



Desarrollo de la Investigación en Razonamiento Inferencial Informal

Jesús G. Lugo A.

lupitalugo_@hotmail.com
Universidad de Los Lagos
Chile

Jaime I. García G.

jaime.garcia@ulagos.cl
Universidad de Los Lagos
Chile

Blanca R. Ruíz H.

bruiz@itesm.mx
Tecnológico de Monterrey
México

Recibido: 10 octubre 2018

Aceptado: 20 abril 2019

Resumen. En este trabajo se informa sobre una Revisión Sistemática de la Literatura (SLR) basada en la búsqueda automatizada en WoS, Scopus, MathEduc y, adicionalmente, en el SERJ de forma manual. El objetivo es proporcionar un panorama general del desarrollo de la investigación en el Razonamiento Inferencial Informal (RII) para investigadores en Educación Estadística. De los resultados de la búsqueda, se seleccionaron 57 estudios primarios, identificando el énfasis, el contexto y la metodología de las investigaciones; así como los autores y artículos más citados. Se encontró que en los últimos años, el desarrollo de la investigación en RII se ha enfocado en la modelación y el uso de software dinámico; los resultados están dirigidos a investigadores y profesores. Cabe destacar que los artículos con mayor impacto, en cuestión del número de citas o promedio de citas por año, son aquellos estudios previos que se consideran íconos dentro de la Educación Estadística, ya que proponen un marco de trabajo enfocado en la integración de conceptos o ideas estadísticas como un sistema para el desarrollo del RII.

Palabras clave: Razonamiento Inferencial Informal, Inferencia Estadística, Educación Estadística, Revisión Sistemática de Literatura Abstract

Abstract. This paper reports on a Systematic Literature Review (SLR) based on the automated search in WoS, Scopus, MathEduc and, additionally, manually in SERJ. The aim is to provide an overview of the development of research in Informal Inferential Reasoning (IIR) for researchers in Statistical Education. From the search results, 57 primary studies were selected, identifying the emphasis, context and methodology; as well as the most cited authors and articles. It was found that in recent years, the development of research in the IIR has focused on the modeling and use of dynamic software; the results are aimed at researchers and professors. It should be noted that the articles with the greatest impact, in terms of the number of citations or average citations per year, are those previous studies that are considered essential within Statistical Education, since they propose a framework focused on integration of concepts or statistical ideas as a system for the development of the RII.

KeyWords: Informal inferential reasoning, Statistical Inference, Statistical Education, Systematic literature review

1.1 Introducción

La inferencia se considera un tópico de estudio relativamente nuevo dentro de la investigación en Educación Estadística; sin embargo, existen numerosas obras en la literatura que proporcionan elementos, bases conceptuales e interrogantes para nuevos estudios del Razonamiento Inferencial Informal (RII).

La inferencia estadística es considerada la meta de la Estadística, dada su relevancia para realizar análisis, emitir juicios y tomar decisiones en estudios estadísticos. Sin embargo, en diversas investigaciones (e.g., Watson, 2004; Bakker y Gravemeijer, 2004; Carver, 2006) se han reportado dificultades de los estudiantes para comprender la variabilidad del muestreo, las distribuciones muestrales y otros conceptos fundamentales para la inferencia estadística, así como la intolerancia a la ambigüedad. En correspondencia con las dificultades que se han puesto de manifiesto, han surgido algunas propuestas de cómo investigar y trabajar el RII en el aula de clases con el objeto de integrar y dar sentido a las ideas estadísticas, así como de desarrollar un acercamiento temprano a la Estadística Inferencial por parte de los estudiantes.

De acuerdo con Zieffler, Garfield, DelMas y Reading (2008), el RII se define como "la forma en la cual los estudiantes usan su conocimiento estadístico informal para plantear argumentos que apoyen inferencias sobre poblaciones desconocidas basándose en muestras observadas" (p.44), en donde el conocimiento estadístico informal es aquel conocimiento informal que poseen los estudiantes previamente a su contacto con la Estadística Inferencial.

Dada la relevancia que tienen los resultados y propuestas de las investigaciones del RII en la Educación Estadística, tanto para llevar al aula como para sentar las bases o precedentes para futuros estudios, es necesario conocer el estado actual y su desarrollo en la investigación. En este sentido, presentamos los resultados de una Revisión Sistemática de la Literatura (SLR, por sus siglas en inglés) sobre RII.

1.2 Acerca de la revisión de literatura

La SLR es una forma de estudio secundario que utiliza una metodología bien definida para identificar, analizar e interpretar todas las evidencias relacionadas con una pregunta de investigación, de manera imparcial y hasta cierto punto repetible (Kitchenham y Charters, 2007).

Para complementar la SLR se utiliza la técnica de mapeo sistemático, la cual se caracteriza por ofrecer una amplia revisión de estudios primarios de un tema específico, con el objetivo de identificar las evidencias que hay disponibles sobre él (Kitchenham y Charters, 2007); en este estudio, el RII. Para ello realizamos búsquedas automáticas en las siguientes bases de datos electrónicas: MathEduc (zentralblatt-math), Web of Science (WoS), Scopus y, adicionalmente, buscamos en el Statistics Education Research Journal (SERJ) de forma manual. La incorporación de la última revista se consideró por su relevancia en el campo de la enseñanza de la estadística y porque sólo hasta tiempos muy recientes (2013) se incorporó a las bases de datos electrónicas (Scopus).

A diferencia de una revisión bibliográfica, la SLR pretende vislumbrar el desarrollo de la investigación, en este estudio en particular, sobre RII, enfocándose en el énfasis, el contexto y la metodología de las investigaciones actuales; así como en los autores y artículos más citados. Ofrece un panorama general sobre la investigación, no uno particular y, al basarse en criterios automatizados para la búsqueda, pretende ser un tanto imparcial y reproducible.

1.3 Metodología

Este estudio se realizó bajo las orientaciones propuestas por Kitchenham y Charters (2007) para llevar a cabo una SLR. Este trabajo comprendió tres fases: planeación, proceso y reporte de resultados. En la fase de planeación se realizó un protocolo para la revisión de literatura, en el cual se establece la interacción que deben tener los investigadores, se define el procedimiento para realizar la revisión, se formulan las preguntas de investigación, así como las estrategias de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión, la recopilación de datos y el análisis. En la segunda fase, el proceso se enfocó a la ejecución del protocolo de revisión. Finalmente, en la tercera fase, reporte de resultados, se elaboró un informe final.

Pregunta de investigación

La pregunta de investigación es *¿Cómo se ha desarrollado la investigación en RII?* De ella subyacen cuatro preguntas específicas (PE), que recogen, organizan y presentan información relevante sobre el desarrollo de la investigación en RII.

PE1: ¿A qué se le ha dado énfasis?

PE2: ¿Cuál es la metodología que siguen?

PE3: ¿Cuál es el contexto en el que se desarrollan?

PE4: ¿Cuáles son los autores y artículos más citados?

Bases de datos y estrategias de búsqueda

Se realizó la búsqueda de estudios primarios en el SERJ y en las bases de datos electrónicas MathEduc, WoS y Scopus. Inicialmente, se consideraron las palabras clave "inferencia estadística" y "razonamiento inferencial" para la búsqueda en las bases de datos electrónicas; después, se realizaron algunos pilotajes adaptando las palabras de búsqueda de acuerdo a las especificaciones de cada base de datos. Para almacenar y analizar la información recopilada, ésta se organizó en una hoja de Excel. A continuación, se muestran las especificaciones de las búsquedas:

- MathEduc
 1. ut: statistical inference & ut: inferential reasoning
 2. ti: inferential & ut: statisticsPeriodo de tiempo: 2010-2018
Tipo de documento: Journal, libro y artículo
Definición de los operadores:
 - ut: term, kw, keyword
 - ti: title
 - &: and

- Web of Science (WoS)

TS = (statis* AND reas* NEAR infer*)

Redefinida por las categorías de WoS: (education educational research or psychology experimental or mathematics applied or social sciences interdisciplinary or social sciences mathematical methods or multidisciplinary sciences)

Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI

Periodo de tiempo: 2010-2018

Definición de los operadores:

AND: y

NEAR: cerca de

- Scopus

TITLE-ABS-KEY(informal AND inferen*) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"SOCI"))

Redefinida por revistas: (EXACTSRCTITLE) Educational Studies In Mathematics OR Mathematical Thinking And Learning OR Statistics Education Research Journal OR Teaching Statistics OR Journal Of Adolescent And Adult Literacy OR Child Development OR Cognition OR Informal Learning Perspectives Challenges And Opportunities OR Journal Of Science Teacher Education OR Journal Of Statistics Education OR Teaching And Learning Of Statistics International Perspectives OR Zdm International Journal On Mathematics Education OR Bolema Mathematics Education Bulletin OR Handbook Of Research On Educational Communications And Technology Fourth Edition

Definición de los operadores:

TITLE: título

ABS: abstract

KEY: palabras clave

AND: y

OR: o

LIMIT-TO: limitado a

SUBJAREA: sub-área

EXACTSRCTITLE: título exacto

Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios primarios que se encontraron durante la búsqueda se evaluaron de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión (ver Tabla 1.1) en el título, palabras claves y resumen. Como resultado se excluyeron aquellas publicaciones que no estaban vinculadas con el tema de investigación en que se enfoca el presente estudio. En esta SLR, se identificaron los documentos que abordan el RII desde 2010 a junio de 2018, así como estudios previos que se consideran íconos dentro de la Educación Estadística.

Tabla 1.1: Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Tipo de publicación: capítulo de libro y artículo	Tipo de publicación: editorial
Razonamiento Inferencial Informal (RII)	Pertenece a otra área (e.g. medicina, sociología, biología, química, antropología)
Inferencia Estadística Informal (ISI)	Dentro de Educación Estadística, pero con una temática diferente a RII o ISI

Recolección de datos y análisis de datos

Se recuperaron los siguientes datos de los estudios primarios seleccionados: la base de datos electrónica de donde se obtuvieron, el año de publicación, título, autor(es), el resumen y el número de citas. Posteriormente, se procedió a analizar los datos para obtener información (énfasis, metodología y contexto) que nos ayude a responder las preguntas específicas declaradas en el apartado 3.1.

El *énfasis de la investigación* se refiere a los tópicos sobre los cuáles los investigadores proponen desarrollar el RII. De manera sucinta, hemos agrupado los diversos tópicos, de acuerdo a los aspectos comunes, en categorías, partiendo de la clasificación de Park (2013). En la Tabla 1.2 se presentan las categorías que emergen del análisis de los datos sobre el énfasis del estudio.

Tabla 1.2: Énfasis de la investigación

Código	Categoría	Tópicos
E01	Muestreo	Muestreo, muestra y tamaño de la muestra
E02	Modelación	Modelo, modelo de probabilidad y modelación
E03	Contexto	Contexto
E04	Gráficos	Bloplots
E05	Distribuciones	Distribución muestral a través de la noción de distribución y de la binomial
E06	Software dinámico	TinkerPlots, software, simulación
E07	Variabilidad	Variabilidad, incertidumbre y aleatoriedad en el muestreo
E08	Pruebas	Prueba de hipótesis, prueba t, intervalos de confianza, correlación y regresión lineal, análisis de varianza y contraste de hipótesis
E09	Medidas estadísticas	Medidas de tendencia central
E10	Análisis de datos	Análisis de datos, datos, recolección de datos y manejo de los datos
E11	Incertidumbre	Incertidumbre de una decisión
E12	Variabilidad del muestreo	Variabilidad del muestreo
E13	Probabilidad	Variable aleatoria, variable estadística, probabilidad teórica y probabilidad experimental
E14	Integración	Integra varias categorías

Otro aspecto de interés fue el tipo de *metodología de la investigación* que se utiliza en cada uno de los estudios analizados. En la Tabla 1.3 se presentan las categorías consideradas del análisis de los datos sobre el método del estudio, éstas fueron tomadas de Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014).

Tabla 1.3: Metodología de la investigación

Código	Categoría
M01	Cualitativo, no experimental, transaccional, descriptivo
M02	Cualitativo, no experimental, transaccional, exploratorio
M03	Mixto, no experimental, longitudinal, diseño de análisis evolutivo

El *contexto de la investigación* describe tres aspectos primordiales: 1) el nivel educativo donde se realizó el estudio (primaria, secundaria, medio superior, pregrado, postgrado); 2) los participantes que fueron sujetos de observación del estudio (estudiantes, profesores en formación, profesores en servicio y ciudadanos); y las personas a quienes van dirigidos los resultados de la investigación (profesores o

investigadores). En la Tabla 1.4 se muestran las categorías consideradas sobre el contexto del estudio.

Tabla 1.4: Contexto de la investigación

Código	Nivel educativo	Código	Participantes	Código	Dirigido
CN01	Primaria (6-12 años)	CP01	Estudiantes	CD01	Investigadores
CN02	Secundaria (12-15 años)	CP02	Profesores en formación	CD02	Profesores
CN03	Medio superior (15-18 años)	CP03	Profesores en servicio		
CN04	Superior	CP04	Ciudadanos		
CN05	Postgrado				

Con respecto a los *estudios primarios* y a los *autores más citados*, el análisis se realiza por base de datos (WoS, Scopus, MathEduc, SERJ), enfocándonos a los que ocupan los primeros diez lugares. En el caso de los estudios primarios que se obtuvieron de MathEduc y SERJ, se realizó la búsqueda de número de citas por medio de Researchgate, debido a que la base de datos MathEduc no proporciona esta información y la revista SERJ se añadió a Scopus en el 2013, así que no se cuentan con índices previos. La intención de este estudio no es realizar comparaciones entre los números de citas de las diferentes bases, ya que no son equiparables; sin embargo, dan indicios del impacto que tienen estas publicaciones.

1.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las referencias obtenidas por la SLR para dar respuesta a las cuatro preguntas específicas (PE) que guiaron la pesquisa, enfocándonos en el énfasis, el contexto y la metodología de los estudios primarios, así como en los autores y artículos más citados, para brindar un panorama general del desarrollo de la investigación en RII.

Bajo los criterios de inclusión y exclusión declarados, y con la cadena de búsqueda de las diferentes bases, se encontraron 57 artículos que han tocado el tema de RII del año 2010 a julio de 2018. Su referencia junto con la clave que se les asignó, en orden cronológico, se encuentra en el Anexo 1.

PE1: ¿A qué se le ha dado énfasis?

Uno de los aspectos importantes que se destaca en la SLR es el énfasis en el que se han enfocado las investigaciones en RII. Al analizar y clasificar los estudios primarios con las categorías que se presentan en la Tabla 2, encontramos que las pesquisas han puesto más énfasis en el tópico E08, pruebas (8/57), y E02, modelación (6/57), de manera exclusiva; así como en el E14 (11/57), en el que se incluyen investigaciones que no se enfocan en una categoría, sino que parten de una integración de varias de ellas. Por otro lado, el uso de software dinámico, E06 (11/57), también se encuentra presente en las investigaciones, aunque generalmente acompañando de alguna otra categoría. En la Tabla 1.5 se detalla esta clasificación.

Tabla 1.5: Énfasis de la investigación

Énfasis	Estudio primario	Énfasis	Estudio primario
E14	EP04, EP06, EP10, EP11, EP12, EP15, EP16, EP23, EP30, EP32, EP56	E06	EP09
E08	EP05, EP13, EP14, EP24, EP28, EP36, EP38, EP45	E09	EP33
E02	EP27, EP49, EP50, EP52, EP53, EP55	E11	EP47
E01	EP08, EP34, EP43	E01-E05	EP35
E10	EP01, EP44, EP46	E01-E07	EP41
E13	EP19, EP21, EP40	E03-E12	EP18
E02 -E06	EP03, EP29, EP42	E05-E06	EP48
E01 - E06	EP26, EP31	E06-E10	EP7
E01 - E12	EP21, EP37	E09-E10	EP54
E03 - E06	EP20, EP39	E11-E13	EP25
E03	EP17	E01-E06-E07	EP57
E04	EP02	E02-E03-E09	EP51

PE2: ¿Cuál es la metodología que siguen?

El 56.14% de los estudios analizados siguen una metodología cualitativa con un diseño no experimental, transeccional y descriptivo, M01; mientras que el 42.11%, sigue la misma metodología anterior, pero enfocada en lo exploratorio, M02. De estos últimos, en su mayoría se presentan reflexiones teóricas, propuestas de marcos de trabajo, ideas y tipos de tareas para desarrollar el RII. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014) lo anterior indica que, dentro de la Educación Estadística, el RII es un área de investigación novedosa, puesto que la mayoría de los estudios primarios únicamente ha medido o recogido información con la finalidad de describir el fenómeno y sus características. En la Tabla 1.6 se presenta la clasificación de acuerdo a tipo de metodología.

Tabla 1.6: Clasificación enfocada en la metodología de la investigación

Metodología	Estudio primario
M01	EP01, EP07, EP08, EP09, EP12, EP13, EP14, EP17, EP19, EP21, EP24, EP25, EP27, EP28, EP31, EP32, EP33, EP34, EP35, EP38, EP39, EP40, EP41, EP42, EP44, EP47, EP48, EP49, EP51, EP52, EP53, EP54
M02	EP02, EP03, EP04, EP05, EP06, EP10, EP11, EP15, EP16, EP18, EP20, EP22, EP23, EP26, EP29, EP30, EP36, EP37, EP43, EP45, EP46, EP50, EP55, EP57
M03	EP56

PE3: ¿Contexto en el que se desarrollan?

Otro aspecto de interés en la presente pesquisa es el contexto en el que se han desarrollado los estudios primarios. Al clasificar las investigaciones por nivel educativo, se destaca que un número considerable se han llevado a cabo en el nivel básico: primaria, CN01, y secundaria, CN02, 22/57 y 8/57, respectivamente. Al analizar el tipo de sujetos que participaron en los estudios, se observó que la mayoría de las investigaciones se realizaron sólo con estudiantes, CP01 (61.4%); cabe destacar que 11/57 estudios se ubicaron en la categoría ?No aplica?, ya que son propuestas de marcos de trabajo o reflexiones teóricas. Asimismo, dentro del contexto se analizó hacia quién están dirigidos los estudios: el 87.72% de las investigaciones en RII está dirigido tanto a profesores (CD01) como investigadores (CD02), mientras que los demás únicamente a investigadores. En las Tablas 1.7, 1.8 y 1.9, se presentan las clasificaciones de

los estudios primarios de acuerdo al nivel educativo, a los participantes, y a quienes están dirigidos.

Tabla 1.7: Clasificación enfocada en el nivel educativo donde se desarrolla la investigación

Nivel educativo	Estudio primario
CN01	EP01, EP07, EP08, EP11, EP12, EP14, EP16, EP17, EP23, EP25, EP27, EP33, EP34, EP39, EP40, EP46, EP48, EP49, EP50, EP52, EP54, EP55
CN02	EP9, EP15, EP18, EP20, EP21, EP22, EP29, EP51
CN03	EP2, EP24, EP26, EP32
CN04	EP19, EP28, EP35, EP38, EP53, EP56
CN01-CN02	EP31
CN01-CN02-CN03	EP44
CN01-CN02-CN03-CN04	EP4
CN02-CN03	EP3, EP41, EP47
CN03-CN04	EP13, EP36, EP42
CN04-CN05	EP45
No aplica	EP5, EP06, EP10, EP30, EP37, EP43, EP57

Tabla 1.8: Clasificación enfocada en los participantes de la investigación

Trabaja con	Estudios primarios
CP01	EP01, EP07, EP08, EP09, EP13, EP14, EP16, EP17, EP18, EP21, EP22, EP23, EP24, EP25, EP27, EP28, EP29, EP31, EP33, EP34, EP35, EP38, EP39, EP40, EP41, EP42, EP46, EP47, EP48, EP49, EP50, EP51, EP52, EP54, EP55
CP02	EP12, EP19, EP53, EP56
CP03	EP20, EP32
CP04	EP05
CP01-CP03	EP2, EP11, EP44
CP01-CP02-CP03	EP45
No aplica	EP3, EP4, EP6, EP10, EP15, EP26, EP30, EP36, EP37, EP43, EP57

Tabla 1.9: Clasificación enfocada hacia quien está dirigida la investigación

Trabaja con	Estudios primarios
CD01-CD02	EP01, EP02, EP03, EP04, EP07, EP08, EP09, EP10, EP11, EP12, EP13, EP14, EP15, EP16, EP17, EP18, EP19, EP20, EP21, EP22, EP24, EP25, EP26, EP27, EP28, EP29, EP31, EP33, EP34, EP35, EP36, EP37, EP38, EP39, EP40, EP41, EP42, EP43, EP44, EP45, EP46, EP47, EP48, EP49, EP50, EP51, EP52, EP54, EP55, EP57
CD01	EP05, EP06, EP23, EP30, EP32, EP53, EP56

PE4: ¿Cuáles son los autores y artículos más citados?

Otro punto de interés que surgió fue identificar el autor y los artículos más citados. Esto con miras a destacar el impacto que han tenido en las investigaciones en RII. En la Tabla 1.10 se presentan los autores más citados de los estudios primarios analizados en cada una de las bases de datos, que son: Dani Ben-Zvi, Arthur Bakker, Katie Makar y Maxine Pfannkuch.

Tabla 1.10: Autor más citado en WoS, Scopus y Researchgate

Lugar	WoS		Scopus		Researchgate	
	Autor	Promedio de citas/año	Artículo	No. citas	Autor	No. citas
1	Dani Ben-Zvi	4,51	Arthur Bakker	122	Katie Makar	266
2	Arthur Bakker	4,26	Dani Ben-Zvi	72	Arthur Bakker	181
3	Maxine Pfannkuch	3,88	Katie Makar	62	Dani Ben-Zvi	178
4	Katie Makar	2,78	Jan Derry	54	Andee Rubin	106
5	Chris J. Wild	2,5	Maxine Pfannkuch	45	Andrew Zieffler, Joan Garfield	75
6	Sandra R. Madden	2,25	Chris J. Wild	26	Robert C. DelMas	72
7	Adri Dierdorp	1,88	Lyn D. English	23	Allan J. Rossman	71
8	Harrie Eijkelhof	1,88	Keren Aridor-Berger	20	Maxine Pfannkuch	70
9	Jan van Maanen	1,88	Clifford Konold	18	Chris Reading	64
10	Alexander Pollatsek, Clifford Konold, Efi Paparistodemou, Ilze Ziedins, Maria Meletiou-Mavrotheris, Nicholas J. Horton, Sibel Kazak, William Finzer	1,75	Adri Dierdorp, Harrie Eijkelhof, Jan van Maanen, Sandra R. Madden	17	Efi Paparistodemou, Maria Meletiou-Mavrotheris	54

El detalle de los diez estudios primarios que tienen un mayor promedio de citas o número de citas, según sea el caso, se encuentran en la Tabla 1.11. Los artículos más citados por base de datos son: en WoS, *The reasoning behind informal statistical inference* (EP16), de Makar, Bakker y Ben-Zvi; en Scopus, *Lessons from inferentialism for statistics education* (EP23), de Bakker y Derry; y en Researchgate, *A framework for thinking about informal statistical inference* (EP11), de Makar y Rubin.

Tabla 1.11: Artículo más citado en WoS, Scopus y Researchgate

Lugar	WoS		Scopus		Researchgate	
	Artículo	Promedio de citas por año	Artículo	No. citas	Artículo	No. citas
1	EP16	2,38	EP23	54	EP11	106
2	EP24	1,88	EP16	27	EP04	64
3	EP22, EP34	1,75	EP27	21	EP16	62
4	EP18	1,38	EP18	19	EP03	51
5	EP17	1,13	EP24	17	EP25	41
6	EP37, EP55	1	EP25	16	EP17, EP08	40
7	EP41	0,75	EP17	13	EP12	34
8	EP20	0,5	EP21	12	EP18	32
9	EP33	0,4	EP22	10	EP24	31
10	EP40	0,33	EP43, EP44	8	EP34, EP09	28

1.5 Reflexiones finales

El análisis de las investigaciones mostradas en el anexo, producto de una Revisión Sistemática de la Literatura, deja evidencia cómo se ha desarrollado la investigación en el Razonamiento Inferencial Informal. Se identificaron 57 estudios primarios que permiten vislumbrar el desarrollo que ha tenido el RII desde 2010 hasta la actualidad; se identificó, organizó y clasificó la información que se obtuvo mediante la búsqueda automatizada en las bases de datos WoS, Scopus y MathEduc y, de forma manual en el SERJ; para poder dar respuesta a nuestra pregunta de investigación.

El orden cronológico que se empleó en la clave de los artículos encontrados permitió evidenciar que, en los inicios del RII, la temática de los estudios vertía principalmente sobre reflexiones teóricas y propuestas del tipo de tareas que permitieran su desarrollo en el estudiante, enfocados en categorías como: análisis de datos, gráficos, contexto, pruebas e integración de conceptos y/o ideas estadísticas. Actualmente, las investigaciones tienen mayor énfasis en la modelación y el uso de software dinámico; éste último acompañado de categorías como muestreo, contexto, y la modelación misma. Cabe destacar que, independientemente de que el énfasis de las investigaciones haya cambiado, se siguen desarrollando estudios donde se realizan reflexiones teóricas, aunque en menor proporción, y proponiendo marcos de trabajo derivados de sus resultados de investigación. Lo que es bastante coherente con los diseños metodológicos que se siguen en casi todas las investigaciones: experimental y descriptivo.

Particularmente, los estudios primarios EP16, EP23 y EP11 (artículos más citados en WoS, Scopus y Researchgate, respectivamente) presentan un diseño metodológico exploratorio, en el cual cada uno reporta una propuesta de marco de trabajo para desarrollar el RII; todos con énfasis en la categoría de integración (E14).

Por otro lado, aunque a lo largo del desarrollo del RII en su mayoría se ha trabajado con estudiantes, en los últimos tres años se detectó un incremento en las publicaciones que tienen como sujetos de estudio a profesores (en formación y en servicio) dirigidas principalmente a investigadores y profesores. Aunque esta SLR se encuentra limitada por las palabras clave utilizadas en la búsqueda, las bases de datos incluidas y el periodo de tiempo en que fueron publicados los estudios primarios, el mapeo es una de las metodologías con mayor confiabilidad cuando se busca una visión general del desarrollo de la investigación en un área (Cooper, 2016). El proceso de selección fue lo más riguroso posible y se realizó en dos etapas, donde los estudios primarios dudosos fueron evaluados más profundamente para ser aceptados o rechazados en una segunda etapa. El presente estudio brinda información útil sobre la identificación de temas y desafíos relevantes en la investigación en RII.

Bibliografía

- [1] Bakker, A. y Gravemeijer, K. P. (2004). Learning to reason about distribution. En *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 147-168). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [2] Carver, R. (2006). Ambiguity intolerance: An impediment to inferential reasoning. En *ASA Section on Statistical Education*, (pp. 2248-2245).
- [3] Cooper, D. (2016). What is a mapping study? *Journal of the Medical Library Association*, 104(1), 76-78.
- [4] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- [5] Kitchenham, B. y Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Keele University and Durham University Joint Report.
- [6] 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.
- [7] Watson, J. M. (2004). Developing reasoning about samples. En *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 277-294). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [8] Zieffler, A., Garfield, J. B., DelMas, R. y Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.

Referencias de los artículos obtenidos por la SLR

Código	Artículo
EP01	Watson, J. M. y Callingham, R. A. (1997). Data cards: An introduction to higher order processes in data handling. <i>Teaching Statistics</i> , 19, 12-16.
EP02	Pfannkuch, M. (2006). Informal inferential reasoning. En A. Rossman & B. Chance (Eds.), <i>Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics</i> . Salvador, Bahia, Brazil: International Statistical Institute and International Association for Statistical Education.
EP03	Rossman, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 5-19.
EP04	Zieffler, A., Garfield, J. B., DelMas, R. y Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 40-58.
EP05	Bakker, A., Kent, P., Derry, J., Noss, R. y Hoyles, C. (2008). Statistical inference at work: <i>Statistical process control as an example</i> . <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 130-145.
EP06	Beyth-Marom, R., Fidler, F. y Cumming, G. (2008). Statistical cognition: towards evidence-base practice in statistics and statistics education. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 20-39.
EP07	Papastodou, E. y Meletiou-Mavrotheris, M. (2008). Developing young students' informal inference skills in data analysis. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 83-106.
EP08	Pratt, D., Johnston-Wilder, P., Ainley, J. y Mason, J. (2008). Local and global thinking in statistical inference. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 107-129.
EP09	Watson, J. M. (2008). Exploring beginning inference with novice grade 7 students. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 7(2), 59-82.
EP10	Reading, C. (2009). Cognitive development of informal inferential reasoning. <i>57th Session of the International Statistical Institute</i> , Durban South Africa.
EP11	Makar, K. y Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 8(1), 82-105.
EP12	Leavy, A. M. (2010). The challenge of preparing preservice teachers to teach informal inferential reasoning. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 9(1), 46-67.
EP13	Weinberg, A., Wiesner, E. y Pfaff, T. J. (2010). Using informal inferential reasoning to develop formal concepts: Analyzing an Activity. <i>Journal of Statistics Education</i> , 18(2), 1-24.
EP14	Stohl Lee, H., Angotti, R. L. y Tarr, J. E. (2010). Making comparisons between observed data and expected outcomes: student's informal hypothesis testing with probability simulation tools. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 9(1), 68-96.
EP15	Harradine, A., Batanero, C. y Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. In <i>Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education</i> (pp. 235-246). Springer, Dordrecht.
EP16	Makar, K., Bakker, A. y Ben-Zvi, D. (2011). The reasoning behind informal statistical inference. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 152-173.
EP17	Gil, E. y Ben-Zvi, D. (2011). Explanations and context in the emergence of students' informal inferential reasoning. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 87-108.
EP18	Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 27-46.
EP19	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. <i>Bolema, Rio Claro (SP)</i> , 24 (39), 431-449.
EP20	Madden, S. R. (2011). Statistically, technologically, and contextually provocative tasks: Supporting teachers' informal inferential reasoning. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 109-131.
EP21	Arnold, P., Pfannkuch, M., Wild, C. J., Regan, M. y Budgett, S. (2011). Enhancing students' inferential reasoning: from hands-on to "movies". <i>Journal of Statistics Education</i> , 19(2).

EP22	Konold, C., Madden, S., Pollatsek, A., Pfannkuch, M., Wild, C., Ziedins, I., Finzer, W., Horton, N.J. y Kazak, S. (2011). Conceptual challenges in coordinating theoretical and data-centered estimates of probability. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 68-86.
EP23	Bakker, A. y Derry, J. (2011). Lessons from inferentialism for statistics education. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 5-26.
EP24	Dierdorp, A., Bakker, A., Eijkelhof, H. y van Maanen, J. (2011). Authentic practices as contexts for learning to draw inferences beyond correlated data. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 13(1-2), 132-151.
EP25	Ben-Zvi, D., Aridor, K., Makar, K. & Bakker, A. (2012). Students' emergent articulations of uncertainty while making informal statistical inferences. <i>ZDM</i> , 44(7), 913-925.
EP26	Watson, J. y Chance, B. (2012). building intuitions about statistical inference based on resampling. <i>Australian Senior Mathematics Journal</i> , 26(1), 6-18.
EP27	English, L. D. (2012). Data modelling with first-grade students. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 81(1), 15-30.
EP28	Trumppower, D. L. (2013). Formative use of intuitive analysis of variance. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 15(4), 291-313.
EP29	Prodromou, T. (2013). Informal inferential reasoning using a modelling approach within a computer-based simulation. En <i>Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education</i> , 4, 57-64.
EP30	Park, J. (2013). Designing an Assessment to Measure Students Inferential Reasoning in Statistics: The First Study, Development of a Test Blueprint. <i>Research in Mathematical Education</i> , 17(4), 243-266.
EP31	Watson, J. M. (2012). Resampling with TinkerPlots. <i>Teaching Statistics: an international journal for teachers</i> , 35(1), 32-36.
EP32	Duarte, J. A. J. y Cazares, S. I. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de Matemáticas de bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. <i>Perfiles educativos</i> , 36(146), 14-29.
EP33	Makar, K. (2014). Young children's explorations of average through informal inferential reasoning. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 86(1), 61-78.
EP34	Meletiou-Mavrotheris, M. y Paparistodemou, E. (2015). Developing students' reasoning about samples and sampling in the context of informal inferences. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 385-404.
EP35	Noll, J., & Hancock, S. (2015). Proper and paradigmatic metonymy as a lens for characterizing student conceptions of distributions and sampling. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 361-383
EP36	Batanero, C. y Díaz, C. (2015). Aproximación informal al contraste de hipótesis. <i>Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria</i> , 2, 207-214.
EP37	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. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 327-342.
EP38	Trumppower, D. L. (2015). Aspects of first year statistics students' reasoning when performing intuitive analysis of variance: effects of within-and between-group variability. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(1), 115-136.
EP39	Ben-Zvi, D. y Aridor-Berger, K. (2016). Children's wonder how to wander between data and context. En <i>The Teaching and Learning of Statistics</i> (pp. 25-36). Springer, Cham.
EP40	Hourigan, M. y Leavy, A. (2016). What do the stats tell us? Engaging elementary children in probabilistic reasoning based on data analysis. <i>Teaching Statistics</i> , 38(1), 8-15.
EP41	Pfannkuch, M., Arnold, P. y Wild, C. J. (2015). What I see is not quite the way it really is: Students' emergent reasoning about sampling variability. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 343-360.
EP42	Noll, J., Gebresenbet, M. y Glover, E. D. (2016). A modeling and simulation approach to informal inference: Successes and challenges. En <i>The teaching and learning of statistics</i> (pp. 139-150). Springer, Cham.
EP43	Ben-Zvi, D., Bakker, A. y Makar, K. (2015). Learning to reason from samples. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 291-303.

EP44	Konold, C., Higgins, T., Russell, S. J. y Khalil, K. (2015). Data seen through different lenses. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 88(3), 305-325.
EP45	Dolor, J. y Noll, J. (2015). Using guided reinvention to develop teachers' understanding of hypothesis testing concepts. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 14(1), 60-89.
EP46	Makar, K. (2016). Developing young children's emergent inferential practices in statistics. <i>Mathematical Thinking and Learning</i> , 18(1), 1-24.
EP47	Henriques, A. y Oliveira, H. (2016). Students' expressions of uncertainty in making informal inference when engaged in a statistical investigation using Tinkerplots. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 15(2), 62-80.
EP48	Kazak, S., Fujita, T. y Wegerif, R. (2016). Students' informal inference about the binomial distribution of "bunny hops": A dialogic perspective. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 15(2), 46-61.
EP49	Aridor, K. y Ben-Zvi, D. (2017). The Co-Emergence of Aggregate and Modelling Reasoning. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(2), 38-63.
EP50	Braham, H. y Ben-Zvi, D. (2017). Students' emergent articulations of statistical models and modeling in making informal statistical inferences. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(2), 116-143.
EP51	Büscher, C. y Schnell, S. (2017). Students' emergent modelling of statistical measures ? A case study. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(2), 144-162.
EP52	Doerr, H. M., Delmas, R. y Makar, K. (2017). A modeling approach to the development of students' informal inferential reasoning. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(2), 86-115.
EP53	Kazak, S. y Pratt, D. (2017). Pre-service mathematics teachers' use of probability models in making informal inferences about a chance game. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(2), 287-304.
EP54	Watson, J. y English, L. (2017). Reaction time in Grade 5: Data collection within the Practice of Statistics. <i>Statistics Education Research Journal</i> , 16(1), 262-293.
EP55	English, L. D. y Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. <i>ZDM</i> , 50(1-2), 103-115.
EP56	de Vetten, A., Schoonenboom, J., Keijzer, R., & van Oers, B. (2018). The development of informal statistical inference content knowledge of pre-service primary school teachers during a teacher college intervention. <i>Educational Studies in Mathematics</i> , 99, 217-234.
EP57	Dinov, I. D., Palanimalai, S., Khare, A., & Christou, N. (2018). Randomization-based statistical inference: A resampling and simulation infrastructure. <i>Teaching Statistics</i> , 40(2), 64-73.