

Conversaciones sobre didácticas

21. Revisión de literatura semisistemática sobre el razonamiento estadístico¹

Jaime Andrés Gaviria Bedoya
Universidad de Antioquia
jaime.gaviria@udea.edu.co

Difariney González Gómez
Universidad de Antioquia
difariney.gonzalez@udea.edu.co

Jhony Alexander Villa Ochoa
Universidad de Antioquia
jhony.villa@udea.edu.co

Resumen

Se presenta una revisión de literatura semisistemática sobre las comprensiones del razonamiento estadístico y los instrumentos para su medición en estudiantes universitarios. Se revisaron ponencias publicadas en ocho congresos de educación matemática y estadística

¹ Derivado del proyecto de investigación "Razonamiento estadístico situado en estudiantes de posgrado de las Ciencias de la Salud" (tesis de doctorado en educación).

desarrollados entre 2010 y 2020. La búsqueda en los congresos se realizó con las categorías (en inglés, español o portugués) *statistical reasoning* AND *college students*, y que estuvieran presentes en el resumen, título y las palabras clave. Se incluyeron ponencias publicadas en siete congresos especializados en educación matemática y estadística. Del total de 84 documentos encontrados, la revisión se realizó con 19 ponencias. Se realizó una síntesis cualitativa de las ponencias y en concordancia con las preguntas de la revisión, se definieron dos categorías de análisis. Se encontró que existe heterogeneidad en cuanto a las comprensiones sobre el razonamiento estadístico en estudiantes universitarios, y este se comprende principalmente como una habilidad que hace parte de los procesos cognitivos. Las ponencias se centraron principalmente sobre el razonamiento estadístico acerca de las distribuciones y el razonamiento inferencial de los estudiantes universitarios. El tipo de instrumentos de medida para el razonamiento estadístico más utilizado fue el formato de ítems de opción múltiple, aunque algunos instrumentos se combinaran con preguntas abiertas. Se destaca que para dos instrumentos se reportaron indicadores psicométricos. Investigaciones futuras podrían indagar sobre la naturaleza de las teorías que fundamentan las comprensiones sobre el razonamiento estadístico.

Palabras clave: investigación en educación estadística, razonamiento estadístico, instrumentos de medida, estudiantes universitarios, revisión de literatura.

Introducción

En las últimas décadas, el número de estudiantes que toman cursos introductorios de estadística en todos los niveles escolares ha aumentado. Esta creciente demanda de formación en estadística ha traído como consecuencia que los investigadores en educación estadística reflexionen sobre distintas cuestiones del aprendizaje y la enseñanza de la estadística en distintos contextos educativos (Carver *et al.*, 2016; Garfield y Ben-Zvi, 2004).

En particular, un constructo cognitivo de interés en las investigaciones en educación estadística es el razonamiento estadístico (Andrade *et al.*, 2017; Batanero, 2019). Este es considerado uno de los resultados cognitivos de aprendizaje importantes en la formación de los estudiantes que

toman cursos de estadística (Andrade *et al.*, 2017; Ben-Zvi *et al.*, 2018; Carver *et al.*, 2016; Garfield y Ben-Zvi, 2004). Es mediante este razonamiento que las personas pueden elaborar procesos de razonamientos abstractos e identificar patrones que les permita realizar inferencias y obtener conclusiones más allá de lo que revelan los datos (del Mas, 2004).

Dada la diversidad de disciplinas y enfoques en la investigación en educación estadística, en la comunidad académica internacional no se presenta una única comprensión sobre este razonamiento (Zieffler *et al.*, 2018). Algunas revisiones de literatura en los niveles escolares de primaria y secundaria muestran que en los últimos 20 años se presenta una convergencia en los modelos de razonamiento estadístico en las principales ideas y conceptos estadísticos (Langrall *et al.*, 2017; Shaughnessy, 2007). Autores como Zieffler *et al.* (2018) señalan que el razonamiento estadístico es un constructo que sigue en evolución, y Langrall *et al.* (2017) y Shaughnessy (2007) coinciden en que se requieren más investigaciones sobre este razonamiento en educación superior. Además, desde un enfoque cuantitativo la investigación en educación estadística reporta algunos instrumentos de medición del razonamiento estadístico de los estudiantes de diferentes niveles escolares, en general, como pruebas objetivas con preguntas de opción múltiple (Zieffler *et al.*, 2008).

El crecimiento en la investigación en educación estadística también se ha visto reflejado en un mayor número y diversidad de congresos en educación matemática y estadística (Batanero, 2019; Zieffler *et al.*, 2018). En los congresos se presenta y resume la investigación relacionada con el aprendizaje y la enseñanza de la estadística. Sin embargo, no se ha encontrado en la investigación en educación estadística desarrollada en los congresos un estudio que determine las comprensiones sobre el razonamiento estadístico y las características de los instrumentos utilizados para su medición en los estudiantes universitarios.

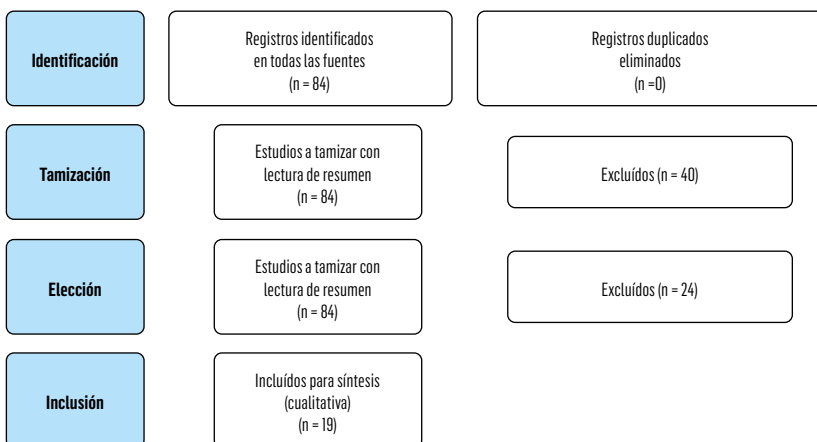
Por lo anterior, la presente revisión de literatura tiene como objetivo brindar un panorama del estado de las investigaciones sobre el razonamiento estadístico que se presentan en los congresos especializados en educación estadística y las preguntas orientadoras para esta revisión de literatura son:

- ¿Cuáles son las comprensiones presentadas en los congresos sobre el razonamiento estadístico en estudiantes universitarios?
- ¿Cuáles son las características de los instrumentos que se han utilizado para la medición del razonamiento estadístico en estudiantes universitarios?

Metodología

Se implementó una revisión de literatura semisistemática puesto que si bien el proceso de selección de los documentos siguió los lineamientos de una revisión sistemática, el análisis de los resultados se realizó mediante una síntesis cualitativa (Snyder, 2019). La inclusión de los documentos en esta revisión de literatura comprendió cuatro etapas: identificación, tamización, elección e inclusión, ver figura 1 (Cardona-Arias, Higuita-Gutiérrez, y Ríos-Osorio, 2016). En la primera etapa, identificación, la búsqueda en los congresos se realizó con las categorías (en inglés, español o portugués) *statistical reasoning* AND *college students* y que estuvieran presentes en el resumen, título y las palabras clave.

Tabla 1. Algoritmo de selección de artículos



Tomado y adaptado de Revisiones Sistemáticas de la literatura científica, Cardona-Arias, J.A; Higuita-Gutiérrez, I.F y Ríos-Osorio, L.A (2016).

Se incluyeron ponencias publicadas en siete congresos especializados de educación matemática y estadística (uno nacional y seis internacionales), así: Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (ECEE, 2018, 2019), The International Conference on Teaching Statistics (ICTOS 9 y 10), International Congress on Mathematics Education (ICME 12 y 13), The International Collaboration for Research on Statistical Reasoning, Thinking and Learning (STRL-11), Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM 2011, 2019), Encuentro Internacional de la Enseñanza de la Probabilidad y la Estadística (EIEPE, 2018), y Encuentro de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y el Análisis de Datos (EDEPA, 2018). En esta etapa se identificaron un total de 84 documentos.

En la segunda etapa, tamización, se realizó la lectura del resumen de los 84 documentos con el fin de determinar la pertinencia de la ponencia para la revisión de literatura. Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: 1) periodo: memorias publicadas entre el 2010 y 2020 de los congresos mencionados; 2) tipos de estudios: ponencias que correspondieran a reportes de investigación, congresos especiales o comunicaciones breves; se excluyeron ponencias que fueran minicursos, talleres, grupos de discusión o posters; 3) idiomas: documentos escritos en inglés, español o portugués; 4) temática: que el documento tratara sobre el razonamiento estadístico, sea desde su conceptualización como objeto de estudio o desde su medición mediante instrumentos de evaluación; 5) participantes: que la investigación se hubiese aplicado con estudiantes universitarios o graduados. De este proceso se excluyeron 40 documentos que no cumplían al menos uno de los criterios anteriores.

En la tercera etapa, evaluación de la calidad metodológica, se realizó la lectura completa de los 44 documentos, de los cuales se excluyeron 25, quedando para la última etapa 19 ponencias, con las cuales se realizó el análisis. El criterio de exclusión que se aplicó fue que no se presentara una comprensión del razonamiento estadístico. Para la última etapa, inclusión, se realizó una síntesis cualitativa con las 19 ponencias que harían parte de la revisión de literatura (anexos, tabla 1).

Análisis de la información

Se diseñó una plantilla en Excel con la información de cada ponencia y el cumplimiento de los criterios de selección. Los tres revisores llegaron a un consenso en cuanto a los documentos que debían incluirse en cada etapa. Para la síntesis cualitativa de las 19 ponencias y en concordancia con las preguntas de la revisión, se definieron las categorías de análisis que se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Categorías de análisis que guiaron la revisión de literatura

Categoría	Subcategorías	Códigos
C1: Comprensiones sobre el razonamiento estadístico	Comprensión general del razonamiento	R1
	Comprensión del razonamiento estadístico sobre una temática específica	R2
C2: Características de los instrumentos para evaluar el razonamiento estadístico	Instrumento de opción múltiple	I1
	Instrumento de opción múltiple combinado con otro tipo de preguntas	I2
	Instrumento con escala tipo Likert	I3
	Otro	I4

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Pregunta 1: ¿Cuáles son las comprensiones presentadas en los congresos sobre el razonamiento estadístico?

Las 19 ponencias se agruparon de acuerdo con las dos subcategorías siguientes: 1. Comprensión general del razonamiento (10 ponencias) y 2. Comprensión del razonamiento estadístico sobre una temática específica (9 ponencias). Estas subcategorías se corresponden con las dos perspectivas en las cuales se encuentra enmarcada la investigación sobre el razonamiento

estadístico (Garfield y Ben-Zvi, 2004; Gaviria-Bedoya *et al.*, 2021; Shaughnessy, 2007).

Comprensiones generales del razonamiento estadístico en estudiantes universitarios

Las ponencias en esta subcategoría evidenciaron heterogeneidad en cuanto a las comprensiones sobre el razonamiento estadístico. Así es como se encontraron tres perspectivas sobre el razonamiento estadístico en estudiantes universitarios: Pragmática, Psicológica-Cognitiva y Conceptual-Teórica.

Desde una perspectiva pragmática la comprensión sobre el razonamiento estadístico hace énfasis en su utilidad en relación con el aprendizaje de la estadística. Así, por ejemplo, Chiesi *et al.* (2014) y Gómez-Blancarte y Santana (2018) coinciden en que el razonamiento estadístico permite realizar juicios y decisiones razonados, además de explicar por qué se ha producido un resultado o se espera que ocurra de determinada manera. De igual manera, Campos (2016, p. 8) establece que el razonamiento estadístico “provee al estudiante la habilidad para comprender, interpretar y explicar un proceso estadístico completo”.

Desde una perspectiva psicológica-cognitiva el razonamiento estadístico se comprende como parte de los procesos cognitivos que el estudiante realiza, así como las conexiones que establece cuando relaciona dos o más conceptos estadísticos. En este sentido, Budgett y Wild (2014) consideran que el razonamiento estadístico es un proceso cognitivo que implica decodificar y manipular imágenes mentales. De igual manera, Sabbag *et al.* (2018) y Jiménez Ramírez e Insunza (2011) coinciden en que el razonamiento estadístico implica establecer conexiones entre varios conceptos estadísticos, como por ejemplo la relación entre la media y la desviación estándar en un histograma de frecuencias. En este mismo sentido Riascos Forero (2016) afirma que se puede entender el razonamiento estadístico como “un proceso mental que permite extraer conclusiones a partir de premisas o hechos, evidenciados en datos, ayudados por las técnicas y teorías estadísticas explícitas” (p. 29).

Con la perspectiva conceptual-teórica, el razonamiento estadístico se comprende en relación con el conocimiento de conceptos y procesos estadístico. Así por ejemplo, Burrill (2014) y Chaparro *et al.* (2016) coinciden en que el razonamiento estadístico involucra la comprensión conceptual de las grandes ideas de la estadística, así como de los procesos estadísticos. Esta comprensión de razonamiento estadístico es consistente con la propuesta por Garfield y Gal (1999), quienes afirman que esta lógica consiste en razonar con ideas estadísticas y dar sentido a la información.

Es de destacar que las tres perspectivas encontradas no son excluyentes, como se evidencia en las comprensiones presentadas por ejemplo por Jiménez Ramírez e Insunza (2011), con quienes se identifican las perspectivas psicológica-cognitiva y conceptual teórica o en la perspectiva pragmática y a la vez psicológica-cognitiva aportada por Bakker *et al.* (2012) cuando aducen que el razonamiento estadístico es un proceso de integración del conocimiento que exige habilidades cognitivas de mayor jerarquía que la simple realización de afirmaciones, y que se evidencia cuando los estudiantes utilizan construcciones lógicas como implicaciones del tipo si-entonces o discuten relaciones de causa-efecto.

En síntesis, se encontraron diferentes perspectivas frente a las comprensiones del razonamiento estadístico. Varios autores coincidieron que el razonamiento implica habilidades cognitivas de mayor complejidad y que implica la conexión y relación entre conceptos estadísticos, así como explicar la validez y pertinencia de un procedimiento estadístico y la interpretación de los resultados.

Comprensiones del razonamiento estadístico sobre una temática específica

Las ponencias clasificadas en esta segunda subcategoría agrupan comprensiones del razonamiento estadístico acerca de una temática o conceptos estadísticos específicos, como el razonamiento acerca de la variabilidad y las distribuciones, el razonamiento cuando se comparan grupos o el razonamiento inferencial.

En cuanto al razonamiento estadístico acerca de la variabilidad y las distribuciones se encontraron trabajos como el de Shaughnessy (2019) y

Chaphalkar y Leary (2014) quienes destacan la importancia que los estudiantes universitarios que cursan estadística realicen conexiones sobre determinados conceptos estadísticos. Por ejemplo, para Shaughnessy (2019) el razonamiento estadístico acerca de la variabilidad y las distribuciones implica que los estudiantes integren de manera gradual el razonamiento acerca del concepto de distribución, el cual abarca múltiples aspectos estadísticos como las medidas de centro, variabilidad y forma. Por su parte, Chaphalkar y Leary (2014) se centran en el razonamiento acerca de la variabilidad y en la necesidad que los estudiantes aprendan a razonar sobre las medidas de dispersión a partir de un gráfico dado.

En relación con el razonamiento estadístico cuando se comparan grupos, Frischmeier (2016) resalta que dicha comparación se realiza fundamentalmente comparando diferentes aspectos de la distribución de dos o más variables. Según este autor, el razonamiento estadístico cuando se comparan grupos implica llevar a cabo comparaciones sobre aspectos relacionados con el centro, la dispersión y la asimetría. Por tanto, el razonamiento estadístico cuando se comparan grupos implica también aspectos del razonamiento estadístico acerca de las distribuciones y la variabilidad como lo plantea Shaughnessy (2019).

Por otro lado, cinco de las nueve ponencias clasificadas en esta subcategoría abordaron el razonamiento inferencial. Autores como Shaughnessy (2019) y Podworny y Biehler (2019) reconocen que este razonamiento es una piedra angular de la práctica de la estadística y que por tanto se considera una habilidad esencial de todo adulto. Además, varios de los investigadores abordaron un caso particular del razonamiento inferencial como lo es el razonamiento inferencial informal RII, y es de destacar cómo en las ponencias usaron distintos términos como Inferencia Estadística Informal o Razonamiento Inferencial Formal e Informal para referirse al RII.

Aunque el RII presenta múltiples comprensiones en la literatura, de Vetten *et al.* (2016) plantean que el RII se comprende como la capacidad para usar datos muestrales para hacer generalizaciones acerca de una muestra mayor o población desconocida sin el uso de pruebas formales sobre pruebas de hipótesis. Por su parte Makar y Rubin (2014) proponen un marco teórico con tres aspectos clave para este razonamiento: 1) gene-

alizaciones más allá de los datos, 2) uso de los datos como evidencia y 3) articulación con la incertidumbre. Estas tres características también están presentes en la comprensión dada por de Vetten *et al.* (2016) con la adición de una cuarta característica: la estadística descriptiva.

De lo anterior, tanto Makar y Rubin (2014) como de Vetten *et al.* (2016) concuerdan en que la generalización más allá de los datos implica que la inferencia va más allá de una descripción de los datos de la muestra y es una característica que contrasta la inferencia estadística con la estadística descriptiva que describe los datos disponibles. Esta característica también está presente en la comprensión presentada por Noll *et al.* (2012), cuando afirman que “Trabajar con muestras de datos y utilizarlas para hacer inferencias sobre poblaciones desconocidas son componentes clave de las investigaciones estadísticas” (Noll *et al.*, 2012).

De igual manera, tanto Makar y Rubin (2014) como de Vetten *et al.* (2016) coinciden en que las inferencias para considerarse estadísticas deben estar fundamentadas en datos y no en creencias o anécdotas. La única característica del RII que solo está presente en la comprensión presentada por de Vetten *et al.* (2016) es que la inferencia incluye un análisis estadístico descriptivo de los datos.

En resumen, las nueve ponencias de esta subcategoría presentaron una comprensión del razonamiento estadístico acerca de una temática o concepto estadístico específico. En particular se encontraron comprensiones sobre el razonamiento acerca de la variabilidad y las distribuciones, el razonamiento cuando se comparan grupos y el razonamiento inferencial. Estos últimos resultados son coherentes con los sugerido por Shaughnessy (2019) frente a que ambos tipos de razonamiento son el fundamento de la toma de decisiones y por tanto pueden ser considerados como las dos grandes ideas en educación estadística.

Pregunta 2: ¿Cuáles son las características de los instrumentos que se han utilizado para la medición del razonamiento estadístico en estudiantes universitarios?

En relación con la segunda pregunta de esta revisión se encontró que cinco ponencias reportaron el uso de un instrumento de medida para el razonamiento estadístico en estudiantes universitarios. Solo una ponencia no especificó el tipo de ítems que se utilizaron y el formato de instrumento más común fue el de opción múltiple, aunque algunos autores lo combinaron con preguntas abiertas. Además, solo dos ponencias reportaron algunas características psicométricas de los instrumentos utilizados para la medición del razonamiento estadístico.

Jiménez Ramírez e Insunza (2011), Lane-Getaz (2014) y Sabbag *et al.* (2018) reportaron el uso de un instrumento de medida para el razonamiento estadístico con preguntas de opción múltiple. Así, por ejemplo, Jiménez Ramírez e Insunza (2011) reportaron la construcción de un instrumento para evaluar el razonamiento estadístico sobre las pruebas de hipótesis en estudiantes universitarios y que consta de 10 ítems y fueron tomados de otros autores, así como del proyecto ARTIST. Aunque los autores no presentan los ítems ni describen sus características, de la lectura de los resultados se infiere que los ítems son o preguntas cerradas de opción múltiple o preguntas en las que los estudiantes debían realizar un procedimiento completo de prueba de hipótesis respecto a algún parámetro.

Por otro lado, Lane-Getaz (2014) utiliza el RPASS, un instrumento tipo prueba objetiva cerrada que consta de 35 ítems con el formato de falso-verdadero múltiple y opción múltiple. El instrumento RPASS fue diseñado para medir el razonamiento inferencial de los estudiantes en cuatro temáticas: terminología y conceptos básicos, relaciones entre conceptos inferenciales, lógica de la inferencia estadística e hipótesis, valores p , decisiones y error.

Algunas propiedades psicométricas del instrumento RPASS son que obtuvo un alfa de Cronbach de $\bar{\alpha}=0.76$, mostrando una consistencia interna suficiente para realizar la comparación de grupos. La fiabilidad del instrumento se estimó mediante el método inter-rater con tres calificadores, a quienes se les pidió que categorizaran el razonamiento estadístico de los estudiantes en 8 ítems de la escala RPASS. La categorización de las respuestas debía clasificarse como correcta o incorrecta. Se obtuvo una correlación media de $r=0.66$, de donde el autor concluye que la evidencia

de la fiabilidad entre los tres evaluadores muestra un acuerdo moderado en la clasificación del razonamiento a lo largo de los 8 ítems revisados y además provee evidencia que los ítems revisados medían lo que la prueba pretendía que midieran (Lane-Getaz, 2013, 2014).

Sabbag *et al.* (2018) reportan el uso del instrumento de medida Reasoning and Literacy Assessment-REALI. Este es un instrumento diseñado para medir los constructos de alfabetización y razonamiento estadístico y fue aplicado con una muestra de 671 estudiantes universitarios. El REALI es una prueba objetiva cerrada que consta de 40 ítems, 20 de alfabetización y 20 de razonamiento. A diferencia del RPASS, el REALI es un instrumento que consta solo de preguntas de opción múltiple con única respuesta y sus ítems se agrupan en 8 áreas de aprendizaje: representaciones de datos, medidas de tendencia central, medidas de variabilidad, diseños de estudio, pruebas de hipótesis y valores p ., intervalos de confianza, datos bivariados y probabilidad básica. Una de las propiedades psicométricas del instrumento REALI es la consistencia interna estimada global de $\alpha=0.87$, mientras que para los constructos de alfabetización y razonamiento estadístico fue de $\alpha=0.76$ y $\alpha=0.78$ respectivamente. La correlación estimada entre los dos subpuntajes fue de 0.76. Estas medidas indicaron unas adecuadas propiedades psicométricas del REALI en cuanto a su fiabilidad y validez.

Por su parte, Noll *et al.* (2012) combinaron el formato de preguntas de opción múltiple con preguntas abiertas mediante el instrumento Models of Statistical Thinking (MOST). Este instrumento fue diseñado para medir el razonamiento inferencial informal RII de los estudiantes de un curso introductorio de estadística en un entorno de aprendizaje fundamentado en la modelación y la simulación usando Tinkerplots. El instrumento MOST consta de 4 situaciones de contexto de la vida real, a las cuales asocia 11 ítems de la siguiente forma: 4 preguntas abiertas, una por cada contexto, y 7 preguntas de opción múltiple que buscan proveer más detalle.

Dos de los cuatro contextos del instrumento MOST fueron utilizados por los autores como tareas que permitieran elicitar el razonamiento estadístico acerca de la inferencia estadística de los estudiantes. Para ello, Noll *et al.* (2012) proponen un marco teórico fundamentado en cuatro fases y cinco niveles de razonamiento a través de la modelación estadística y los

procesos de simulación con la ayuda del *software* estadístico TinkerPlots. Dichas fases y niveles permiten establecer una jerarquía en cuanto al nivel de razonamiento estadístico que evidencian los estudiantes frente a cada una de las tareas del instrumento MOST. No se mencionan las propiedades psicométricas del instrumento, la única información que se brinda es que la fiabilidad entre tres evaluadores fue muy alta, del 97 %.

En síntesis, se encontró que de las cinco ponencias que reportaron el uso de un instrumento de medida para el razonamiento estadístico, solo una ponencia no especifica el tipo de ítems que se utilizaron, dos ponencias reportaron el uso de un instrumento de opción múltiple, mientras que las otras dos reportaron la combinación de preguntas abiertas y cerradas. Además, solo dos ponencias reportaron algunas características psicométricas de los instrumentos.

Discusión y conclusiones

En relación con la primera pregunta de investigación esta revisión de literatura evidenció que las comprensiones sobre el razonamiento estadístico se clasificaron como comprensiones generales del razonamiento estadístico (10 ponencias) y comprensiones del razonamiento estadístico sobre una temática específica (9 ponencias). Los resultados de la primera clasificación mostraron que el razonamiento estadístico en general se comprende desde diferentes perspectivas teóricas: Pragmática, Psicológica-Cognitiva y Conceptual-Teórica. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Zieffler *et al.* (2018) y Nilsson *et al.* (2018), dada la diversidad de disciplinas y enfoques implementados en la investigación en educación estadística. Se observó que las tres perspectivas encontradas no son excluyentes y en cambio investigadores como Jiménez Ramírez e Insunza (2011) o Bakker *et al.* (2012) abordaron una comprensión del razonamiento estadístico desde dos perspectivas. En general, los investigadores coincidieron que el razonamiento requiere además de la comprensión conceptual de conceptos estadísticos, habilidades cognitivas de mayor complejidad que involucran la conexión y relación entre

conceptos estadísticos o explicar la validez y pertinencia de un procedimiento estadístico y la interpretación de los resultados.

Además, se evidencia que las investigaciones presentadas en las ponencias revisadas enfatizaron en dos tipos de razonamiento estadístico: razonamiento acerca de la variabilidad y las distribuciones y razonamiento inferencial informal. Dado que la meta más importante para la educación estadística es permitir a los estudiantes y ciudadanos comprender la toma de decisiones bajo situaciones de incertidumbre basadas en muestras de datos; ambos tipos de razonamiento son el fundamento de la toma de decisiones estadística y por tanto pueden ser consideradas como las dos grandes ideas en educación estadística (Shaughnessy, 2019).

Respecto a la segunda pregunta de investigación, se encontró principalmente que el tipo de instrumentos de medida para el razonamiento estadístico más usado fue el formato de ítems de opción múltiple. Estos hallazgos son consistentes con la revisión de literatura reportada por Zieffler *et al.* (2018), puesto que estos autores encontraron que desde un enfoque cuantitativo, por lo general, los estudios sobre el razonamiento estadístico en estudiantes han hecho uso de instrumentos de evaluación como pruebas objetivas con preguntas de opción múltiple. Además, algunos instrumentos como el MOST combinaron los formatos de preguntas abiertas y cerradas y se destaca que solo dos ponencias reportaron características psicométricas de los instrumentos utilizados. Investigaciones futuras podrían indagar sobre la naturaleza de las teorías que fundamentan las comprensiones sobre el razonamiento estadístico y las áreas de conocimiento en que se han desarrollado dichas investigaciones.

Referencias

- Andrade Escobar, L., Fernández Hernández, F. y Álvarez Alfonso, I. (2017). Panorama de la investigación en educación estadística desde tesis de doctorados 2000-2014. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 41, 87-107.
- Bakker, A., Mierlo, X. Van y Akkerman, S. (2012). Learning to integrate statistical and work-related reasoning. En *12th International Congress on Mathematical Education*.

- Batanero, C. (2019). Treinta años de investigación en educación estocástica: Reflexiones y desafíos. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html
- Ben-Zvi, D., Makar, K. y Garfield, J. (eds.) (2018). *International handbook of research in statistics education*. Springer.
- Budgett, S. y Wild, C. J. (2014). Student's visual reasoning and the randomization test. En K. Makar, B. de Sousa y R. Gould (eds.), *Sustainability in statistics education: Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics*. International Statistical Institute.
- Burrill, G. (2014). Developing conceptual understanding: The role of interactive dynamic technology. En K. Makar, B. de Sousa y R. Gould (eds.), *Sustainability in statistics education: Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics*. International Statistical Institute.
- Cardona Arias, J. A., Higuera Gutiérrez, L. F. y Ríos Osorio, L. A. (2016). *Revisiones sistemáticas de la literatura científica*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Carver, R., Everson, M., Gabrosek, J., Horton, N., Lock, R., Mocko, M., ... y Wood, B. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) college report 2016*. <https://commons.erau.edu/publication/1083/>
- Chaparro, Y., Torres, K. y Álvarez, I. (2016). Ser o no ser alfabetizado estadísticamente: Caso del promedio de Parody. En I. Álvarez y C. Sua (eds.), *Memorias del II Encuentro Colombiano de Educación Estadística* (pp. 147-154). Asociación Colombiana de Educación Estadística.
- Chaphalkar, R. y Leary, C. (2014). Introductory statistics students' conceptual understanding of variation and measures of variation in a distribution. En *Sustainability in Statistics Education: Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistic*.
- Chiesi, F., Primi, C., Bilgin, A. A., Lopez, M. V. y Fabrizio, C. (2014). Measuring university students' approaches to learning statistics: A cross-cultural and multilingual version of the assist. En K. Makar y B. De Sousa (eds.), *Sustainability in statistics education: Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics* (pp. 1-6). International Statistical Institute.
- De Vetten, A., Schoonenboom, J., Keijzer, R. y Van Oers, B. (2016). Exploring student teachers' reasoning about informal statistical inference when engaged in a growing samples activity. En G. Kaiser (ed.), *Proceedings of the*

- 13th International Congress on Mathematical Education 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 226-229). Springer.
- Del Mas, R. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 79-95). Springer.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3).
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Kluwer Academic.
- Garfield, J. y Gal, I. (1999). Teaching and assessing Statistical reasoning. En L. Stiff y F. R. Curcio (eds.), *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12* (pp. 207-219). National Council Teachers of Mathematics.
- Gaviria-Bedoya, J., González-Gómez, D. y Villa-Ochoa, J. A. (2021). Una revisión de las comprensiones del razonamiento estadístico. En L. Tauber y J. Pinto (comps.), *Tendencias y nuevos desafíos de la investigación en Educación Estadística en Latinoamérica: Libro de ponencias de las III Jornadas Latinoamericanas de investigación en Educación Estadística* (pp. 204-211). Universidad Nacional del Litoral. <https://www.fhuc.unl.edu.ar/institucional/wp-content/uploads/sites/3/2018/08/Tendencias-y-nuevos-desafios-Educ-Estadistica.pdf>
- Gómez-Blancarte, A. y Ortega, A. S. (2018). Research on statistical projects: Looking for the development of statistical literacy, reasoning, and thinking. En *Proceedings of the International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10)* (pp. 8-13).
- Jiménez Ramírez, J. V. y Insunza, S. (2011). *Razonamiento y pensamiento estadístico en estudiantes universitarios* [ponencia]. En XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática, Brasil.
- Kazak, S., Fujita, T. y Pifarre, M. (2019). Developing students' data analytics skills through modelling. En *The International Collaboration for Research on Statistical Reasoning, Thinking and Learning* (pp. 48-56).
- Lane-Getaz, S. J. (2013). Development of a reliable measure of students' inferential reasoning ability. *Statistics Education Research Journal*, 12(1), 20-47.
- Lane-Getaz, S. J. (2014). A graphical approach to examine inferential reasoning development. En K. Makar y B. De Sousa (eds.), *Sustainability in statistics education: Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics* (vol. 9). International Statistical Institute.

- Langrall, C., Makar, K., Shaughnessy, M. y Nilsson, P. (2017). Learning and teaching mathematics content: Probability and statistics. En J. Cai (ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 490-525). National Council of Teachers of Mathematics.
- Makar, K. y Rubin, A. (2014). Informal statistical inference revisited. En *The Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9)* (vol. 9, pp. 1-6).
- Noll, J., Gebresenbet, M. y Demorest, Erin. (2012). A modeling and simulation approach to informal inference: Successes and challenges. En D. Ben-Zvi y K. Makar (eds.), *12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 141-150). Springer.
- Podworny, S. y Biehler, R. (2019). Understanding modelling processes through visual modelling. *The International Research Forums on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy (STRL)* (pp. 57-69).
- Riascos, Y. (2016). Razonamiento estadístico y otros conceptos relacionados. En I. Álvarez y C. Sua (eds.), *Memorias del II Encuentro Colombiano de Educación Estocástica* (pp. 24-30). Asociación Colombiana de Educación Estocástica.
- Sabbag, A., Garfield, J. y Zieffler, A. (2018). Assessing statistical literacy and statistical reasoning: The REALI instrument. *Statistics Education Research Journal*, 17(2), 141-160.
- Shaughnessy, M. (2007). Research on statistics learning and reasoning. En F. K. Lester (ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 957-1009). National Council of Teachers of Mathematics.
- Shaughnessy, J. M. (2019). Recommendations about the Big Ideas in Statistics Education: A retrospective from curriculum and research. *Cuadernos*, 18, 44-58.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Zieffler, A., Garfield, J., Alt, S., Dupuis, D., Holleque, K. y Chang, B. (2008). What does research suggest about the teaching and learning of introductory statistics at the college level? A review of the literature. *Journal of Statistics Education*, 16(2).
- Zieffler, A., Garfield, J. y Fry, E. (2018). What is statistics education? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 37-70). Springer.

Anexos

Anexo 1. Ponencias incluidas en la síntesis cualitativa

Título	Autores	Congreso	Año
Learning to integrate statistical and work-related reasoning	Bakker y Akkerman	ICME 12	2012
Students' visual reasoning and the randomization test	Budgett y Wild	ICOTS9	2014
Developing conceptual understanding the role of interactive dynamic technology	Burril	ICOTS9	2014
La educación estadística y la educación crítica	Campos	ECEE	2016
Recommendations about the Big Ideas in Statistics Education: A Retrospective from Curriculum and Research	Shaughnessy	CIAEM XV	2019
Ser o no ser alfabetizado estadísticamente: caso del promedio de parody	Chapparo, Torres y Álvarez	ECEE	2016
Measuring university students' approaches to learning statistics: a cross-cultural and multilingual version of the assist a cross-cultural and multilingual version of the assist	Chiesi, Primi, Bilgin, Lopez y Fabrizio	ICOTS9	2014
Introductory statistics students' conceptual understanding of variation and measures of variation in a distribution	Chaphalkar y Leary	ICOTS9	2014
"Developing students' data analytics skills through modelling"	Kazak, Fujita y Turmo	STRL-11	2019
Looking for the development of statistical literacy, reasoning and thinking	Gómez-Blancarte y Santana	ICOTS10	2018
Statistical reasoning of preservice teachers when comparing groups with tinkerplots	Frischemeier	ICME13	2016
Razonamiento y pensamiento estadístico en estudiantes universitarios	Jimenez Ramírez y Insunza Casérez	CIAEM XIII	2011
Undersatnding modelling processes through visual modelling	Podworny y Biehler	STRL-11	2019
Exploring student teachers' reasoning about informal statistical inference when engaged in a growing samples activity	De Vetten, Schoonenboom, Keijzer y Oers	ICME13	2016
Using the Toulmin model of argumentation to validate students' inferential reasoning	Gómez-Blancarte & Tobías-Lara	ICOTS10	2018

Título	Autores	Congreso	Año
Informal statistical inference revisited	Makar y Rubin	ICOTS9	2014
Razonamiento estadístico y otros conceptos relacionados	Riascos Forero	ECEE	2016
Assessing statistical literacy and statistical reasoning	Sabbag y Zieffler	ICOTS10	2018
A modeling and simulation approach to informal inference: Successes and challenges	Noll, Gebresenbet y Demorest	ICME 12	2012