los docentes en ejercicios, ambos estudios fueron dirigidos por Pierce et al. Finalmente, hay solo un artículo (A12) enfocado a usuarios expertos del gráfico de caja, y un artículo (A03) que se centra en público general, aunque este estudio tiene una etapa centrada en estudiantes universitarios.

Resultados y conclusiones de los estudios

La **Erro! Fonte de referência não encontrada.** resume los principales resultados y conclusiones de los artículos.

Tabla 7

Principales resultados y conclusiones de los estudios

Código	Resultados	Conclusiones
A01	El grupo que trabajó con el entorno digital “variability-first” obtuvo mayores puntajes en el post-test y generó más gráfico de caja	Focalizar la variabilidad antes que la tendencia central favorece la comprensión inicial del gráfico de caja

Código	Resultados	Conclusiones
	actividades cognitivas centradas en la dispersión.	
A02	El eye-tracking mostró patrones de fijación diferenciados: el schema "área" se concentra en la caja; el "mediana", en la línea central.	El análisis ocular permite diagnosticar procesos cognitivos y confirma la vigencia de la heurística de área; conviene diseñar tareas que redirijan la atención a la mediana y los cuartiles.
A03	La heurística ARFS generó la mayoría de los errores incongruentes; los factores de dificultad del ítem (saliencia, congruencia) predijeron el fallo; los perfiles de alumnos evidencian un cambio conceptual incompleto.	Es preciso abordar explícitamente la idea de frecuencia-área y graduar la dificultad de ítems para acompañar el cambio conceptual.
A04	Los alumnos construyen mejor el box plot cuando los datos están en gráfico de barras; la interpretación global (dispersión, simetría) resultó muy baja.	Se recomienda vincular construcción e interpretación y usar representaciones intermedias (tablas, dot-plots) para consolidar los significados.
A05	Un 70 % confundió la longitud de la caja con "cantidad de datos"; pocos relacionaron porcentajes con cuartiles.	Las actividades con dot-plot + box plot en TI-Nspire ayudan, pero requieren intervención docente par que los estudiantes conecten partes del gráfico con datos reales.
A06	Tras manipular la aplicación, los estudiantes identificaron mejor la mediana, pero siguieron omitiendo los bigotes en sus explicaciones.	La manipulación dinámica favorece la comprensión, siempre que el profesor guíe la lectura de todos los elementos del diagrama.
A07	La combinación MERs + texto refutacional redujo la heurística de área en un 40 % respecto al control; cada técnica por separado produjo mejoras parciales.	Unir representaciones alineadas con una refutación explícita es la intervención más eficaz contra la heurística.
A08	A una semana, el grupo "MERs+Refutación" mantuvo el mayor porcentaje de respuestas correctas; MERs solo mostró efecto intermedio.	La refutación es un componente esencial. Las MERs potencian su efecto, pero no lo sustituyen.
A09	El error se debió más a la saliencia gráfica (altura/área) que a falta de definiciones estadísticas; los principios de Tversky predijeron los fallos.	Enseñar a "leer la dirección" del gráfico y usar diseños que minimicen la saliencia engañosa puede disminuir los errores.
A10	Con límite de 5 s	La heurística de área puede

Código	Resultados	Conclusiones
	aumentaron los errores incongruentes; la intervención breve redujo fallos, pero los tiempos de reacción siguieron indicando procesamiento heurístico.	inhibirse, pero no desaparecer; se necesitan experiencias prolongadas para modificar el procesamiento rápido.
A11	El texto refutacional mejoró la exactitud, pero los tiempos de reacción mostraron conflicto interno (procesamiento ambivalente).	El cambio conceptual es frágil; conviene combinar refutación con práctica supervisada para consolidar la nueva intuición.
A12	Incluso expertos (máster, profesorado) confundieron área con frecuencia en ítems incongruentes (error $\approx 35\%$).	La formación avanzada no garantiza evitar la heurística; se requieren estrategias de desarrollo profesional específicas.
A13	La orientación vertical redujo la heurística ($\sim 15\%$ menos errores) pero no la eliminó; RT más altos revelan conflicto.	Modificar el diseño visual mitiga el sesgo, pero debe complementarse con instrucción conceptual.
A14	Estudiantes de deporte mostraron nivel de lectura 1 mayoritario; prevalecieron conflictos semióticos mediana-centro	Integrar tareas que articulen medidas y representación y usar contextos de interés para el alumnado eleva los niveles de lectura.
A15	38 % de docentes interpretó mal cuartiles; las actitudes TPB (control percibido) predijeron desempeño.	La alfabetización estadística profesional requiere talleres que combinen contenido y actitudes; el control percibido resulta clave.
A16	El taller de medio día mejoró un 20 % la interpretación correcta a las 6 semanas; mayor efecto en quienes practicaron con datos propios.	Los talleres breves pueden ser eficaces si incluyen aplicación contextualizada y seguimiento posterior.
A17	La futura profesora centró la clase en procedimiento y omitió la génesis discursiva; la variabilidad no se problematizó.	La formación inicial debe promover el espacio discursivo y la conexión datos-gráfico para enseñar boxplots.
A18	Tras la unidad contextualizada en COVID-19, los estudiantes mejoraron en construir el diagrama, pero sólo el 35 % justificó correctamente la dispersión.	La alfabetización estadística contextual motiva, pero es necesario reforzar la interpretación de cuartiles y rango intercuartílico.
A19	Futuros profesores interpretaron mejor los histogramas que boxplots; confundieron bigotes con mínimo/máximo absolutos.	La formación inicial necesita comparar múltiples gráficos y enfatizar el significado de los "bigotes" y del IQR.

Diversos artículos concuerdan en la persistencia de errores al interpretar el gráfico de caja. Por ejemplo, la “heurística del área”, que hace referencia a la creencia de que una caja más ancha contiene una mayor cantidad de datos, es el error más frecuentemente estudiado (A03, A04, A05, A09, A10, A12, A14), y que se presenta en alumnado de secundaria, persiste en universitarios, y se observa en profesorado e incluso en postgraduados expertos (A12). También se describe el error de la identificación de la mediana como el “centro geométrico” de la caja y la confusión entre los bigotes y los valores mínimo y máximo absolutos (A14, A19). Estos resultados sugieren que la enseñanza actual enfatiza la construcción procedimental del gráfico, pero no logra consolidar su significado estadístico.

Ocho estudios adoptan estrategias de cambio conceptual, siendo la combinación “texto refutacional + múltiples representaciones externas (MERs)” la más eficaz (A07, A08). Cuando el gráfico de caja se superpone a un histograma o un *dot-plot* y la idea errónea se refuta de manera explícita, los aciertos aumentan entre veinte y cuarenta puntos porcentuales (A07, A08). Sin embargo, la evidencia indica que el sesgo visual no desaparece completamente: los tiempos de reacción continúan revelando conflicto interno (A10, A11), por lo que la refutación requiere práctica supervisada y tareas variadas para afianzarse.

Tres investigaciones (A02, A10, A13), todos de Lem et al, aportan datos instrumentales que permiten ver “el razonamiento en acción”. Con un límite de cinco segundos por ítem, la proporción de errores incongruentes supera el 50% (A10); al retirar el límite, los errores descienden, pero no desaparecen. El *eye-tracking* (A02) confirma que, cuando la heurística se activa, la atención se concentra en la superficie de la caja y evita la línea de la mediana. Estos indicios sugieren que el sesgo puede inhibirse mediante instrucción, pero sigue activándose de forma automática.

Solo tres estudios se centran en profesorado en ejercicio o en formación continua (A15, A16, A18). Cerca del 40% de los docentes evaluados interpreta mal los cuartiles (A15) y su percepción de control sobre el contenido estadístico resulta un predictor significativo del desempeño. Los talleres breves de actualización (A16) logran mejoras inmediatas —aproximadamente veinte puntos porcentuales—, pero los autores subrayan la necesidad de seguimiento y aplicación contextualizada. La brecha investigativa en torno a la práctica de aula permanece, pues no existen diseños longitudinales que evalúen la transferencia real de estas mejoras al aprendizaje del estudiantado.

Discusión y conclusiones

El presente estudio sistematizó diecinueve investigaciones empíricas publicadas entre 2010 y 2025 sobre la enseñanza y el aprendizaje del diagrama de caja. A partir del análisis bibliométrico, metodológico, teórico y de resultados, en general, concluimos que:

La mayoría de los estudios se sitúan en el primer año universitario (47 %), mientras que la investigación con profesorado en ejercicio o con alumnado de primaria y primeros ciclos de secundaria continúa siendo incipiente. El error dominante de la “heurística del área” se mantiene desde la secundaria hasta expertos con formación estadística avanzada, lo que evidencia que la mera acumulación de conocimientos no basta para erradicarla. Esto sugiere que el *boxplot* requiere una enseñanza explícita, no implícita, aun en programas avanzados.

Las intervenciones que combinan texto refutacional con representaciones múltiples (histograma + *boxplot*) logran las mejoras más significativas y duraderas: aumentando la precisión y presentando una reducción significativa de explicaciones heurísticas. No obstante, los tiempos de reacción y el *eye-tracking* indican que el sesgo no desaparece, sino que simplemente se reduce, de modo que se requiere práctica repetida y guiada.

Recursos tecnológicos (*applets*, TI-Nspire) mejoran la identificación de la mediana y el rango intercuartílico, pero los estudiantes siguen ignorando los bigotes si el profesor no dirige la lectura completa del gráfico. Los datos de aula muestran que la enseñanza de los conceptos estadísticos relacionados con esta gráfica, como la variabilidad, se sigue centrando en aspectos procedimentales en desmedro del pensamiento estadístico.

Estudios muestran como el control y las actitudes percibidas con un buen predictor del desempeño de los docentes en temas estadísticos. Los talleres breves se alzan como una manera efectiva de mejorar la interpretación de esta gráfica,

Ninguna investigación sigue a los participantes más allá de una semana ni triangula sistemáticamente datos de aula, análisis cualitativos y medidas procesuales. Esta carencia limita la comprensión del impacto duradero de las intervenciones y su transferencia a la práctica docente real.

Finalmente, es necesario resaltar que muchos artículos no explicitan la metodología utilizada, lo que puede causar problemas reproducibilidad y clasificación.

La búsqueda se acotó a cuatro bases de datos y a tres idiomas, por lo que podrían haberse omitido estudios relevantes en otras fuentes o lenguas. Además, la heterogeneidad en la declaración metodológica de los artículos dificultó una clasificación final de los enfoques. Aun así, los patrones identificados ofrecen una base sólida para orientar intervenciones didácticas y programas de desarrollo profesional, así como para plantear nuevas preguntas de investigación sobre el diagrama de caja y la alfabetización estadística.

Agradecimientos

ANID Becas/Doctorado Nacional 21252622

Referencias

- Abt, M., Leuders, T., Loibl, K., & Reinhold, F. (2024). Developing initial notions of variability when learning about box plots. *Mathematical Thinking and Learning*, ahead of print. <https://doi.org/10.1080/10986065.2024.2421412>
- Bakker, A., Biehler, R., & Konold, C. (2004). Should young students learn about box plots? En G. Burrill & M. Camden (Eds.), *Curricular Development in Statistics Education: International Association for Statistical Education (IASE)* (pp. 163-173). International Statistical Institute.
- Castillo, I. (2024). Improving Statistical Literacy through Evidence-Based Strategies Among First-Year Education Students in a State University. *Journal of Contemporary Educational Research*, 8(1), 246-259.
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18-26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>
- Kim, E. M., Nabors Oláh, L., & Peters, S. (2020). A Learning Progression for Constructing and Interpreting Data Display. *ETS Research Report Series*, 2020(1), 1-27. <https://doi.org/10.1002/ets2.12285>
- Lem, S., Kempen, G., Ceulemans, E., Onghena, P., Verschaffel, L., & 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(4), 909-926. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9604-3>
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L., & 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. (2022). Interpretación del diagrama de caja por estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y deporte. *Educación Matemática*, 34(3), 275-300.

- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71), 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.2.2). R Foundation for Statistical Computing.
- RStudio Team. (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit Software, PBC.
- Sánchez-Acevedo, N., Toro-Barbieri, E., & Araya-Bastias, D. (2021). Interpretación y comprensión de gráficos estadísticos por profesores de Matemáticas en formación. *Revista Chilena de Educación Matemática*, 13(4), 230-243. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v13i4.86>
- Videla-Jiménez, P., Ruz, F., & López-Martín, M.M. (2025). Research on box plot knowledge in statistical education: a systematic review of the literature. *European Journal of Psychology of Education*, 40, 141. <https://doi.org/10.1007/s10212-025-01048-z>