



POSGRADO
en línea de
MATEMÁTICA
EDUCATIVA

AVANCES EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

TEORÍAS Y ENFOQUES

N.º 3

ALEJANDRO MIGUEL ROSAS MENDOZA



Lectorum

Una Revisión Alrededor De Inferencia Informal

Nicolás Sánchez, María Guadalupe Tobías Lara, Blanca Ruiz Hernández
nicolas1983@gmail.com, mgtl@itesm.mx, bruiz@itesm.mx,
CICATA-IPN, Tecnológico de Monterrey, Tecnológico de Monterrey

Resumen

Este trabajo se enmarca dentro de la línea de didáctica de la estadística. Se parte de la necesidad de encontrar elementos que permitan fomentar un razonamiento estadístico en la enseñanza formal y relacionar con conceptos que son tratados de manera aislada. De esta forma se posibilita la pertinencia de situar la inferencia desde una perspectiva informal e intuitiva. Se discuten enfoques alternativos de inferencia que han sido desarrollados por diversos autores que permiten responder cuestiones surgidas en el desarrollo de este marco. Se presentan a modo de ejemplo algunas actividades que han sido implementadas y evaluadas en diversos cursos para desarrollar ideas de inferencia informal. Finalmente se discute la relevancia de la inferencia informal para la construcción de mecanismos formales de inferencia.

Palabras clave: razonamiento estadístico, inferencia informal, análisis de datos.

Introducción

A finales del siglo XX se puso de manifiesto la necesidad de fomentar el razonamiento estadístico en la enseñanza escolarizada para contrastar la enseñanza de conceptos aislados. Wild y Pfannkuch (1999) propusieron un marco en el que desglosaron el pensamiento estadístico como un ente complejo de conceptos interrelacionados entre sí que se veían influidos por varias formas de razonamientos. Esto sólo fue el inicio para dar lugar, en la primera década del segundo milenio, a una propuesta didáctica que pretendía fomentar razonamiento estadístico en los estudiantes desde la introducción de estadística descriptiva.

Una de las propuestas que la investigación en didáctica de la estadística ha abalado más fuertemente es la introducción del razonamiento sobre inferencia

informal como una forma de dar sentido a los conceptos previos a inferencia y preparar al estudiante para el razonamiento de inferencia formal. También se ha sugerido que introducir actividades de inferencia informal en etapas tempranas de un curso introductorio establece las bases para el razonamiento de inferencia (Garfield, Zieffler y Ben-Zvi, 2014). A este respecto Makar y Rubin (2009) mencionan que:

“aunque la enseñanza de inferencia informal soporta el entendimiento conceptual de procesos de inferencia formal que se verán posteriormente, el objetivo no es necesariamente preparar al estudiante para hacer inferencia estadística formal. Nosotros vemos el potencial de la inferencia informal en profundizar la comprensión en los estudiantes sobre el propósito y utilidad de los datos más generalmente con directa aplicabilidad a construir significado de su mundo” (p. 85).

Makar (2013) menciona que la inferencia informal puede ayudar a los estudiantes a apreciar la utilidad de la estadística en su vida diaria y su futura vida profesional. Así, desarrollar razonamiento de inferencia informal tiene un doble objetivo, a corto y a largo plazo. De manera tal que un estudiante le ve sentido al conocimiento en su momento a la vez que se le da la oportunidad de retomarlo en futuros cursos.

El propósito de este escrito es dar a conocer aquellos componentes esenciales para desarrollar un razonamiento inferencial informal. Esto permitirá sentar bases para exponer algunos marcos referenciales que explican aspectos teóricos de la inferencia informal y tomar en cuenta las dificultades que ha dado origen a dichos marcos. Se finaliza el trabajo con la presentación de actividades desarrolladas en algunas investigaciones y sus respectivas recomendaciones, para concluir con algunas recomendaciones generales al respecto.

INFERENCIA INFORMAL Y RAZONAMIENTO INFERENCIAL INFORMAL, ¿QUÉ SON?

Primeramente, es importante conocer que se entiende por inferencia informal y por razonamiento de inferencia informal.

2.1. Inferencia Informal

Dado su énfasis, la inferencia informal está vinculada con un carácter discursivo. Ben-Zvi (2006) plantea que las inferencias informales se relacionan con las actividades argumentativas. Así mismo, la extrapolación de conclusiones tomadas de los datos, ya sea, de manera formal o informal está acompañada por la necesidad de proporcionar argumentos convincentes basados en el análisis de datos. Al respecto Pfannkuch (2006) describe la inferencia informal como la obtención de conclusiones a partir de datos obtenidos al observar, comparar y razonar a partir de las distribuciones de los datos. Para Rossman (2008) la inferencia informal es considerada como el elemento fundamental de la inferencia, pues permite ir más allá de los datos, además propone que la inferencia se debe basar en un modelo de probabilidad específico.

2.2. Razonamiento De Inferencia Informal

No existe una definición única de razonamiento de inferencia informal. Distintos investigadores la han abordado y cada uno de ellos ha dado su propia perspectiva.

Pfannkuch (2006), conceptualiza el razonamiento de inferencia informal como la habilidad de interconectar ideas de distribución, muestreo y centro dentro de un ciclo empírico de razonamiento. Para Ben-Zvi, Gil y Appel (2007) este tipo de razonamiento se asocia a las actividades cognitivas involucradas al hacer informalmente inferencias con datos de muestras acerca de un universo más grande o población, considerando las limitaciones y fortalezas del muestreo. En la misma idea de la argumentación Zieffler, Garfield, Delmas y Reading (2008) plantean que el razonamiento de inferencia informal es la forma en que los estudiantes usan su conocimiento informal para elaborar argumentos que sustenten estas inferencias acerca de poblaciones desconocidas basadas en muestras observadas. Ellos ven al razonamiento de inferencia informal como un proceso que incluye:

- El razonamiento acerca de las características de una población basada en una muestra (forma, medidas de centralización, etc).
- El razonamiento acerca de las posibles diferencias entre dos poblaciones basadas en las diferencias entre dos muestras.
- El razonamiento acerca de lo probable o sorpresiva que puede ser una muestra, considerando una esperanza particular o enunciado dado.

Asociar el razonamiento informal a situaciones contextualizadas cobra relevancia al implementar propuestas de aprendizaje en las que se enfatiza el análisis de datos. Al respecto Pfannkuch (2005) menciona que se debe relacionar el razonamiento de inferencia informal con el planteamiento de situaciones que obliguen al alumno a razonar informalmente. Esta idea la complementa Rubin, Hammerman y Konold (2006) al relacionar el razonamiento de inferencia informal con el razonamiento sobre ideas y sus relaciones (centro, variabilidad, tamaño de muestra y sesgo).

Todos ellos coinciden en que el razonamiento informal favorece la vinculación profunda de los conceptos estadísticos y de éstos con el mundo que los rodea.

Marcos teóricos sobre razonamiento de inferencia informal

En la literatura existen varios marcos para estudiar el razonamiento de inferencia informal. Uno de estos marcos es el planteado por Zieffler et al. (2008), quienes proponen analizar tres componentes del razonamiento de inferencia informal:

- i. los juicios, afirmaciones o predicciones basados en muestras sin usar procedimientos formales,
- ii. la forma en que se integran los conocimientos previos disponibles y,
- iii. la articulación de los argumentos para mostrar la evidencia para hacer juicios, afirmaciones o predicciones.

Por su parte Makkar y Rubin (2009) consideran la inferencia informal como proceso para aprender estadística. Este marco surge a la luz de trabajos en enseñanza primaria. Se distinguen tres componentes clave: (i) generalizar o predecir al observar más allá de los datos, (ii) el uso de los datos como evidencia y, (iii) emplear un lenguaje probabilístico al describir generalizaciones, incluyendo ideas informales en el grado de certeza de las conclusiones propuestas.

Estos componentes surgen al considerar algunos elementos claves que debiesen ser incluidos al realizar un razonamiento de inferencia informal:

- La noción de incertidumbre y variabilidad articulada a través del lenguaje
- La dependencia en el concepto de agregado (opuesto a puntos individuales) a través del uso de generalizaciones acerca del grupo
- El reconocimiento de un mecanismo o tendencia que se extienda más allá de los datos y,
- La evidencia para razonar, la que debe estar basada en el uso de los datos.

Años más tarde, Makar y Rubin (2014) retoman los tres componentes de su marco original para revisar investigaciones sobre razonamiento de inferencia informal, extendiendo al nivel secundario y superior. De estas revisiones se hace hincapié en inducir en niños, desde edades tempranas, a realizar inferencias informales y poder hacer predicciones y que se requieren más investigaciones para cimentar una base sólida para implementar desarrollar a nivel curricular.

La creencia de Pfannkuch (citada en Wild, Pfannkuch, Regar y Horton, 2010) de que la falta de apreciación de variabilidad del muestreo por parte de los estudiantes limita su razonamiento de inferencia informal ha motivado el trabajo con aplicaciones en páginas Web, simulaciones y remuestreo, con el fin de concientizar a los estudiantes sobre la variabilidad presente en el muestreo y el efecto que tiene el tamaño de la muestra en esta variabilidad.

El marco taxonómico el modelo SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) también permite analizar el razonamiento de inferencia informal, por ejemplo, los estudios de Nor y Idris (2010), Vallecillos y Verdejo (2003) e Insunza (2013) utilizan este modelo en una investigación sobre la comparación de dos diagramas de caja o sobre el contraste de hipótesis. Gil y Ben-Zvi (2011) caracterizan y clasifican el tipo de explicaciones en varios tipos: descriptiva, abductiva, razonable y resolución de conflicto. También dentro de los marcos que conceptualizan el razonamiento de inferencia informal se ha investigado la influencia del contexto al realizar inferencias en base a los datos (Makar, Bakker y Ben-Zvi 2011; Pfannkuch, 2011).

El desarrollo de este marco de trabajo, enfatiza elementos sustanciales a considerar como la importancia del contexto, la argumentación en las conclusiones, la variabilidad de la muestra, la incorporación de simulación, etc.

Dificultades en el razonamiento de inferencia informal

Variadas investigaciones sobre razonamiento de inferencia informal tienen su justificación en las dificultades encontradas en el tratamiento de la inferencia formal. En muchos casos, esto se debe a que en los cursos escolares se enfatiza poco en la incorporación de razonamientos alrededor de la variabilidad de la muestra, diferenciación entre distribución de la muestra y muestral y a que se obtienen conclusiones sin considerar el contexto de donde se extraen los datos.

En un proyecto estadístico, Li y Shen (1992) muestran ejemplos de elección incorrecta del tipo de gráfico realizados por los estudiantes de secundaria. Algunos alumnos utilizaron un polígono de frecuencias con variables cualitativas, o un diagrama de barras horizontal para representar la evolución del índice de producción industrial a lo largo de una serie de años.

Años más tarde Vallecillos y Batanero (1997a) investigaron sobre las concepciones y errores que los alumnos encuentran al aprender contrastes de hipótesis. Una de sus conclusiones fue que los errores sobre el nivel de

significancia están asociados a otros errores de conceptos relacionados con éste. Siguiendo esta misma línea, Batanero (2000) revisó la lógica de los contrastes de hipótesis y los errores frecuentes en los conceptos básicos, como nivel de significancia al ver la condicionalidad en su cálculo, concepción de las hipótesis, dada la tendencia en que los estudiantes a confundir la hipótesis de investigación con la hipótesis estadística, o confundir también hipótesis nula con hipótesis alternativa.

En García-Ríos (2013) se encontró que algunos errores cometidos por estudiantes radican principalmente en la imposibilidad que tiene de medir la significatividad del estadístico de la muestra adecuadamente. Esto se debe a dos posibles causas: i) a un razonamiento determinista, al momento de especificar cuándo rechazar o no la hipótesis, en el sentido de que el estadístico debe coincidir exactamente con el modelo de la población personal y b) al comparar el estadístico con un modelo probabilístico inapropiado de la población, creado por el estudiante con base en sus conocimientos.

Dentro de las causas que dificultan un razonamiento inferencial informal aparece la falta de experiencias con eventos estocásticos, los cuales forman la base de la inferencia estadística (Pfannkuch, 2005). También, otras razones que dan cuenta de las dificultades al razonar inferencialmente son: la lógica de la inferencia estadística, intolerancia de los estudiantes a la ambigüedad, y su incapacidad para reconocer la estructura subyacente de un problema. Lo anterior se debe principalmente a que la amplia mayoría de cursos estadísticos de la enseñanza formal se dedican al adiestramiento de los alumnos en cálculos, graficación y reglas mecánicas aisladas, carentes de significado y de contextos (García- Ríos, 2013).

Por otro lado Garfield y Ben-Zvi (2008) han sugerido que los estudiantes tienen una comprensión incompleta de los conceptos fundamentales, como la distribución, la variación, el muestreo, y las distribuciones de muestreo.

Muchos de las dificultades encontradas en el razonamiento inferencial están sujetas a las concepciones que los estudiantes tienen de dicho proceso. Al respecto Sotos, Vanhoof, Noortgate y Onghena (2007) muestran una revisión bibliográfica sobre las concepciones en inferencia estadística, las clasifican en tres: (i) distribuciones muestrales, (ii) pruebas de hipótesis e (iii) intervalos de confianza. Sobre el tema de pruebas de hipótesis, mencionan que enseñarlo es para los maestros de estadística un reto, por la persistencia y lo arraigado de esas malas interpretaciones en los estudiantes, aún después de años de entrenamiento en estadística (citan a Falk y Vallecillos).

Según Zieffler et al. (2008), las dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de inferencia estadística giran en torno a la falta de adaptación a la lógica del pensamiento estadístico, la intolerancia a la ambigüedad, la falta de habilidad para reconocer la estructura de un problema de inferencia, la comprensión incompleta que tienen de conceptos fundamentales involucrados, como la distribución, variación, muestreo y distribuciones muestrales.

Así mismo, Vallecillos (1999) recomienda que:

[para] disminuir las dificultades asociadas al aprendizaje de análisis de datos es necesario iniciar en la investigación experimental. Esta permite detectar los posibles problemas de enseñanza a todos los niveles. Sus resultados han de servir como base sólida para planificar la enseñanza y validarla científicamente con el fin de conseguir el mayor nivel de eficiencia para ella (p. 350).

A modo de resumen se rescata lo planteado por Arthur Bakker y Jan Derry en el SRTL del año 2009 mencionando:

el problema principal al que se enfrenta en el campo es la forma en que se enseña estadística, al ser tratada como conceptos aislados, tanto el uno del otro y del contexto de donde surgen los datos. Esta idea radica en que los conceptos son atomizados, lo que se contrasta con el enfoque holístico que se requiere para aprender a razonar estadísticamente (Makkar y Ben-Zvi, 2011, p. 2).

Propuestas de actividades de inferencia informal

En el desarrollo del razonamiento inferencial informal, la elaboración, implementación y evaluación de actividades debe ser rigurosa y cuidadosa. Estas actividades deben ser secuenciadas cuidadosamente a modo de poder explorar los modos de pensamiento y razonamiento que experimentan los estudiantes en proceso de análisis. Para ello se muestran algunas actividades que consideramos relevantes, con la intención de mostrar sus características, y no con esto desestimar otras que tiene igual o mayor potencial.

En Zieffler et al. (2008, citando a Bakker, 2004), se propone una tarea para estimar y desarrollar gráficos poblacionales basados en muestras con estudiantes de octavo grado. En ella se pidió a los estudiantes predecir un gráfico de pesos para una clase de 27 estudiantes y luego dibujar los gráficos durante tres clases, el cual tenía un total de 67 estudiantes, basado en pequeñas muestras aleatorias de pesos para estudiantes.

Después que se les mostró a los estudiantes los conjuntos de datos simulados por ordenador para los de 27 estudiantes y las tres clases juntos, se les pidió describir las diferencias entre sus dos gráficos y luego comparar éstos con los gráficos reales de los datos de peso. En la última parte de la actividad, se les pidió a los estudiantes que crearan gráficos para la población de todos los estudiantes en su ciudad por medio de conjuntos de puntos.

En otra investigación, Weinberg, Wiesner y Pfaff (2010) plantean una actividad en la que estudiantes investigan sobre las ganancias medias que se pueden obtener a través de un proceso de muestreo con reingreso. El propósito es determinar el punto de equilibrio en términos de lo que esperarían si se jugase repetidas veces. La manera de crear la lotería es que cada estudiante recibe una bolsa llena de ficha de bingo, donde cada color corresponde a un capital distinto de dólares. Las únicas disposiciones son que no se les permite mirar en la bolsa y que necesitan sacar fichas con reemplazo.

Algunas de las propuestas en la enseñanza de cursos introductorios son por ejemplo, la de Aliaga y Gunderson (2006), quienes plantean una estrategia radicalmente innovadora. Esta consiste en iniciar los cursos introductorios de estadística con los conceptos básicos de inferencia. Otra propuesta es la de Pannfkuch (2011) quién usa las comparaciones visuales para desarrollar el razonamiento inferencial en alumnos de cursos introductorios en universidad, se centra en distribuciones de las muestras.

Las exhortaciones que Cobb (1992) hacia a maestros de cursos introductorios sobre ayudar a desarrollar los elementos básicos de razonamiento estadístico son mencionadas en Garfield, Le, Zieffler y Ben-Zvi, (2014). Apoyando lo anterior, en GIASE Report, se recomienda que los maestros promuevan en sus estudiantes el desarrollo de pensamiento estadístico primeramente en el salón de clases haciéndoles preguntas inquisitivas sobre datos y encaminarlos a que tomen decisiones analíticas. Aunado a esto, Mckenzie y Goldman (2006) sugiere a los profesores de cursos introductorios centrarse más en los conceptos y no tanto en las definiciones, procedimientos y desarrollos computacionales.

El crear un ambiente que promueva el aprendizaje del razonamiento estadístico, se fundamenta en el enfoque constructivista del aprendizaje, unas recomendaciones para lograrlo son: centrarse en desarrollar las ideas centrales de estadística, usar datos reales y que motive a los alumnos, usar actividades en el salón que promueva el desarrollo del razonamiento estadístico, integrar el uso de la tecnología, promover el discurso en el salón de clase, usar alternativas de evaluación (Garfield y Ben-Zvi, 2009).

Reflexiones

Dada la revisión desarrollada, se hace necesario incorporar componentes que permitan dar cuenta del origen de los datos, así como comprender que estos no están sujetos a fenómenos deterministas, sino que están sujetos a la variabilidad, tamaño de muestra y formas de representación. De esta forma la inferencia

informal emerge como un marco que permitiría dar respuesta a los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación formal.

Por una parte los profesores tendrían una herramienta a considerar en el desarrollo e implementación de actividades en cursos de estadística y su actividad de aula, por otro, los estudiantes lograrían comprender todos aquellos fenómenos que están presentes al realizar inferencias y lograr ir más allá de lo que muestran los datos.

Se torna un desafío para los profesores, aprehender y conocer el marco inferencial informal como una vía alternativa de enseñanza. Se hace necesario que se incorporen en los diversos niveles educativos, todos aquellos elementos que han sido considerado en diversos estudios y han mostrado resultados alentadores en este aspecto, al relevar la importancia del contexto, la variabilidad de las muestras, el cuidado al plantear hipótesis, la incorporación de la probabilidad como parte integrante de la inferencia, las conclusiones generales y no locales, el uso de simulación, etc. Para ello se debe potenciar una visión y educación estadística en profesores y estudiantes como parte integrante del quehacer cotidiano, pero por sobre todo como una herramienta útil para desenvolverse en el medio.

Referencias bibliográficas

- Alliaga, M. y Gunderson, B. (2006). *Interactive Statistics* (3^a ed). New Jersey: Pearson
- Batanero, C. (2000). Controversias sobre el papel de los contrastes estadísticos de hipótesis en la investigación experimental. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 75-98.
- Ben-Zvi, D., Gil, E., y Apel, N. (2007). What is hidden beyond the data? Young students reason and argue about some wider universe. En D. Pratt y J. Ainley (Eds.), Reasoning about Informal Inferential Statistical Reasoning: A collection of current research studies. *Proceedings of the Fifth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy*, 5 (SRTL-5).

Recuperado el 24 de agosto de http://www.academia.edu/976856/What_is_hidden_beyond_the_data_Helping_young_students_to_reason_and_argue_about_some_wider_universe

Ben-Zvi, D. (2006). Scaffolding students' informal inference and argumentation. En A. Rossman y B. Chance (Eds). *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Recuperado el 23 de Agosto de 2015 de: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=ICOTS_7_2006

Garfield, J., Le, L., Zieffler, A., & Ben-Zvi, D. (2014). Developing students' reasoning about samples and sampling variability as a path to expert statistical thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 1-16.

Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Dordrecht: Springer.

Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2009). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31(3), 72-77.

García-Ríos, V. (2013). Inferencias estadísticas informales en estudiantes Mexicanos. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria*, 1, 343-357.

Garfield, J., Le, L., Zieffler, A., y Ben-Zvi, D. (2014). Developing students' reasoning about samples and sampling variability as a path to expert statistical thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 1-16.

Gil, E., y Ben-Zvi, D. (2011). Explanations and context in the emergence of students' informal inferential reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(12), 87-108.

- Insunza, S. (2013). Un acercamiento informal a la inferencia estadística mediante un ambiente computacional con estudiantes de bachillerato. *Revista Electrónica AMIUTEM*, 1 (1), 60-75.
- Li, K. Y., y Shen, S. M. (1992). Students' weaknesses in statistical projects. *Teaching Statistics*, 14(1), 2-8.
- Makar, K., y Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82-105.
- Makar, K., Bakker, A., y Ben-Zvi, D. (2011). The reasoning behind informal statistical inference. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 152-173.
- Makar, K., y Ben-Zvi, D. (2011). The role of context in developing reasoning about informal statistical inference. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 1-4.
- Makar, K. (2013). Predict! Teaching statistics using informal statistical inference. *Australian Mathematics Teacher*, 69(4), 34.
- Makar, K., y Rubin, A. (2014). Informal statistical inference revisited. En K. Makar, B. de Sousa, R. Gould (Eds) *Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics*. Recuperado el 23 de Agosto de 2015 de: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=ICOTS_9_2014
- McKenzie, J., & Goldman, R. (2006). Questions to assess the understanding of statistical concepts. En A. Rossman y B. Chance (Eds). *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Recuperado el 23 de Agosto de 2015 de: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=ICOTS_7_2006
- Nor, N. M., y Idris, N. (2010). Assessing Students' Informal Inferential Reasoning using SOLO Taxonomy based Framework. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4805-4809.

- Pfannkuch, M. (2005). Probability and statistical inference: How can teachers enable learners to make the connection? In G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (pp. 267-294). New York: Springer.
- Pfannkuch, M. (2006). Informal inferential reasoning. En A. Rossman y B. Chance (Eds). *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Recuperado el 23 de Agosto de 2015 de: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=ICOTS_7_2006
- 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.
- Rossman, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 5-19.
- Rubin, A., Hammerman, J., and Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. In A. Rossman and B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*, Salvador, Brazil. Voorburg: The Netherlands: International Statistical Institute.
- Sotos, A. E. C., Vanhoof, S., Van den Noortgate, W., & 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.
- Vallecillos, A. (1999). Some empirical evidence on learning difficulties about testing hypotheses. *Bulletin of the International Statistical Institute: Proceedings of the Fifty-Second Session of the International Statistical Institute*, 52, 201-204.
- Vallecillos, A., y Batanero, C. (1997a). Aprendizaje y enseñanza del contraste de hipótesis: concepciones y errores. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 189-197.

- Vallecillos, A., y Verdejo, A. (2003). Esquema para la instrucción y evaluación del razonamiento en estadística inferencial elemental. *Revista Educación y Pedagogía*, 15(35), 69-81.
- Weinberg, A., Wiesner, E., & Pfaff, T. (2010). Using informal inferential reasoning to develop formal concepts: Analyzing an Activity. *Journal of Statistics Education*, 18(2). Recuperado el 24 de agosto de 2015 de: http://www.amstat.org/publications/jse/jse_archive.htm#2010
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–265.
- Wild, C. J., Pfannkuch, M., Regan, M., y Horton, N. J. (2010). Inferential reasoning: Learning to "make a call" in theory. En C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: Towards an evidence-based society. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics*. Recuperado el 23 de agosto de 2015 de: http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php?p=ICOTS_8_2010
- Zieffler, A., Garfield, J., Delmas, R., & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.