




La enseñanza de la inferencia estadística informal en la formación de profesores. Una revisión sistemática

Teaching of informal statistical inference in teacher training. A systematic review



Federico, De Olivera Lamas

Consejo de Formación en Educación, Uruguay.  

Luciana, Olesker Pérez

Consejo de Formación en Educación, Uruguay.  

Daniela, Pagés Rostán

Universidad de la República de Uruguay, Uruguay.  

Resumen

Se presenta una revisión sistemática sobre la enseñanza de la inferencia estadística informal en la formación de profesores. Se analizaron estudios publicados entre 2010 y 2024 en cuatro bases de datos académicas, resultando 16 artículos. El objetivo fue relevar reportes del uso de tareas para la enseñanza de la inferencia informal, y su vínculo con el aprendizaje de la inferencia formal. El análisis se organizó en torno a tres dimensiones: conocimientos del contenido, conocimientos tecnológicos y conocimientos asociados a la práctica docente. Los resultados evidencian un interés creciente en la temática. Las tareas reportadas promueven, en general, los componentes del conocimiento de contenido, aunque se encontraron distintos niveles de complejidad. El uso de tecnología como herramienta para reorganizar el pensamiento inferencial es aún limitado. Aunque varios estudios vinculan el enfoque informal con métodos formales, no se presenta evidencia empírica sobre su impacto en el aprendizaje de la inferencia estadística formal.

Palabras clave:

- Inferencia estadística informal
- Inferencia estadística
- Futuros docentes
- Revisión sistemática

Cómo citar:

De Oliveira Lamas, F., Olesker Pérez, L., y Pagés Rostán, D. (2025). La enseñanza de la inferencia estadística informal en la formación de profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 28, e787. <https://doi.org/10.12802/relime.2025.28.e787>



Abstract

This systematic review examines the teaching of informal statistical inference in teacher education. Studies published between 2010 and 2024 in four academic databases were analyzed, resulting in 16 articles. The aim was to identify reports on the use of tasks for teaching informal inference and their connection to learning formal inference. The analysis was organized around three dimensions: content knowledge, technological knowledge, and knowledge related to teaching practice. The results show a growing interest in this topic. The reported tasks generally promote the components of content knowledge, although different levels of complexity were found. The use of technology as a tool to reorganize inferential thinking remains limited. Although several studies link the informal approach to formal methods, there is no empirical evidence presented on its impact on learning formal statistical inference.

Keywords

- *Informal statistical inference*
- *Statistical inference*
- *Preservice teachers*
- *Systematic review*

Resumo

Esta revisão sistemática examina o ensino da inferência estatística informal na formação de professores. Foram analisados estudos publicados entre 2010 e 2024 em quatro bases de dados acadêmicas, resultando em 16 artigos. O objetivo foi identificar relatos sobre o uso de tarefas para o ensino da inferência informal e sua ligação com a aprendizagem da inferência formal. A análise foi organizada em torno de três dimensões: conhecimento do conteúdo, conhecimento tecnológico e conhecimento relacionado à prática docente. Os resultados mostram um interesse crescente neste tema. As tarefas reportadas, em geral, promovem componentes do conhecimento de conteúdo, embora tenham sido encontrados diferentes níveis de complexidade. O uso da tecnologia como ferramenta para reorganizar o pensamento inferencial ainda é limitado. Embora vários estudos relacionem a abordagem informal com métodos formais, não há evidências empíricas apresentadas sobre o seu impacto na aprendizagem da inferência estatística formal.

Palavras-chave

- *Inferência estatística informal*
- *Inferência estatística*
- *Futuros professores*
- *Revisão sistemática*

Résumé

Une revue systématique sur l'enseignement de l'inférence statistique informelle dans la formation des enseignants est présentée. Des études publiées entre 2010 et 2024 dans quatre bases de données académiques ont été analysées, aboutissant à 16 articles. L'objectif était de recenser des rapports sur l'utilisation de tâches pour l'enseignement de l'inférence informelle et leur lien avec l'apprentissage de l'inférence formelle. L'analyse s'est organisée autour de trois dimensions : les connaissances du contenu, les connaissances technologiques et les connaissances liées à la pratique enseignante. Les résultats montrent un intérêt croissant pour ce sujet. Les tâches rapportées favorisent généralement les composantes des connaissances de contenu, bien que différents niveaux de complexité aient été constatés. L'utilisation de la technologie comme outil pour réorganiser la pensée inférentielle reste encore limitée. Bien que plusieurs études relient l'approche informelle aux méthodes formelles, aucune preuve empirique n'est présentée quant à son impact sur l'apprentissage de l'inférence statistique formelle.

Most Clés

- *Inférence statistique informelle*
- *Inférence statistique*
- *Futurs enseignants*
- *Revue systématique*



1. Introducción

La importancia de la estadística es indiscutible en diversos contextos de la actualidad. Una gran cantidad de decisiones, tanto personales como sociales, están basadas en estudios estadísticos. Interpretar con acierto gran parte de la realidad en la que vivimos requiere cierta destreza para otorgar significados correctos a juicios, gráficos y resúmenes estadísticos. La difusión de información en los medios de comunicación, las recomendaciones médicas y contraindicaciones de algunos medicamentos, las decisiones vinculadas a nuestra economía personal, entre otros muchísimos ejemplos, muestran la casi omnipresencia de la probabilidad y la estadística en la cotidianidad. La estadística es parte de la herencia cultural necesaria para el ciudadano educado (Batanero, 2002). Esto implica la necesidad de que los ciudadanos tengan la capacidad de interpretar la información estadística, analizarla críticamente y tomar decisiones en base a ello. El pensamiento crítico brinda la libertad para decidir con fundamentos basados en evidencia empírica creíble y no en creencias o ideas preconcebidas (Tauber, 2021).

Cabrera et al. (2020) señalan tres ideas estocásticas fundamentales: la aleatoriedad, los datos y los modelos. Afirman que estas ideas están entrelazadas y permiten identificar otros conceptos fundamentales asociados, que deberían formar parte de cualquier diseño didáctico para la enseñanza de la estadística: los resúmenes estadísticos, la variación, la distribución, la probabilidad, el muestreo y la inferencia. Sin embargo, muchas veces quedan invisibilizadas en los enfoques que se dan en el aula.

El razonamiento inferencial implica ir más allá de los datos empíricos para obtener conclusiones sobre un universo más amplio. En algunos niveles educativos (enseñanza primaria y media) no se cuenta con las herramientas matemáticas necesarias para realizar inferencias formales, esto no implica que abandonemos el razonamiento y la elaboración de conclusiones sobre los datos, que es uno de los fines de la enseñanza de la estadística.

Diversos investigadores en estadística educativa distinguen el razonamiento inferencial formal e informal, y sostienen la conveniencia de que las ideas se vayan construyendo progresivamente mientras se aumenta gradualmente el nivel de formalización en la enseñanza de la inferencia (Garfield y Ben-Zvi, 2008; Zieffler et al., 2008). Por ello, abogan por el trabajo en el aula con el razonamiento inferencial informal (RII).



Pfannkuch (2007) define al RII como la habilidad del estudiante para vincular ideas sobre distribución, muestreo y centro. Por su parte, Zieffler et al. (2008) lo definen como la forma en que los estudiantes usan su conocimiento estadístico informal para hacer argumentaciones y sustentar sus inferencias sobre poblaciones desconocidas, con base en las muestras observadas. Según estos autores podemos indicar que el RII es un proceso basado en el conocimiento informal, que relaciona tres componentes: (1) razonar sobre las posibles características de una población (por ejemplo, la forma y centro de la distribución) basados en una muestra, pero sin usar métodos de inferencia formal; (2) razonar sobre las posibles diferencias (y/o relaciones) entre dos poblaciones sobre la base de diferencias observadas entre sus respectivas muestras (esta componente permitiría plantear preguntas como si las diferencias observadas se deben a un efecto particular o sólo ocurren por azar); (3) razonar acerca de si es probable (o no) que una determinada muestra se presente, de acuerdo con alguna suposición o expectativa particular. Para Makar y Rubin (2009), el potencial del RII está en profundizar la comprensión que tienen los estudiantes sobre algún objetivo planteado y la utilidad que tienen los datos para elaborar significados en relación con el contexto. Zieffler et al. (2008) sostienen que la inferencia estadística debería formar parte de los programas escolares, ya que realizar inferencias y conclusiones a partir de datos forma parte de nuestra vida cotidiana. Plantean que, si los estudiantes entran en contacto con el razonamiento inferencial de manera informal, los métodos formales pueden ser más accesibles cuando se aborden.

Garfield et al. (2008) señalan la importancia de la inferencia estadística desde dos aspectos: sacar conclusiones de una población a partir de observar una muestra, y comparar muestras. Los autores sugieren que es imprescindible cambiar el enfoque que damos a la temática en las aulas. Pfannkuch (2005) afirma que una posible causa de dificultad de los estudiantes para el razonamiento de la inferencia estadística formal es la falta de experiencia estocástica. Esto puede subsanarse con un trabajo previo a los métodos formales, que implique trabajar con datos empíricos.

Diversos estudios han abordado las dificultades que los estudiantes enfrentan en el aprendizaje de la inferencia estadística (Castro-Sotos et al., 2007; Harradine et al., 2011, por ejemplo). Una formación docente que incluya el abordaje de estas concepciones erróneas, que muchas veces también tienen los docentes, resulta fundamental. Ponte y Noll (2018) abogan por la formación inicial y el desarrollo profesional de docentes atendiendo a tres aspectos: el conocimiento de contenido, el aprovechamiento de los avances tecnológicos y la vinculación con la práctica docente. Por otra parte, Harradine et al. recomiendan



estudiar el nivel real de conocimiento y de comprensión de las ideas esenciales que tienen los docentes que deben enseñar la inferencia estadística.

A partir de todo lo anterior, en este artículo se presenta una revisión sistemática acerca de la enseñanza de la inferencia estadística informal en la formación de docentes.

2. Conceptualizaciones y características de la inferencia estadística

Harradine et al. (2011) describen a la inferencia estadística como “el proceso de evaluar la solidez de la evidencia sobre si un conjunto de observaciones es consistente o no con un determinado mecanismo hipotético que podría haber producido esas observaciones” (p. 235). Makar y Rubin (2009) señalan que la inferencia estadística incluye tanto el resultado, como el razonamiento que se realiza para llegar al mismo. Es decir, tener un dominio de la inferencia formal implica no solo conocer los métodos formales sino saber cuándo utilizarlos, qué decisiones tomar durante el proceso y cómo interpretar el resultado obtenido en el marco del contexto, con sus alcances y limitaciones. En términos más generales, Cobb y Moore (1997) describen la inferencia estadística como “métodos para sacar conclusiones de datos sobre la población o el proceso del que se extraen los datos” (p. 813).

Castro Sotos et al. (2007) recogen y sintetizan evidencia empírica sobre dificultades en la comprensión de la inferencia, entre ellas: conceptos erróneos vinculados a la ley de los grandes números y variabilidad muestral, errores sobre el significado del teorema central del límite, dificultades para entender el concepto de hipótesis y nivel de significancia.

Diversos investigadores sostienen la idea de trabajar con escenarios que propicien el razonamiento inferencial informal como un tránsito hacia el formal (Garfield y Ben-Zvi, 2008; Pfannkuch, 2011; Zieffler et al., 2008). La relevancia de desarrollar el razonamiento inferencial informal se sustenta tanto en la creciente importancia de la inferencia estadística —vinculada con la interpretación de estudios que orientan decisiones y predicciones— como en las dificultades reportadas para su comprensión formal (Zieffler et al., 2008).

Si bien no hay un consenso sobre qué es la inferencia estadística, estas conceptualizaciones comparten las siguientes características: se trata de un proceso de razonamiento que permite extraer conclusiones a partir de datos muestrales sobre una población o un proceso más amplio; implica evaluar la solidez de la evidencia disponible



respecto de un mecanismo hipotético que podría haber generado los datos observados; y comprende no solo el resultado inferencial sino también el conjunto de decisiones, interpretaciones y justificaciones que se realizan durante el proceso, incluyendo el uso adecuado de métodos estadísticos y la consideración del contexto, sus alcances y limitaciones.

3. Marco conceptual

Se presenta un marco conceptual que guía el análisis de los artículos de esta revisión bibliográfica, enfocado en el abordaje de la enseñanza de la inferencia informal, en la formación de futuros docentes, como etapa previa a la inferencia formal. Para este marco se han tomado los tres componentes sobre los que construir capacidad en la formación de profesores (Ponte y Noll, 2018). Proponen evaluar el desarrollo profesional de los docentes en estadística en cuanto a 1) el conocimiento del contenido estadístico de los docentes, 2) el conocimiento tecnológico asociado a la estadística y 3) el conocimiento respecto a las prácticas educativas. Este marco resulta adecuado para esta revisión, pues incorpora los elementos esenciales del RII y modos de abordarlos, al tiempo que se enfoca en la dimensión profesional de la práctica en la formación de docentes.

Ponte y Noll (2018) realizan algunas sugerencias para el desarrollo profesional de docentes de estadística, tanto en ejercicio como en formación. Las principales sugerencias son: aprovechar las experiencias y los conocimientos previos de los docentes, promover la creación de planes de clases y preguntas para los estudiantes, hacer que los profesores examinen y respondan al trabajo de los estudiantes e incorporar las grandes ideas de la estadística en los cursos. También plantean que una forma de considerar estos cuatro aspectos es el trabajo en el aula con investigaciones estadísticas, ya que proporcionan un sentido real al trabajo estadístico e introducen a los estudiantes en las grandes ideas estadísticas (procedimientos, cálculos, representaciones). Varios autores han señalado que los futuros docentes deberían trabajar con investigaciones estadísticas para luego aplicarlas en sus clases, y poder sostener el razonamiento de los estudiantes con datos (Heaton y Mickelson, 2002; Makar y Fielding-Wells, 2011).

A continuación, se describe cada componente del marco elaborado, anclándolo en la estadística inferencial informal.



3.1. Conocimientos de contenido estadístico

La primera categoría de análisis de este marco es el conocimiento del contenido estadístico de los futuros profesores. Para darle significado en el contexto de la estadística inferencial informal, tomamos como referencia los componentes del RII desarrollados por Zieffler et al. (2008) y Makar y Rubin (2009). Esta categoría consta de tres componentes, que se describen a continuación. En primer lugar, juicios, predicciones y generalizaciones realizadas sobre la población a partir del análisis de datos de una muestra, sin utilizar métodos formales. El segundo componente de esta categoría incluye justificaciones basadas en cálculos estadísticos, utilizando los conocimientos previos formales e informales. Estos podrían incluir diversos aspectos de contexto, conocimientos cotidianos, conocimientos estadísticos previos, etc. El tercer componente de esta categoría es el empleo del lenguaje probabilístico (incertidumbre) al articular o escribir una generalización inferencial, predicción o conclusión.

3.2. Conocimientos tecnológicos asociados a la estadística

La segunda categoría de análisis la constituye el conocimiento tecnológico asociado a la inferencia estadística informal. Varias asociaciones (Franklin et al., 2005; ASA, 2016), así como currículos educativos nacionales e investigadores en estadística educativa plantean la importancia del uso de la tecnología en el aula de todos los niveles educativos. Franklin et al. (2005) sostienen que la tecnología debe utilizarse en la enseñanza y el aprendizaje de estadística para estudiantes de secundaria, bachillerato y universidad. Sin embargo, Ponte y Noll (2018) señalan un uso residual de la misma en las aulas, afirmando que es poco frecuente la utilización de softwares dinámicos como TinkerPlots o Fathom que favorecerían el desarrollo de las ideas estadísticas claves. Si bien las investigaciones con profesores se enfocan en su mayoría en el conocimiento de contenido, existen otras que investigan sobre el conocimiento tecnológico de los mismos y que muestran cómo este conocimiento favorece un mejor desarrollo profesional (Browning et al., 2014; McClain, 2008; Meletiou-Mavrotheris et al., 2009).

También se han reportado dificultades por parte de los profesores en la utilización de la tecnología, como su poca experiencia y cierta reticencia a usarla (Wassong y Biehler, 2014; Podworny y Biehler, 2014). Lee y Hollebrands (2008) presentan un marco para analizar el uso de la tecnología en el aula. Tomando las ideas de Pea (1987) afirman que las herramientas tecnológicas se utilizan típicamente de dos maneras diferentes: para ampliar o para reorganizar.



La tecnología puede ampliar las capacidades de los estudiantes para resolver problemas o reorganizar su forma de pensar sobre los problemas y sus soluciones. En el primer caso se la usa como una herramienta que agiliza un proceso que podría completarse sin ella. Existen muchos ejemplos en estadística, donde los recursos tecnológicos facilitan cálculos que serían muy engorrosos de hacer a mano, realizan de forma más precisa y rápida gráficos, tablas, rectas de regresión, etc.

Ahora bien, las herramientas tecnológicas también pueden considerarse un reorganizador, sobre todo en lo que tiene que ver con un uso dinámico de las mismas, arrastrar imágenes y así vincular múltiples representaciones y superponer medidas en gráficos. Otro ejemplo consiste en colocar las medidas (por ejemplo, la media) sobre la representación gráfica y analizar el efecto en ella a medida que se actualizan los datos. Esto puede ayudar a cambiar la forma en que los profesores y los estudiantes conceptualizan estas medidas en relación con una distribución. Esta visualización no es posible sin tecnología y puede proporcionar a los estudiantes una forma de reorganizar sus concepciones de distribuciones bivariadas.

Entonces, el uso amplificador de una tecnología agiliza el potencial de los estudiantes para resolver problemas. En cambio, un uso reorganizador tiene el potencial de cambiar la forma en que estudiantes y profesores piensan sobre las ideas matemáticas. En sintonía con los planteamientos de Lee y Hollebrands (2008) se considera que es necesario reflexionar y discutir qué está generando el uso de los recursos tecnológicos y cómo se relacionan estos resultados con las ideas matemáticas claves, en nuestro caso con las vinculadas a la inferencia estadística.

3.3. Conocimientos asociados a la práctica de la enseñanza de la estadística

Ponte y Noll (2018) plantean que las actividades de conocimiento centradas en la práctica docente tienen como tema común involucrar a los profesores en la investigación de sus propias aulas, colocándolos como investigadores. La literatura sugiere que el desarrollo profesional es más efectivo cuando ocurre en el contexto del trabajo docente en el aula (Meletiou Mavrotheris y Serradó-Bayés, 2012; Ponte, 2011). La tercera categoría de análisis para esta revisión se vincula con el conocimiento asociado a la práctica de la enseñanza de la inferencia estadística. Los componentes de esta categoría son: investigación-acción, planeación, implementación y análisis de clases (presenciales o a través de videos), Lesson Study, análisis de producciones de estudiantes, investigaciones estadísticas como enfoque didáctico.



En la tabla 1 se presenta el marco conceptual con sus categorías y elementos.

Tabla 1

Marco conceptual para la revisión

Tipo de conocimientos	Descripción
Conocimientos de contenido	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realización de juicios y predicciones sobre una población basado en datos muestrales. Generalizaciones sobre la población basadas en datos muestrales. 2) Justificaciones basadas en cálculos estadísticos (conocimientos previos de estadística formales o informales). 3) Empleo de lenguaje probabilístico acompañando la inferencia (predicciones, conclusiones, generalizaciones). Fundamentar los juicios con evidencia de datos.
Conocimientos tecnológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1) Uso de las tecnologías como amplificador. 2) Uso de las tecnologías como reorganizador.
Conocimientos asociados a la práctica de enseñanza	<ol style="list-style-type: none"> 1) Investigación-acción 2) Planeación, implementación y/o análisis de clases 3) Lesson Study 4) Análisis de producciones de estudiantes 5) Investigaciones estadísticas

4. Justificación de la revisión y preguntas de investigación

Se presenta una revisión bibliográfica sistemática para determinar el estado del arte de la enseñanza de la inferencia informal en el contexto de la formación de docentes. Las investigaciones que reportan dificultades de los estudiantes para comprender las ideas principales de la inferencia coinciden en que, si bien muchas veces hay un manejo de las herramientas de inferencia estadística de forma rutinaria, los estudiantes fallan a la hora de interpretar los resultados y realizar razonamientos estadísticos. La inferencia informal constituye un posible abordaje para superar algunas de estas dificultades.

Por otra parte, es necesario educar a los futuros docentes para que desarrollen las habilidades científicas para su futura profesión. Entonces, uno de los principales desafíos dentro de esta área de investigación es buscar evidencia de cómo el RII permite evolucionar



el pensamiento del estudiante hacia la inferencia formal (Zieffler et al., 2008). Hasta el momento existen bastantes investigaciones que dan evidencia sobre la forma de razonamiento informal de los estudiantes, pero no tantas que se centren en arrojar evidencias sobre si existe una mejora en la construcción de las ideas de inferencia formal a través del enfoque informal (Makar y Rubin, 2018). Finalmente, motiva esta revisión sistemática determinar, en el contexto de la formación de docentes, la existencia de tareas diseñadas exclusivamente para trabajar con el RII en general y, en particular, usando simulaciones de datos muestrales. Desde la investigación se ha señalado reiteradamente la importancia que las tareas tienen para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes (Hiebert y Wearne, 1997; Kilpatrick et al., 2001; Stein y Lane, 1996). En cuanto a las tareas a proponer en el ámbito de la formación de profesores de matemática (a futuros docentes y a docentes en actividad), Zaslavsky y Sullivan (2011) resaltan el rol crucial que las tareas cumplen en el aprendizaje para ser docente. Los autores señalan que los formadores de profesores tienen la responsabilidad de hacer evolucionar a los futuros docentes y profesores en actividad, desde perspectivas posiblemente acríticas a otras basadas en conocimiento, con recursos y reflexivas.

Para esta revisión se ha tomado la conceptualización de tareas de Zaslavsky y Sullivan (2011), como problemas o actividades que los formadores de profesores proponen a los futuros docentes, con la expectativa de que estos se involucren en ellas activa, colaborativa e intelectualmente, con una mente abierta y una orientación a su práctica futura.

Por lo expuesto anteriormente, esta revisión sistemática se realizó con base en las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las características de los estudios vinculados a la enseñanza de la inferencia estadística, a través de tareas de inferencia informal, en la formación de docentes?
2. Las tareas de inferencia informal, ¿qué elementos de conocimientos de contenido, de conocimientos tecnológicos y de la práctica de enseñanza presentan?
3. ¿A qué métodos de inferencia estadística formal (prueba de hipótesis, estimación, intervalos de confianza, por ejemplo) hacen referencia los artículos y qué evidencia presentan respecto a la mejoría de la enseñanza de dichos métodos a través del abordaje previo de inferencia informal?



4. Materiales y métodos

La revisión se llevó a cabo siguiendo las directrices de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). La búsqueda bibliográfica se realizó en cuatro bases de datos académicas reconocidas por su relevancia en educación y didáctica de la estadística: Scopus, SciELO, ERIC y Web of Science. El periodo analizado abarca desde 2010 hasta 2024.

Se diseñaron estrategias de búsqueda adaptadas a cada base de datos, utilizando combinaciones de palabras clave en inglés y español. La búsqueda se centró en dos ejes conceptuales principales: la inferencia estadística informal y la formación docente. La cadena general fue:

("informal inference" OR "razonamiento inferencial informal" OR "inferencia estadística informal" OR "informal statistical inference" OR "informal inferential reasoning")

AND

("profesores" OR "profesor" OR "teachers" OR "teacher" OR "formación docente" OR "futuros docentes" OR "estudiantes de profesorado" OR "prospective teacher" OR "student teacher" OR "teacher training" OR "future teacher" OR "preservice teacher" OR "pre service teacher" OR "pre-service teacher")

Esta combinación permitió recuperar estudios en ambos idiomas y contemplar diversas denominaciones asociadas a los contextos y actores de la formación docente.

4.1. Criterios de inclusión y exclusión

Para la identificación de los datos se utilizaron criterios de inclusión y exclusión que aseguren una búsqueda exhaustiva considerando distintos aspectos.

4.1.1. Criterios de inclusión

CI 1: Artículos científicos publicados en revistas revisadas por pares entre 2010 y 2024.

CI 2: Estudios que abordan explícitamente la enseñanza o el desarrollo del razonamiento inferencial informal en contextos de formación docente en matemática.



CI 3: Trabajos empíricos, teóricos, en inglés o español.

4.1.1. Criterios de exclusión

CE 1: Estudios centrados exclusivamente en niños o estudiantes de niveles escolares, sin relación con la formación docente.

CE 2: Investigaciones en las que la inferencia estadística se utilizó únicamente como herramienta metodológica y no como objeto de enseñanza o aprendizaje.

CE 3: Publicaciones en las que la expresión inferencia informal (o sus variantes) no apareciera en el título ni en el resumen.

CE 4: Estudios publicados antes de 2010 o posteriormente a 2024.

CE 5: Tesis académicas, libros y revisiones bibliográficas.

CE 6: Estudios no enfocados en la enseñanza de la inferencia estadística informal.

5. Proceso de cribado y selección de artículos

La búsqueda inicial arrojó 70 registros. Tras la eliminación de los registros duplicados (24 duplicados y 1 triplicado, en total 26) se evaluaron 44 registros mediante la lectura de títulos, resúmenes y palabras claves. A través de este proceso fueron eliminados tres registros, por corresponder a artículos no comprendidos entre 2010 y 2024. Se descargaron 41 artículos, y se procedió al cribado a través de la lectura completa. Aplicando los criterios de inclusión y exclusión descritos, el proceso de selección concluyó con 16 artículos considerados pertinentes para el análisis sistemático (Figura 1).

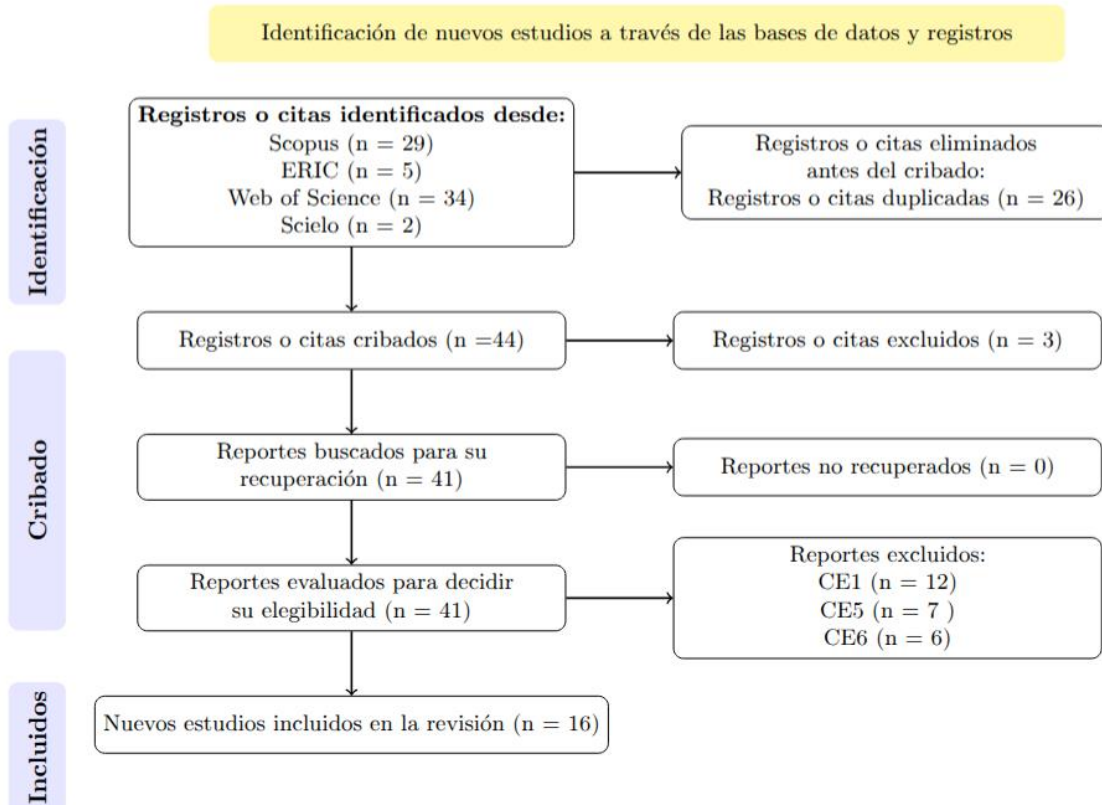
El software Rayyan se utilizó parcialmente para facilitar el proceso de cribado y comparación entre revisores. En la primera etapa de la revisión de artículos, se completó una tabla por parte de los tres autores, que incluía el año de publicación, los autores de los artículos, el título, el sitio de publicación, el tipo de investigación (teórica, empírica u otra), el país donde se había realizado el estudio (si correspondía), el nivel educativo de los participantes, el marco teórico, la metodología, si incluía tareas, si usaba recursos tecnológicos u otros. Los resultados obtenidos se compartieron entre los autores, discutiendo las discrepancias hasta alcanzar consenso. Los datos de esta tabla permitieron dar respuesta a la primera pregunta de investigación.



Para responder la segunda y tercera preguntas se codificó el contenido de cada artículo a partir del marco conceptual elegido. Este proceso se llevó a cabo de forma independiente por cada autor, y luego se compararon los resultados, discutiendo las diferencias hasta alcanzar acuerdos.

Figura 1

Diagrama de flujo



Nota. Tomado de Page et al. (2021)

6. Resultados del análisis

6.1. Caracterización general de los estudios incluidos

Se presentan los resultados que surgen del análisis general de los 16 artículos incluidos en la revisión, organizados, en primer lugar, en relación con los tipos de estudios (empíricos o teóricos). De los estudios empíricos se analiza: los países donde fueron realizados, los años de publicación, el tipo de documento, el nivel educativo de los participantes, el tamaño de



la muestra, las metodologías empleadas, los métodos de recolección de datos, y el espectro de marcos teóricos y/o conceptuales utilizados.

Se encontró que, de los 16 artículos revisados, 13 son estudios empíricos, uno es un estudio de libros de texto (Rodríguez Alveal y Aguerrea, 2024), uno es un estudio de diseño de marcos, específicamente un instrumento de evaluación del razonamiento inferencial en estadística (Park, 2013). Un artículo es de corte teórico-empírico (Lee et al., 2015). Se presenta un análisis teórico de los modelos de procesos de simulación para la inferencia, desde la investigación, y un análisis empírico de cómo los docentes representan aquellos modelos que consideran útiles para los estudiantes (Tabla 2).

Tabla 2

Tipos de estudios

Tipo de estudio	Cantidad	Autores
Estudios empíricos	13	Abu-Ghalyoun (2021)
		de Vetten et al. (2017, 2018, 2019, 2023)
		Dolor y Noll (2015)
		Fielding y Makar (2022)
		Fergusson y Pfannkuch (2020)
		Leavy (2010)
		Lugo-Armenta y Pino-Fan (2021, 2022)
		Madden (2011)
		Ruiz et al. (2011)
		Estudio de libros de texto
Diseño de marco o instrumento de evaluación	1	Park (2013)
Estudio teórico-empírico	1	Lee et al. (2015)

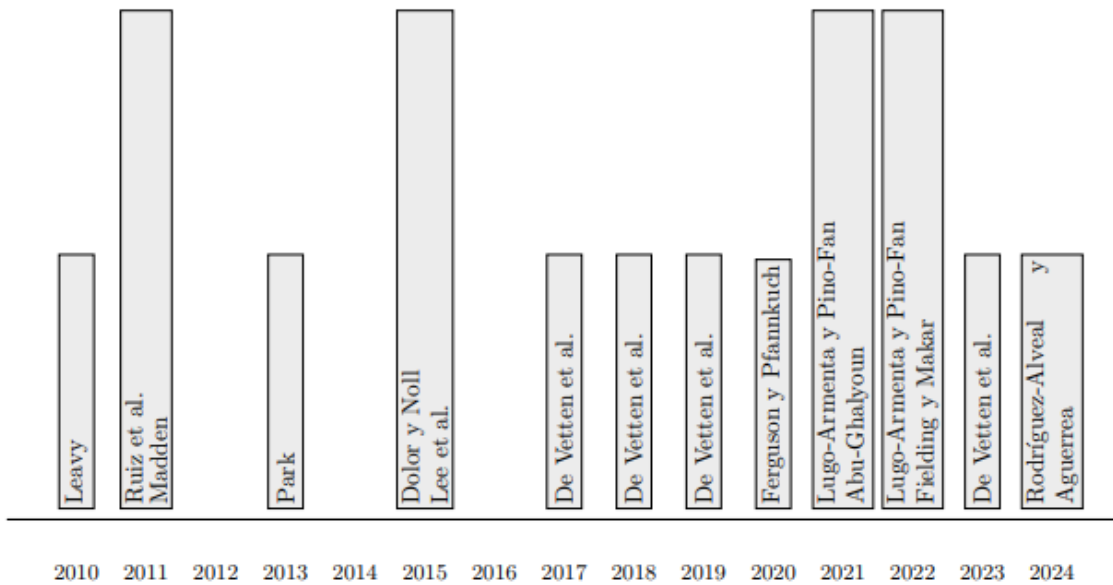
En cuanto a la distribución geográfica de los 13 estudios empíricos y el teórico-empírico revisados (en adelante, estudios empíricos), cuatro (29%) se realizaron en los Países Bajos (si bien son distintas publicaciones, los autores son los mismos). En Estados Unidos se desarrollaron tres estudios (21%). Se incluyen tres estudios (21%) realizados en América Latina (uno con participantes de varios países, otro en Chile, otro en Chile y Costa Rica). Del resto de los estudios, uno se realizó en Irlanda, uno en Nueva Zelanda, uno en Australia y otro en España.



La distribución temporal de los artículos muestra que, del total, en 2011, 2015, 2021 y 2022 se publicaron dos cada año. No surgieron publicaciones de 2012, 2014 y 2016. El resto de los años entre 2010 y 2024 se publicó uno por año (Figura 2).

Figura 2

Distribución temporal de los estudios



En relación con los participantes de los estudios empíricos, ocho fueron realizados con futuros profesores de educación primaria, en tres los participantes eran profesores en servicio y futuros profesores de primaria, y tres se llevaron a cabo con profesores de secundaria.

Con respecto al tamaño de la muestra de los 14 artículos que reportan estudios empíricos, hay cuatro artículos (29%) con menos de 10 participantes, seis estudios con una muestra entre 10 y 29 participantes (43%), un estudio con una muestra entre 30 y 59 participantes (7%), y cuatro con más de 59 participantes (29%). Se destaca de Vetten et al. (2019) con 722 participantes.

En relación con el tipo de documento, la producción se concentra casi exclusivamente en revistas científicas especializadas (88 %), de educación matemática y estadística, tales



como Statistics Education Research Journal (SERJ), Mathematical Thinking and Learning, Educational Studies in Mathematics, Journal of Statistics Education, Mathematics (MDPI), Uniciencia. Solo dos estudios (12 %) corresponden a actas de congreso internacional (CERME 9 y 10).

Con respecto a los marcos teóricos utilizados en los estudios empíricos, la mayoría de los artículos invocan marcos de RII, especialmente los presentados en Zieffler et al. (2008) y Makar y Rubin (2009), para su conceptualización. Uno de los artículos (Leavy et al., 2010) utiliza estos marcos como fundamentos teóricos. Siete artículos combinan los conceptos relativos al RII con marcos teóricos relativos al conocimiento del profesor. Entre ellos, aparece Mathematics Knowledge for Teaching (Ball et al., 2008), como en de Vetten et al. (2017, 2018, 2019, 2023). Este último lo combina con el Knowledge Quartet Framework (Rowland et al., 2005).

Otros estudios utilizan diferentes marcos, como Provocative task framework (Madden, 2011), Knowledge in pieces (Abu-Ghalyoun, 2021), enmarcados en el RII. El estudio de Dolor y Noll (2015) usa la Educación Matemática Realista, y el constructo Guided Reinvention (Gravemeijer, 2004). Los dos estudios de Lugo-Armenta y Pino-Fan usan el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (Godino et al., 2007), combinado con la conceptualización que realizan Ben-Zvi y Garfield (2004) sobre pensamiento, razonamiento y alfabetización estadística.

Hay dos artículos referidos a la modelación (Fergusson y Pfannkuch, 2020; Lee et al., 2015) que utilizan marcos teóricos como Statistical modeling framework (Fergusson, 2017) y Model and modelling perspective on teaching and learning mathematics (Lesh y Doerr, 2003), respectivamente.

En relación con los diseños metodológicos de los 13 artículos empíricos, once (85%) son cualitativos, y dos (15%) mixtos. Entre los estudios cualitativos hay algunos que utilizan la investigación de diseño (de Vetten et al., 2017; Madden, 2011), en tanto otros usan estudios de caso (de Vetten et al., 2023, Fielding y Makar, 2022, por ejemplo). Algunos estudios solo declaran ser cualitativos exploratorios.

Los métodos de recolección de datos son diversos, destacándose el registro en video y audio, así como producciones escritas de los participantes, y notas de campo del investigador observador, cuando lo hay.



6.2. Dimensiones del marco conceptual presentes en los artículos

Las respuestas a la segunda pregunta de investigación se basan en la codificación realizada siguiendo el marco conceptual descrito en el apartado anterior (ver tabla 1). En primer lugar, se describen los conocimientos de contenido (referidos al RII) presentes en las tareas de inferencia estadística informal mencionadas en los artículos. El primer componente consta de la realización de juicios y predicciones sobre una población basados en datos muestrales, o sea, generalizaciones sobre la población basadas en estos datos. Este estuvo presente en todos los artículos revisados, lo que era esperable, dado su carácter central en el razonamiento inferencial informal (y una de las expresiones utilizadas en la cadena de búsqueda).

Se destaca una diferencia entre el nivel de las tareas de generalización que se presentan. En cuatro de los 14 artículos empíricos (Leavy, 2010, de Vetten et al, 2017, 2023; Fielding y Makar, 2022; Abu-Ghalyoun, 2021) se plantean tareas de inferencia informal de un nivel básico, adecuadas para estudiantes de educación primaria. En estas, las inferencias se basan en datos, pero sin mayores cálculos y sin conexión explícita con algún método de inferencia formal. Todas se presentan en artículos enfocados en futuros maestros. La riqueza de estas tareas radica en que permiten crear una base de ideas iniciales sobre qué es la inferencia estadística, qué tipos de muestreo existen, las ventajas de una muestra aleatoria, limitaciones vinculadas al tamaño de la muestra, la idea de variabilidad, entre otros aspectos. En definitiva, tienen el objetivo de hacer que los estudiantes superen la etapa determinista de la estadística descriptiva. Por ejemplo, en de Vetten et al. (2023) se reporta una investigación con futuros maestros donde se trabaja con la tarea *¿Cuál es la palabra más usada en una pila de novelas infantiles?* Es impartida en una clase de primaria (acompañada de libros físicos) y se centra en tomar decisiones sobre cómo elaborar la muestra e inferir de manera informal.

En los restantes artículos se reportan tareas de inferencia informal cuya demanda de trabajo y puesta en juego de las ideas de la aleatoriedad es bastante más profunda. Son tareas que, de modo informal, presentan la necesidad de remuestreo, construcción de distribuciones muestrales, creación de estadísticos, diseño de métodos para inferir, y muestran un componente fuerte en toma de decisiones basada en datos. Un ejemplo de este nivel de tareas se encuentra en Ruiz et al. (2011). Se propone discutir las intuiciones del azar de los participantes de un curso, para lo que se plantean secuencias de veinte monedas simuladas y reales, trabajando entonces con dos variables aleatorias, con dos variables estadísticas y



una gran cantidad de conceptos estadísticos que van llevando a los futuros maestros a razonamientos inferenciales informales. En los artículos donde reportamos tareas con mayor profundidad conceptual, mayormente trabajan futuros profesores de secundaria (seis de los diez reseñados), sin embargo, en los otros cuatro los participantes son futuros maestros de primaria.

El segundo componente vinculado con el conocimiento: la realización de cálculos y resúmenes estadísticos para apoyar las conclusiones e inferencias realizadas se presenta explícitamente en 11 artículos. Tres no presentan evidencia de este aspecto (de Vetten et al., 2017, 2023; Fielding y Makar, 2022).

El tercer componente referido a los conocimientos de contenido: el empleo de lenguaje probabilístico acompañando la inferencia (predicciones, conclusiones, generalizaciones) y la fundamentación de los juicios con evidencia de datos, estuvo presente en todos los artículos con excepción de dos (de Vetten et al., 2023 y Leavy, 2010). En algunos de los artículos revisados este componente aparece de forma más explícita. Este es el caso de las tareas presentes en Dolor y Noll (2015). En ellas se plantea una prueba de hipótesis de manera informal y en uno de los pasos, luego de la construcción de una distribución de muestreo empírica, se pide calcular la probabilidad de una muestra observada. En otros casos esto aparece de forma implícita, recurriendo a expresiones que se asocian a la probabilidad, como es el caso de Abu-Ghalyoun (2021). Una de las tareas utilizadas se refiere a la proporción de colores en un recipiente con frijoles. El autor presenta un diálogo con el participante del estudio, donde lo interroga y le pide justificaciones para sus inferencias. Estas son expresadas con un lenguaje relacionado con la probabilidad: variabilidad, azar, incertidumbre, entre otras palabras.

El segundo componente conceptual establecido en el marco fue el conocimiento tecnológico asociado a la inferencia estadística. Por un lado, se buscaba indagar si en las tareas planteadas por las investigaciones se usa la tecnología en el desarrollo del RII, y por otro lado el uso de estos recursos que se promueve. En seis de los catorce artículos reseñados el componente tecnológico está presente en el desarrollo de las tareas planteadas, en general uso de software dinámico de estadística como, por ejemplo, Tinkerplot. En estos casos el software es usado para realizar cálculos y gráficos de forma más rápida y certera, esto es, se usa la tecnología como amplificador del trabajo estadístico. En Lugo-Armenta y Pino-Fan (2022) solo se le da este uso, mientras que en los otros cinco el recurso tecnológico se utiliza también como reorganizador. Esto se vincula esencialmente



con el uso de simulaciones para obtener nuevas muestras aleatorias y así generar distribuciones muestrales sobre las que realizar las inferencias y tomar decisiones. Este trabajo no se podría hacer sin el uso de la tecnología, que brinda la posibilidad de obtener una gran cantidad de muestras e ir viendo el impacto sobre la distribución. Este abordaje en las tareas está presente en Abu-Ghalyoun (2021), de Vetten et al. (2018), Fergusson y Pfannkuch (2020), Lee et al. (2015) y Madden (2011).

Finalmente, nuestra segunda pregunta de investigación buscaba analizar los conocimientos asociados a la práctica de enseñanza presentes en los artículos reseñados. En cuatro artículos está presente como práctica el diseño de una clase, su implementación y análisis. En particular, se destaca Leavy (2010), quien realiza una investigación con la metodología de Lesson Study. En concordancia con las recomendaciones para la didáctica de la estadística cinco de los artículos presentan tareas que proponen investigaciones estadísticas.

Como se mencionó anteriormente, nuestra revisión sistemática reportó 14 artículos empíricos, que incluían diseño y/o implementación de tareas de inferencia informal, un artículo teórico y uno que implicó análisis de textos escolares (Rodríguez-Alveal y Aguerrea, 2024). Si bien este es un caso particular, es pertinente reportarlo para responder la pregunta dos de nuestra investigación, pues analiza la presencia y el tipo de tareas de inferencia informales. El artículo presenta un estudio cualitativo, de análisis de contenido, de libros de texto difundidos gratuitamente por el Ministerio de Educación de Chile. Reportan un total de 43 tareas de inferencia, de las cuales solo siete promueven el RII, proponiendo tareas de generalización a través de datos que propician la realización de juicios y predicciones empleando lenguaje probabilístico. La mayor parte, 36 de las 43 tareas de inferencia estadística en los libros analizados, son del tipo procedimental, relacionadas con el cálculo de intervalos de confianza. A su vez, se destaca que no implican la formulación de hipótesis o conjeturas acerca de los datos muestrales.

6.3. Conceptos de inferencia formal abordados. Evidencia sobre la articulación entre inferencia informal y formal

En relación con los métodos de inferencia formal con que se vinculan las tareas reportadas en los artículos, en cuatro de los estudios no se encontraron vinculaciones (Leavy, 2010; de Vetten et al., 2017, 2018, 2023). De los restantes, la mayoría reportan tareas vinculadas con

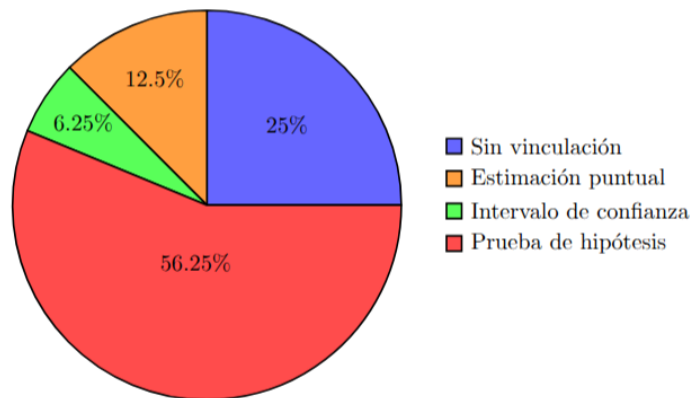


pruebas de hipótesis. Se enfocan en diferencias de medias (Madden, 2011, por ejemplo) y bondad de ajuste (Fergusson y Pfannkuch, 2020; Ruiz et al., 2011).

Otros artículos se relacionan con estimación puntual (Abu-Ghalyoun, 2021; Fielding y Makar, 2022). En los artículos empíricos no se reportan explícitamente tareas vinculadas con intervalos de confianza. Sin embargo, en el estudio de Rodríguez-Alveal y Aguerrea (2024) se señala que los libros de texto analizados presentan mayoritariamente tareas vinculadas con los intervalos de confianza, como fue mencionado anteriormente (Figura 3).

Figura 3

Vínculos de las tareas con la inferencia formal



La segunda parte de la tercera pregunta de investigación indaga si se reporta evidencia, en los artículos revisados, de que la enseñanza de la inferencia informal produce mejoras en el aprendizaje de los métodos de inferencia formal. Si bien algunos artículos (Park, 2013; Fergusson y Pfannkuch, 2020, por ejemplo) mencionan la importancia de la enseñanza de la inferencia informal para que los estudiantes superen sus dificultades con la inferencia formal, en ninguno de ellos se presentan evidencias en este sentido. Solo un artículo, Lugo-Armenta y Pino-Fan (2021), que presenta niveles de razonamiento inferencial (sobre el estadístico t-student), menciona que estos niveles demostraron ser predictores útiles de las prácticas matemáticas de los participantes del estudio. Agregan que la progresión desde el RII (nivel 1) hasta el razonamiento inferencial formal (nivel 4) sería efectiva para caracterizar y guiar la comprensión de la inferencia formal.

7. Discusión

En esta revisión se han incluido 16 artículos. Los hallazgos principales se organizaron de acuerdo con: las características principales de estos artículos, las tareas propuestas en relación con la inferencia informal, y los vínculos que se plantean entre la enseñanza de la inferencia informal y la formal.

7.1. Características principales de los artículos

De los 14 estudios empíricos incluidos en esta revisión, se encontró que 11 de ellos fueron realizados en países de habla inglesa (Estados Unidos e Irlanda) y otros países europeos (Países Bajos, Nueva Zelanda, Austria y España). Solo tres estudios fueron realizados en América Latina. Petocz et al. (2018) relevaron 653 artículos vinculados con la investigación en educación estadística, publicados entre 2010 y 2014, y fue realizada en las principales revistas de educación estadística, así como de artículos invitados y publicados en conferencias en el área.

El período relevado por Petocz et al. (2018) es parte del utilizado para esta revisión sistemática, que fue entre 2010 y 2024. Existe coherencia entre la ubicación geográfica de los estudios analizados. En efecto, los autores señalan una prominencia de estudios en países de habla inglesa o europeos, y una ausencia total de países en desarrollo. En el caso de esta revisión, se observan tres artículos correspondientes a estudios realizados en América Latina, lo cual indicaría cierta evolución con respecto a la situación reportada en 2018.

Si se atiende a los años en que los estudios de esta revisión fueron publicados, se puede observar un flujo constante y mayoritario entre 2017 y 2024 (10 de los 16 artículos incluidos). Esto podría indicar el inicio de una consolidación de la investigación vinculada con la inferencia estadística informal en la formación docente en los últimos años. En este período se encuentran grupos de artículos de los mismos autores: de Vetten et al. (2017, 2018, 2019, 2023), Lugo-Armenta y Pino-Fan (2021, 2022). Esto da cierta evidencia de que existen al menos dos equipos de investigación que trabajan actualmente con la temática, y en cada grupo de estudios puede verse una continuidad en cuanto al foco (futuros maestros en de Vetten et al., futuros profesores de secundaria y profesores en activo para el caso de Lugo-Armenta y Pino-Fan).



En relación con los marcos teóricos utilizados en los estudios analizados, la mayoría utilizan la conceptualización del RII elaborada en Zieffler et al. (2008) y Makar y Rubin (2009). En general combinan esta conceptualización con marcos del conocimiento del profesor, o con otros, por ejemplo, la matemática realista o el enfoque ontosemiótico. Este último, utilizado en los estudios de Lugo-Armenta y Pino-Fan (2021, 2022) se combina con niveles progresivos de razonamiento inferencial sobre el estadístico chi-cuadrado y el estadístico t-student, respectivamente. La necesidad de establecer niveles de razonamiento es planteada por Biehler et al. (2018), en general acerca del razonamiento sobre datos. Estos autores mencionan el uso de marcos conceptuales que incluyen niveles progresivos (Jones et al., 2004; Taxonomía SOLO, Biggs y Collis, 1991) y la necesidad de elaborar nuevos marcos conceptuales para el estudio del razonamiento de los estudiantes de los distintos niveles.

Biehler et al. (2018) recomiendan también la elaboración de trayectorias hipotéticas de aprendizaje (THA). En el caso de esta revisión se encontraron dos artículos que utilizan una THA. El estudio de Dolor y Noll (2015) presenta una THA como producto de la investigación sobre el aprendizaje de tests de hipótesis. Madden (2011), en cambio, utiliza una THA para guiar el trabajo con los docentes durante la investigación. Por otro lado, el artículo de Park (2013) presenta una rúbrica para evaluar el razonamiento en inferencia estadística informal (test blueprint), que fue revisada por expertos. No constituye un conjunto de niveles progresivos, ya que está configurado en torno a tópicos, los objetivos con que trabajar cada uno, así como los autores de referencia.

En síntesis, el análisis de las características de los estudios incluidos en esta revisión indica una concentración mayor de investigaciones en los últimos ocho años. Esto es algo promisorio, aunque el número de estudios todavía es pequeño. La existencia de grupos de autores con varios trabajos mostraría una tendencia a la conformación de algunos equipos de investigación, incluso en América Latina. Sin embargo, sería posible que existieran otros grupos no detectados en esta revisión, como se establece en el apartado de las limitaciones.

7.2. Tareas sobre inferencia informal presentes en los artículos

Se encontraron tareas en casi todos los artículos revisados, a excepción de Park (2013), que presenta una rúbrica para evaluar el razonamiento sobre la inferencia estadística informal.



Las tareas analizadas pueden dividirse en dos grandes grupos, en relación con la complejidad que presentan en cuanto a los conocimientos de RII. En cuatro de los artículos empíricos se utilizan tareas más básicas, donde las inferencias se basan en datos, pero sin mayores cálculos ni conexiones con algún método de inferencia estadística formal. Estas tareas pueden ser planteadas a estudiantes de educación primaria, y su riqueza radica en el desarrollo de ideas iniciales de la inferencia estadística.

En los restantes artículos, las tareas presentan una mayor demanda de trabajo, y las ideas de aleatoriedad se desarrollan con mayor profundidad. Aparece la necesidad de hacer remuestreos, construir distribuciones muestrales, crear estadísticos, diseñar métodos para inferir. Esta diferencia está en consonancia con lo planteado por Makar y Rubin (2018), en cuanto a que inicialmente la inferencia informal fue vista como un camino desde la estadística descriptiva hacia la inferencia formal, y una herramienta para superar dificultades encontradas en esta, pero actualmente se trabaja con niños y con adultos no especializados como un tema en sí mismo.

En relación con la segunda categoría usada en el análisis de las tareas, el uso de recursos tecnológicos, y la forma en que estos se usan, seis artículos utilizan tecnología. Uno de ellos solo la utiliza como amplificador, es decir, para agilizar los cálculos o gráficos implicados en la tarea. Los otros cinco usan los recursos también como reorganizador, lo que incluye la obtención de muestras aleatorias por simulación, la generación de distribuciones muestrales para realizar inferencias y tomar decisiones. Este resultado lleva a pensar que todavía es incipiente el uso de la tecnología en el ámbito de la formación docente. Las dos principales funcionalidades de los programas dinámicos, como TinkerPlots o Fathom son: a) crear y ver simultáneamente distintas representaciones, medidas estadísticas y poder ampliar los gráficos, y b) interactuar con esas representaciones dinámicamente vinculadas (Lee et al., 2014). Este es un aspecto que merecería más investigaciones y propuestas de aula que promuevan el involucramiento de los docentes para sacar provecho de las potencialidades tecnológicas.

En relación con el conocimiento de la práctica docente, se encontraron cuatro artículos que incluían el diseño, análisis e implementación de una clase. Dos de los artículos (Leavy, 2010 y de Vetten et al., 2023) tienen como objetivo mejorar el conocimiento de contenido y el conocimiento pedagógico de futuros maestros sobre la inferencia estadística informal. Ambos estudios reportan dificultades de los participantes en el desarrollo de conocimiento pedagógico del contenido al momento de implementar las clases. En el caso de Leavy



(2010), los futuros maestros fallaron en apoyar a los alumnos a conectar sus conclusiones con evidencia, y a hacer predicciones. Sin embargo, de Vetten et al. (2023) reportan la utilidad de haber modelado la clase por parte del formador, aunque resaltan fallas en el conocimiento del contenido de RII por parte de los futuros maestros.

Estos estudios son ejemplos de los que Ponte y Noll (2018) señalan como efectivo para los cursos de formación o desarrollo profesional, crear el tipo de escenarios que se espera que los docentes desarrollen en sus clases. Sin embargo, los autores abogan por una integración del conocimiento de contenido, tecnológico y de la práctica, como forma de efectivizar los cursos de desarrollo profesional y de formación inicial. En este sentido, estos autores sugieren también las investigaciones estadísticas, que en esta revisión se encontraron en cinco de los artículos. Si bien este tipo de actividades dan la oportunidad de introducir conceptos, representaciones, procesos y procedimientos que integran el currículo, Ponte y Noll (2018) ponen en tela de juicio el tiempo que lleva desarrollarlas en el aula.

7.3. Vínculos entre las tareas de inferencia informal y la inferencia formal

Si bien varios artículos mencionan a la inferencia estadística informal como un posible camino para la enseñanza de la inferencia formal, y como superadora de dificultades que los estudiantes encuentran al estudiarla, ninguna de las investigaciones revisadas se enfoca en dicho tránsito.

Park (2013) elaboró una rúbrica (test blueprint) para la enseñanza de la inferencia informal. Presenta como conceptos de la estadística informal: la incertidumbre, las propiedades de los datos agregados, el reconocimiento de la variabilidad muestral, el concepto de inusualidad, la generalización informal desde una muestra a una población, la comparación informal entre dos muestras. Categoriza como inferencia formal los conceptos involucrados en el testeo estadístico, tales como p-valor, significancia estadística, tests de hipótesis, intervalos de confianza. También incluye en esta categoría los conceptos de representatividad de la muestra, variabilidad muestral y distribución muestral. Todas estas categorías, con sus elementos conceptuales, forman parte de la rúbrica, bajo el título de razonamiento inferencial informal. Makar y Rubin (2018) discuten la cuestión de qué tipos de razonamientos estadísticos considerar formales o informales. Si bien algunos son claramente de un tipo u otro, hay otros para los que no está tan claro, y dan el ejemplo de los tests de aleatorización. Los autores sostienen la perspectiva de pensar en un continuo



de abordajes que vayan desde lo claramente informal a lo claramente formal, pasando por etapas intermedias. Agregan que lo realmente útil es ver qué abordajes son más beneficiosos para ayudar a los estudiantes a apreciar y aprender el poder de la inferencia estadística.

Makar y Rubin (2018) presentan cinco dimensiones a lo largo de las que la complejidad del razonamiento y los modos de aprender tienden a variar. Estas dimensiones se presentan a continuación:

- **Cuantitativo/cualitativo:** distinguen entre cálculos que determinan la probabilidad de que un resultado observado ocurra, para inferir si pudo haber ocurrido por azar. En cambio, los enfoques cualitativos implican juicios de valor acerca de un resultado, como que es sorprendente, sin asignar valores a su probabilidad.
 - **Fórmulas cerradas/simulación:** frente a las fórmulas cerradas típicas de la inferencia estadística, existen abordajes que usan la tecnología para estimar la probabilidad de un resultado a través de simulaciones repetidas.
 - **Diversidad de imágenes de una distribución:** los libros de texto suelen presentar una única imagen para la distribución normal estándar teórica, en tanto otros abordajes presentan más imágenes, ilustrando la distribución empírica de los datos, y visualizaciones superpuestas para poder realizar comparaciones.
 - **Elección de medidas de tendencia central y variabilidad:** la inferencia estadística tradicional usaba la media y la desviación estándar como medidas de tendencia central y variabilidad, respectivamente. Los enfoques que utilizan la mediana y el rango intercuartílico, que no asumen que una distribución es normal, son más aceptados.
 - **Aceptación de la comunidad:** los enfoques vistos como informales no son tan aceptados como los enfoques tradicionales de inferencia estadística, porque no forman parte de la corriente principal de las comunidades estadística y científica. Podrán verse como más formales si estas comunidades modifican los métodos inferenciales.

En suma, si bien no se encontraron estudios que aborden el tránsito desde la inferencia informal a la formal, se puede decir que esta cuestión está en debate.



7.4. Limitaciones y futuras direcciones

Una de las limitaciones que presenta esta revisión refiere a la ubicación geográfica de los estudios encontrados. Por ejemplo, no aparecieron investigaciones de equipos de algunos países, como el Colloque Francophone Internationale sur l'Enseignement de la Statistique (CFIES), o el grupo en América Latina que publica la revista Hipótesis alternativa (Petocz et al., 2018). Esto puede deberse a las bases de datos consultadas. Si bien se incluyó Scielo, esta solo arrojó dos artículos. Esta revisión podría complementarse sumando otras bases de datos que contemplen otros contextos geográficos.

Las ubicaciones geográficas de las investigaciones, por otro lado, pueden deberse a cuestiones de recursos económicos, estructura de los programas de formación docente, que hacen que en algunos países no se alcance la publicación de artículos, aunque se realicen investigaciones. Esta falta también puede deberse a que diferentes países han incorporado la enseñanza de la inferencia informal (y de la estadística en general) más tarde que otros.

La búsqueda de registros para esta revisión se centró en los docentes y futuros profesores, por lo que no arrojó resultados vinculados con otros actores, que podrían ser valiosos. Por ejemplo, estudios realizados con estudiantes universitarios.

Finalmente, no se encontraron artículos que estudien a los formadores. Esto sería importante porque ellos son los responsables de enseñar a enseñar a los futuros docentes. Sería interesante que se abrieran líneas de investigación en este sentido. Por otro lado, esto tal vez indica que la investigación sobre la enseñanza de la inferencia informal a futuros docentes está en pleno desarrollo, como lo muestran la mayoría de los estudios exploratorios que se encontraron.

8. Conclusiones

Este estudio indaga sobre la inferencia estadística informal y las investigaciones al respecto en el ámbito de la formación de futuros docentes. La investigación se realizó de forma sistemática y en torno a tres preguntas, lo que nos permitió establecer un panorama para la temática mencionada. De esta forma, se pudo establecer tendencias y deficiencias, en el tipo de tareas de inferencia que se proponen en cuanto a sus componentes de contenido conceptuales, tecnológicos y de práctica docente. Estos hallazgos son de suma importancia para futuras investigaciones dentro del área referida al desarrollo de un RII en



futuros profesores y su tránsito hacia la inferencia estadística formal. También proporciona un valioso insumo para el diseño de tareas de inferencia informal y programas de estudio de la misma para futuros profesores.

La revisión realizada arrojó información prometedora en cuanto al avance de la investigación en inferencia estadística informal, mostrando en los últimos años una continuidad en la aparición de investigaciones. Sin embargo, la concentración geográfica y el predominio de estudios empíricos y exploratorios muestran que la investigación en la temática no está en una etapa muy avanzada. La mayoría de las investigaciones se centran en aplicar tareas a futuros profesores para analizar su forma de razonar, sus ideas informales sobre la inferencia, sin ahondar en la evidencia sobre la mejoría de este enfoque para la enseñanza de la inferencia formal.

El análisis sobre los estudios de RII en la formación de futuros docentes mostró la presencia de los conocimientos de contenido, tecnológicos y de práctica evidenciando fortalezas y debilidades. En la mayoría de los estudios se plantean tareas de generalizaciones a partir de datos, haciendo énfasis en la toma de decisiones y en la justificación con base en la evidencia y argumentos vinculados a la probabilidad y la estadística. Otra fortaleza tiene que ver con el trabajo con la variabilidad inherente a los contextos en los que se aplica la inferencia. Esto se acompaña del impulso por diseñar escenarios didácticos que hagan que los futuros profesores superen el estado determinístico y procedimental que arrastran de su experiencia con la estadística descriptiva.

En cuanto a las debilidades destacamos principalmente la poca presencia de la tecnología como reorganizador del pensamiento. Se destacan estudios que trabajan con simulaciones para remuestreos y distribuciones muestrales, lo que permite a los futuros profesores formas de razonar que sin este apoyo no serían posibles y los introducen en la inferencia estadística informal de modo muy efectivo. Nuestros hallazgos enfatizan la oportunidad que brinda, junto con el desarrollo del contenido conceptual del RII, el uso de software de estadística dinámica de forma de reorganizar el pensamiento. Este uso de la tecnología para trabajar con la inferencia estadística informal debe integrarse en todos los ámbitos educativos en general y en particular en la formación de futuros docentes.

A modo de síntesis, nuestro estudio muestra un interés creciente en el campo de la educación matemática y estadística por la inferencia estadística informal. En este aspecto hallamos fortalezas como plantear tareas que promuevan el RII en los futuros profesores,



desarrollando sus principales contenidos conceptuales, el uso de la simulación como recurso didáctico para desarrollar la habilidad de realizar inferencias informales. Es necesario profundizar en este último aspecto. Si bien muchas investigaciones se centran en lo conceptual, no tantas en el impacto que el uso de la tecnología puede tener en el RII.

Otro hallazgo importante fue que los estudios actuales sobre la temática, en su mayoría, promueven la realización de investigaciones estadísticas, haciendo énfasis en todas sus etapas, desde la obtención de datos hasta la realización de inferencias y conclusiones, pasando por evaluar la confianza en las mismas. Todo parece indicar que la investigación sobre inferencia informal seguirá avanzando en este sentido.

Son muchos los estudios que enuncian lo beneficioso del enfoque informal para el entendimiento significativo de la inferencia formal, sin embargo, no se presentan evidencias empíricas al respecto. Un desafío de las investigaciones en educativa estadística consiste a la vez de avanzar en la creación de escenarios educativos de inferencia informal, realizar estudios que indaguen su vínculo con el aprendizaje de la inferencia formal.

Declaración de contribución y autoría

Federico De Olivera Lamas: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Luciana Olesker Pérez: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Daniela Pagés Rostán: Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Declaración de uso de Inteligencia Artificial

Se utilizó ChatGPT (versión 5.2) con el propósito de traducir los resúmenes y buscar códigos Latex para los gráficos. Las y los autores revisaron y editaron el contenido generado por la herramienta, y asumen toda la responsabilidad por la versión final enviada a la Relime.



Financiamiento

Este artículo de una investigación realizada en el proyecto FSED_3_2023_1_179105, correspondiente a CFE investiga (Consejo de Formación en Educación), financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay.

Referencias

- Abu-Ghalyoun, O. (2021). Pre-service teachers' difficulties in reasoning about sampling variability. *Educational Studies in Mathematics*, 108(3), 553-77. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10067-8>
- American Statistical Association. (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE): College report*. Author.
- Ball, L.D., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it so special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Batanero, C. (2002). *Los retos de la cultura estadística*. En Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/CULTURA.pdf>
- Ben-Zvi, D., y Garfield, J.B. (2004). Statistical Literacy, Reasoning and Thinking: Goals, Definitions and Challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking* (pp. 3-16). https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1
- Biehler, R., Frischemeier, D., Reading, C., y Shaughnessy, J. (2018). Reasoning about data. En D. Ben-Zvi, K.Makar y J.Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 71-104). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_14
- Biggs, J. B., y Collis, K. (1991). Multimodal learning and the quality of intelligent behavior. En H. Rowe (Ed.), *Intelligence, reconceptualization and measurement* (pp. 57-76). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203772560>
- Browning, C., Goss, J., y Smith, D. (2014). Statistical knowledge for teaching: Elementary preservice teachers. 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.



- Cabrera, G., Tauber, L., y Fernández, E. (2020). Educación Estocástica para pensar estadísticamente. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 89-109. <https://journals.uco.es/mes/article/view/12903>
- Castro Sotos, A., Vanhoof, S., Van den Noortage, W., y Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.04.001>
- Cobb, G. W., y Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *American Mathematical Monthly*, 104, 801-823.
- de Vetten, A., Schoonenboom, J., Keijzer, R., y van Oers, B. (2017). Informal statistical inference and pre-service primary school teachers: The development of their content knowledge and pedagogical content knowledge during a teacher college intervention. En T. Dooley y G. Gueudet, G. (Eds.), *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 10)*. Institute of Education and ERME.
- de Vetten, A., Schoonenboom, J., Keijzer, R. y van Oers, B. (2018). The development of informal statistical inference content knowledge of pre-service primary school teachers during a teacher college intervention. *Educational Studies in Mathematics*, 99, 217-234. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9823-6>
- de Vetten, A., Schoonenboom, J., Keijzer, R. y van Oers, B. (2019). Pre-service primary school teachers' knowledge of informal statistical inference. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22(6), 639-661. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-9403-9>
- de Vetten, A., Keijzer, R., Schoonenboom, J., y Oers, B. V. (2023). Pre-service primary school teachers' knowledge during teaching informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 22(2), Article 12. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i2.424>
- Díaz, C., Batanero, C., y Wilhemi, M. (2008). Errores frecuentes en el análisis de datos en Educación y Psicología. *Publicaciones*, 38, 109-126. <http://revistaseug.ugr.es/index.php/publicaciones/article/view/2244/2366>
- Dolor, J., y Noll, J. (2015). Using Guided Reinvention to Develop Teachers' Understanding of Hypothesis Testing Concepts. *Statistics Education Research Journal*, 14(1), 60-89. <https://doi.org/10.52041/serj.v14i1.269>
- Fergusson, A. (2017), *Informally Testing the Fit of a Probability Distribution Model* [Tesis de maestría, University of Auckland] <https://hdl.handle.net/2292/36909>



- Fergusson, A., y Pfannkuch, M. (2020). Development of an Informal Test for the Fit of a Probability Distribution Model for Teaching. *Journal of Statistics Education*, 28(3), 344-357. <https://doi.org/10.1080/10691898.2020.1837039>
- Fielding, J., y Makar, K. (2022). Challenging conceptual understanding in a complex system: supporting young students to address extended mathematical inquiry problems. *Instructional Science*, 50, 35-61. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09564-3>
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., y Scheaffer, R. (2005). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A preK-12 curriculum framework*. American Statistical Association. https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/gaise/gaiseprek-12_full.pdf
- Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2008). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31(3), 72-77. <https://doi.org/10.1111/J.1467-9639.2009.00363.X>
- Garfield, J., delMas, R., y Zieffler, A. (2012). Developing statistical modelers and thinkers in an introductory, tertiary-level statistics course. *ZDM Mathematics Education*, 44 (7), 883-898. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0447-5>
- Garfield, J., Le, L., Zieffler, A., y Ben-Zvi, D. (2015). Developing students' reasoning about samples and sampling variability as a path to expert statistical thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 327-342. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9541-7>
- Godino, J. D., Batanero, C., y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135. <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- Gravemeijer, K. (2004). Creating opportunities for students to reinvent mathematics. En *Proceedings of the Tenth International Congress in Mathematics Education* (pp. 4–11). https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/Conferences/ICME/ICME%20proceedings/ICME_10_2004_Copenhagen.pdf
- Harradine A., Batanero C., y Rossman A. (2011). Students and Teachers' Knowledge of Sampling and Inference. En C. Batanero, G. Burrilly C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education* (pp. 235-246). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_24
- Heaton, R. M., y Mickelson, W. T. (2002). The learning and teaching of statistical investigation in teaching and teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(1), 35-59. <https://doi.org/10.1023/A:1013886730487>



- Hiebert, J., y Wearne, D. (1997). Instructional tasks, classroom discourse, and student learning in second-grade arithmetic. *American Educational Research Journal*, 30(2), 393-425. <https://doi.org/10.2307/1163241>
- Jones, G. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., y Thornton, C. A. (2004). Models of development in statistical reasoning. En J. Garfield y D. Ben-Zvi (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 201-226). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_5
- Kilpatrick, J., Swafford, J., y Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Leavy, A. (2006). Using data comparison to support a focus on distribution: Examining preservice teachers' understandings of distribution when engaged in statistical inquiry. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 89-114. <https://doi.org/10.52041/serj.v5i2>
- Leavy, A. M. (2010). The Challenge of Preparing Preservice Teachers to Teach Informal Inferential Reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 9(1), 46-67. <https://doi.org/10.52041/serj.v9i1.387>
- Lee, H., y Hollebrands, K. (2008). Preparing to teach mathematics with technology: An integrated approach to developing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(4), 326-341. <http://www.citejournal.org/vol8/iss4/mathematics/article1.cfm>
- Lee, H. S., Dung Tran, Nickell, J., y Doerr, H. (2015). Simulation approaches for informal inference: Models to develop understanding. En K. Krainer y N. Vondrová, (Eds.), *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (CERME 9). Faculty of Education and ERME.
- Lesh, R. A., y Doerr, H. M. (Eds.). (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching*. Routledge.
- Lugo-Armenta, J., y Pino-Fan, L. (2021). Inferential Reasoning of Secondary School Mathematics Teachers on the Chi-Square Statistic. *Mathematics*, 9(19), 1-20. <https://doi.org/10.3390/math9192416>
- Lugo-Armenta, J., y Pino-Fan, L. (2022). Razonamiento inferencial de docentes de matemáticas de enseñanza media sobre el estadístico t-Student. *Uniciencia*, 36(1), 1-29. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.25>



- Madden, S. R. (2011). Statistically, Technologically, and Contextually Provocative Tasks: Supporting Teachers' Informal Inferential Reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, 13, 109-131. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.539078>
- Makar, K., y Fielding-Wells, J. (2011). Teaching teachers to teach statistical investigations. En C. Batanero, G. Burrill, y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education* (pp. 347-358). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_33
- Makar, K., y Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105. <https://doi.org/10.52041/serj.v8i1.457>
- Makar, K., y Rubin, A. (2018). Learning about statistical inference. En D. Ben-Zvi, K.Makar y J.Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 261-294). <https://doi.org/10.52041/serj.v8i1.457>
- McClain, K. (2008). *The evolution of teachers' understandings of distribution*. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading y A. Rossman (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education*. Proceedings of the ICMI Study 18. IASE. https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/rt08/T2P8_McClain.pdf
- Meletiou-Mavrotheris, M., Papanastasiou, E., y Stylianou, D. (2009). Enhancing statistics instruction in elementary schools: Integrating technology in professional development. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6(1-2), 57-78. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1134>
- Meletiou-Mavrotheris, M., y Serradó-Bayés, A. (2012). Distance training of mathematics teachers: The Early Statistics experience. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 9(1), 340-353. <https://doi.org/10.7238/rusc.v9i1.1275>
- 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). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Park, J. (2013). Designing an Assessment to Measure Students' Inferential Reasoning in Statistics: The First Study, Development of a Test Blueprint. *Research in Mathematical Education*, 17(4), 243-266. <http://dx.doi.org/10.7468/jksmed.2013.17.4.243>



- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. En A. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 89-122). Erlbaum.
- Petocz, P., Reid, A., y Gal, I. (2018). Statistics Education Research. En D. Ben-Zvi, K.Makar y J.Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 71-104). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_14
- Pfannkuch, M. (2005). Thinking tools and variation. *Statistics Education Research Journal*, 4(1), 83-91. <https://doi.org/10.52041/serj.v4i1.526>
- 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>
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 27-46. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538302>
- Podworny, S., y Biehler, R. (2014). A learning trajectory on hypothesis testing with TinkerPlots – Design and exploratory evaluation. En K. Makar, B. de Sousa, y R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9)*. International Statistical Institute.
- Ponte, J. y Noll, J. (2018). Building Capacity in Statistics Teacher Education. En D. Ben-Zvi, K.Makar y J.Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 433-456). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_14
- Ponte, J. P. (2011). Preparing teachers to meet the challenges of statistics education. En C. Batanero, G. Burrill, y C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education* (pp. 299-309). https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_29
- Rodríguez-Alveal, F., y Aguerrea, M. (2024). Inferencia estadística en los textos escolares: Una aproximación al pensamiento estadístico. *Uniciencia*, 38(1), 341-356. <https://doi.org/10.15359/ru.38-1.19>
- Rowland, T., Huckstep, P., y Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255-281. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-0853-5>
- Ruiz, B., Batanero, C. y Arteaga, P. (2011). Vinculación de la Variable Aleatoria y Estadística en la Realización de Inferencias Informales por parte de Futuros Profesores. *Boletim de*



Educação *Matemática*, 24(39), 431-449.
<https://www.redalyc.org/pdf/2912/291222099006.pdf>

Santos, R., y Ponte, J. P. (2014). Learning and teaching statistical investigations: A case study of a prospective teacher. En K. Makar, B. de Sousa, y R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9)*. International Statistical Institute.

Stein, M. K., y Lane, S. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation*, 2(1), 50-80. <https://doi.org/10.1080/1380361960020103>

Tauber, L. (2021). Facetas de la Estadística Cívica implícitas en una experiencia de enseñanza centrada en el estudio de indicadores sociales. *Paradigma*, 42(Extra N.º 1), 89-117. <https://doi.org/10.37618/paradigma.1011-2251.2021.p89-117.id1019>

Wassong, T., y Biehler, R. (2014). The use of technology in a mentor teacher course in statistics education. En K. Makar, B. de Sousa y R. Gould (Eds.), *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics, (ICOTS9)*. International Statistical Institute.

Zaslavsky, O. y Sullivan, P. (2011). Setting the Stage: A Conceptual Framework for Examining and Developing Tasks for Mathematics Teacher Education. En O. Zaslavsky y P. Sullivan (Eds.), *Constructing Knowledge for Teaching Secondary Mathematics, Mathematics Teacher Education* (pp. 1-22). <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09812-8>

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), 1-24. <https://doi.org/10.1080/10691898.2008.11889566>

