

Dificultades en el razonamiento inferencial intuitivo

Víctor Nozair García Ríos¹ y Ernesto Sánchez²

¹nozairg@hotmail.com, CINVESTAV-IPN

²esanchez0155@gmail.com, CINVESTAV-IPN

Resumen

El presente trabajo es un estudio exploratorio sobre el razonamiento inferencial intuitivo, llevado a cabo con estudiantes de bachillerato (15-17 años). Se les aplicó dos problemas que se refiere formalmente como contraste de hipótesis. Las respuestas se organizaron y analizaron con base en un marco conceptual formado por tres categorías. Como resultado, se observó que el concepto de variación está presente en algunos estudiantes pero no es considerado para hacer inferencias, provocando dificultades con conceptos fundamentales como el muestreo, la incertidumbre y el nivel de significación. Una herramienta potencial para desarrollar la percepción de la variabilidad y sus implicaciones en la inferencia estadística es la simulación computarizada y esta puede considerarse como un elemento informal para hacer una inferencia.

Palabras clave: inferencia informal, contraste de hipótesis, razonamiento informal.

1. Introducción

Recientemente ha crecido un gran interés por estudiar la Inferencia Estadística Informal (IEI) y el Razonamiento Inferencial Informal (RII), con los objetivos de: 1) descubrir y describir formas en que sea posible que los estudiantes desarrollen ideas centrales de la inferencia estadística sin utilizar el aparato matemático que las fundamenta, y 2) crear un repertorio de problemas y actividades que jueguen un papel de antecedente o sustrato en el aprendizaje de los estudiantes sobre el cual puedan construir los conocimientos formales de la inferencia estadística.

Concebimos a la presente investigación como una exploración inicial cuyos resultados sirvan de base para elaborar una estrategia de enseñanza de temas enmarcados en la IEI y el RII. Se parte de la hipótesis de que uno de los principios del enfoque constructivista aplicado a la enseñanza, es la recomendación de que el diseño de cualquier aprendizaje nuevo debe utilizar y articularse con los conocimientos que ya posee el aprendiz. En consecuencia, si se pretende desarrollar el razonamiento inferencial de los estudiantes, conviene tener instrumentos para saber cuáles son los conocimientos y razonamientos con los que cuentan y que naturalmente ponen en juego en tareas de inferencia y las falsas concepciones que los limitan u obstruyen.

El presente estudio tiene el propósito de ampliar, reforzar y profundizar estudios en esta línea; a la exploración de los conocimientos y razonamientos que los estudiantes ponen en juego frente a tareas de inferencia, sin aún haber estudiado el tema. Además se ha considerado que el razonamiento empleado como intuitivo en lugar de informal debido a ciertas características que se explican más adelante. Las preguntas de investigación son: ¿Qué elementos intervienen en el razonamiento de los estudiantes de bachillerato al hacer inferencias estadísticas sin los métodos y técnicas formales? ¿Cuáles son las dificultades y errores que se presentan para hacer inferencias estadísticas informales de estudiantes de bachillerato?

2. Antecedentes

Varios trabajos publicados en los últimos años, aluden a los conceptos de IEI y RII; sin embargo, todavía no hay consenso acerca de lo que significan estos dos conceptos exactamente. En un intento de combinar las distintas perspectivas, Zieffler, Garfield, delMas, y Reading (2008) definen RII como “la forma en que los estudiantes usan sus conocimientos informales de estadística para crear argumentos basados en muestras observadas que sustenten las inferencias hechas sobre la población desconocida” (p.44). Estos autores, también proponen un marco conceptual para caracterizar el RII y apoyar el desarrollo de tareas que permitan examinar el RII natural de los estudiantes, así como el desarrollo de tal razonamiento.

Las investigaciones sobre RII que contiene estudios sobre la naturaleza del RII se centran en caracterizar el RII y en determinar los tipos de razonamiento que emergen al hacer inferencias cuando resuelven problemas con información estadística dada. Existen relativamente pocos trabajos sobre la naturaleza del RII en estudiantes de bachillerato (15-17 años). Hay dos de ellos que conviene considerar. En el primero, Rossman (2008) ofrece una caracterización de la inferencia estadística informal y hace una distinción entre lo informal y lo intuitivo, aunque no lo define, lo ejemplifica a través de establecer algunos rasgos esenciales de las situaciones y problemas de inferencia estadística y mostrando cómo, para resolverlos, se pueden utilizar métodos informales. En el segundo, Zeiffler et al. (2008) proponen la definición de RII citada arriba y exponen tres tipos de actividades que deben ser generadas por las tareas para desarrollarlo.

En Garcia-Rios (2013) se encontró que los estudiantes no pueden medir la significatividad del estadístico de la muestra adecuadamente, debido a dos posibles causas: a) Razonamiento determinista al especificar cuándo rechazar o no la hipótesis, en el sentido de que el estadístico debe coincidir exactamente con el modelo de la población personal. b) Comparan el estadístico con un modelo probabilístico inapropiado de la población, creado por el estudiante con base en sus conocimientos. Además se utilizan muchos prejuicios y creencias a la hora de hacer las inferencias (a veces conducen a inferencias incorrectas). Y por último hay una ausencia de un lenguaje probabilístico debido a que se tiene una concepción determinista de la estadística, en el sentido de que sus inferencias no muestran algún grado de incertidumbre.

García y Sánchez (2014) establecen que la concepción de Fisher de las pruebas de significación es muy natural para los estudiantes, pues establecen una hipótesis nula (modelo personal de la población) para comparar la muestra y medir intuitivamente su significatividad. Concluyeron que es importante que los estudiantes trabajen con los datos y pasen a segundo plano sus conocimientos informales personales pero sin descartarlas por completo. Además, es importante contar con un método informal para determinar cuándo rechazar o aceptar la hipótesis, para pasar de un razonamiento intuitivo a uno informal.

3. Marco conceptual

En este trabajo, se entiende por marco conceptual a una red de conceptos o categorías relacionados entre sí que en conjunto proporcionan una comprensión global de un fenómeno o fenómenos y que es posible construir un marco conceptual emergente de los datos del estudio mediante la metodología “teoría fundamentada” (Jabareen, 2009).

3.1 Teoría fundamentada

La metodología teoría fundamentada (Glaser & Strauss, 1967; Strauss & Corbin, 1998; Birks & Mills, 2011) establece que es posible elaborar categorías y teoría emergente y fundamentada con base en los datos que se recopilan y analizan sistemáticamente y exhaustivamente a través de una variedad de estrategias (codificación y categorización, muestreo teórico, análisis comparativo constante, sensibilidad teórica, codificación intermedia, categoría central, codificación avanzada e integración teórica). Se identifican cuatro características fundamentales con esta metodología: 1) La recolección de datos y el análisis se llevan a cabo de manera concurrente. 2) Los datos determinan los procesos y productos de la investigación y no los marcos teóricos ya establecidos. 3) Los procesos analíticos y la comparación constante de datos incluyendo teorías establecidas suscitan el descubrimiento y el desarrollo teórico. 4) El muestreo se realiza con base en lo que emerge de los datos y sirve para refinar, elaborar y completar las categorías (muestreo teórico). La comparación constante de los datos provoca el movimiento entre la codificación inicial e intermedia, propiciando el desarrollo pleno de categorías y sus propiedades (codificación avanzada) y de una categoría central, la cual es analíticamente potente y por lo tanto tiene la capacidad de explicar los fenómenos bajo estudio.

3.2 Categorías emergentes

Por medio de esta metodología se identificaron las categorías de análisis en el presente estudio y una explicación del RII de los estudiantes. Las categorías emergidas son: 1) Muestreo. Esta idea es muy importante, porque todo nuestro conocimiento y juicios sobre el mundo o las personas están basado en el muestreo, ya que, usualmente, sólo podemos estudiar u observar una parte de la realidad en la que estamos interesados. La idea de muestra tiene en sí dos características contradictorias: representatividad y variabilidad. La representatividad nos indica que la muestra se parece, en cierto modo, a la población, pero la variabilidad indica que una muestra puede ser diferente de otra, por lo que al enjuiciar, pensar e inferir en base a una muestra la gente debería ser cauto y crítico. El alumno ha de adquirir la capacidad de entender la naturaleza estadística de sus conclusiones, en cada caso particular, y las consecuencias de una decisión equivocada. 2) Valor crítico. Debido a la variabilidad es necesario considerar a ciertas muestras como resultado de ella, pero ¿qué muestra se considerará como algo que sale de ella?, el valor del estadístico de dicha muestra a partir del cual lo decidimos será la pauta para tomar la decisión, formalmente es el nivel de significación y es tomado en términos de probabilidades suponiendo cierta una hipótesis. Es un valor subjetivo pero apoyado en la probabilidad de ocurrencia de la muestra. 3) Incertidumbre. En la inferencia estadística se hacen afirmaciones sobre una población con base en la información de una muestra que no tienen certeza absoluta. Debido a que las conclusiones de la inferencia informal también se refieren a una población más allá de los datos disponibles, no se puede hacer en términos absolutos. Aun cuando se cuente con una muestra adecuada y un valor crítico adecuado es posible hacer una inferencia errónea debido a la variación natural en las muestras, toda inferencia lleva consigo incertidumbre y es necesario medirla y reportarla.

3.3 Razonamiento inferencial intuitivo

Ya se ha definido el RII, sin embargo, en el presente trabajo se hace una distinción entre el informal y el intuitivo. El concepto de intuición admite muchas interpretaciones ya que el significado que se le atribuye generalmente depende del campo del conocimiento en el que sea tratado; incluso en algunos casos los significados atribuidos a la intuición en diferentes campos resultan no ser consistentes. En educación matemática, Fischbein (1987) hace una revisión literaria de las diferentes concepciones que tiene el término en diferentes ámbitos concluyendo

que la intuición puede ser caracterizada por la obviedad, la extrapolabilidad, la coercitividad y la globalidad. En este trabajo tomamos estas características y las adoptamos en la forma que se expone en seguida: La intuición que interesa destacar aquí es la que se pone en juego para determinar la significatividad estadística de una muestra, es decir, a la hora de establecer un valor crítico y consecuentemente hacer una inferencia.

La obviedad: El valor crítico es determinado de forma inmediata y evidente, sin la necesidad de una argumentación o algún cálculo matemático. La extrapolabilidad: El valor crítico va más allá de los hechos observables. La coercitividad: Significa que el valor crítico se le impone al sujeto como verdaderos. La globalidad: Es que el valor crítico e inferencia enunciada que son aceptados como evidentes en un ámbito también son aceptados en otros ámbitos similares.

4. Metodología

El acopio de datos se llevó a cabo mediante un cuestionario escrito administrado a 27 estudiantes del tercer semestre de bachillerato de una escuela pública, con edades de entre 16 y 17 años; en el periodo en que se realizó el estudio ellos no contaban con cursos de probabilidad y estadística.

El cuestionario aplicado consta de dos problemas de inferencia estadística (media y proporción), 13 estudiantes contestaron el problema 1 y 14 estudiantes el problema 2. Los problemas son: 1) “Desde el siglo 12 hasta el 18 las monedas tenían el mismo valor que el valor del oro o la plata. Los fabricantes de monedas tuvieron que ser revisados pues podrían haber usado demasiado o poco oro en las monedas. Si se usaba muy poco oro eran despedidos y pagaban una multa al Rey (pues estaban saqueando a la gente). Si se usaba demasiado oro también eran encarcelados (pues estaban saqueando el oro del Rey). Supón que te han designado revisar a un fabricante, y sus monedas deben tener 10g de oro ¿Cómo puedes revisar las monedas del fabricante? Recuerda que no es posible pesar cada moneda, porque es demasiado trabajo”, y 2) “Supón que te han designado revisar la calidad de la producción de cerillos (si prenden o no prenden): Si la producción diaria de cerillos es de mala calidad, es necesario reparar. ¿Cómo puedes revisar los cerillos? Recuerda que no es posible probar cada cerillo, porque te quedas sin cerillo que vender”.

Además se les pidió un informe con un ejemplo donde aceptaran su hipótesis y otro en donde no la aceptaran, indicando el grado de seguridad así como las posibles conclusiones erróneas y cómo disminuir dichos errores.

5. Resultados

Las respuestas se clasificaron de la siguiente manera: 1R3 significa la respuesta dada por el estudiante R3 al problema 1. Una primera etapa consiste en la codificación y categorización inicial de los datos, mediante el análisis de características semejantes entre las respuestas. En etapas subsecuentes se empleó la comparación constante de respuesta a respuesta, respuesta a códigos, códigos a códigos, códigos a categorías y categorías a categorías, mediante la reflexión y la sensibilidad teórica. Esto dio pie a nuevas codificaciones y categorías, llegando a una codificación final (avanzada). Dichas categorías se presentan en la tabla 1. La categoría central “variación” es la característica principal detectada en el RII y proporciona una amplia explicación del RII de los estudiantes y sus relaciones con las otras categorías. Las categorías que emergieron fueron: 1) Muestreo, 2) valor crítico, e 3) incertidumbre. Estas categorías

corresponden con ideas fundamentales del contraste de hipótesis y de la estadística en general (Garfield & Ben-Zvi, 2008). A continuación se muestran ejemplos de respuestas pertenecientes a cada categoría.

Tabla 1. Categorías en el RII de los estudiantes

Categoría central	Categoría	Códigos	Propiedades y dimensiones	
	Muestreo	Muestra	Emplean una muestra como posible representante de la población	
		Muestra pequeña	Utiliza muestras de diferentes tamaños como representante de la población	
		Población	Pretenden analizar toda la población	
	Variación	Valor crítico	Determinista	No utiliza variación para establecer un valor crítico.
			Semi-determinista	Utiliza variación en un solo caso, ya sea para rechazar o no la hipótesis. Utiliza valores disjuntos.
			Probabilístico	Utiliza variación en ambos casos, rechazar o no rechazar la hipótesis, además usa valores disjuntos.
Incertidumbre		Medición	Atribuye posibles errores a factores humanos como la medición o los instrumentos de medición.	
		Variación	Atribuye posibles errores a dos factores: Humanos, como la medición o los instrumentos de medición y a la variación natural de las muestras.	

Muestreo. Se identificaron tres componentes dentro de esta categoría. En la primera codificada como “muestra”, los estudiantes razonan adecuadamente en utilizar una muestra adecuada de la población para hacer inferencias. Por ejemplo 1R9 responde “La solución sería pesar muchas monedas juntas por ejemplo 100 si cada una pesa 10g en total serian 1000g si su peso es más o menos el fabricante no está haciendo bien las monedas”. Mientras que 2R7 responde “Por cada ciento de cerillos que produces toma uno al azar”.

En la segunda componente codificada como “muestra pequeña”, los estudiantes consideran que una muestra de un solo elemento es suficiente para hacer inferencias sobre la población. Para el problema 1 solo un estudiante consideraba esta muestra pequeña, dicho estudiante 1R6 dice “Elegir una sola moneda y esa pesarla y con esa saber si pesa menos o más de 10g y si pesa menos entonces todas las monedas pesan menos y si pesa más todas las demás pesan más y si pesan 10g entonces todas pesan 10g”, para el problema se pone como ejemplo al estudiante 2R6 quien responde “Probar un cerillo y de acuerdo a la calidad del cerillo que se probó en caso de que haya tenido mala se tendrá que revisar el material del que se hacen los cerillos así como la maquinaria”.

En la última componente codificada como “población”, los estudiantes no mencionan una muestra, hablan sobre revisar todos los elementos, es decir, analizar la población. Por ejemplo,

para el problema 1 el estudiante 1R10 explica “Pesar todas las monedas y el peso convertirlo en gramos y dividirlo entre diez, este resultado tiene que coincidir con el número de monedas”. 2R2 menciona “Revisando la humedad del fosforo y la madera de los cerillos”.

Valor crítico. Dentro de esta categoría se clasificaron tres tipos de respuestas. Las primeras se codificaron como “determinista”, en ella, los estudiantes o bien, consideran valores críticos exactos a los esperados para aceptar o rechazar una hipótesis o bien, no especifican ningún valor, sin considerar la variación en la muestra. Por ejemplo 1R7 para aceptar que se usó menos oro explica “siempre que se pesen 100 monedas el resultado siempre tendrá que ser 1kg o 1000g (que es lo mismo)”, las monedas deben tener exactamente la cantidad de oro, omitiendo cualquier variación, y para rechazar responde “al ir pesando todas sus monedas de 100 en 100 cada montón pesaba 1kg por lo cual el fabricante cumplió con los 10g de cada moneda”, de nueva cuenta nula variación, requiere el valor exacto. Como ejemplo del problema 2 se presenta 2R12, para rechazar que la producción de cerillos es buena responde “La producción es de mala calidad ya que no tienen la suficiente resistencia para poder encenderlas ya que tienden a romperse o desmoronarse...” mientras que para aceptar la mala producción dice “La producción es buena ya que estas tienen los requerimientos necesarios para llevar a cabo su buen uso...”, no especifican en ningún caso algún valor crítico para llegar a sus conclusiones.

El segundo tipo de respuestas se codificaron como “semi-determinista”. En esta clasificación las respuestas implícitamente indican variación, ya sea para aceptar la hipótesis o para rechazarla, pero solo en un caso. Es importante resaltar que los valores críticos para aceptar o rechazar los estudiantes los presentan como disjuntos o separados. Por ejemplo, para aceptar que se usa menos oro 1R9 afirma; “Digamos que pesa mil monedas esto debería pesar un total de 10 mil gramos pero pesan 9 mil, al mencionar esto le comento a el rey que el fabricante está usando menos oro de lo que valen las monedas”. Y para rechazar que se usa menos oro responde; “este fabricante pasa la revisión rey ya que el peso de las monedas concuerda con los 10gr de cada una todas las monedas están en orden”, en el primer caso hay presencia de variación, sin embargo, en el segundo caso ya no la hay. Un ejemplo en el problema 2 es la respuesta dada por 2R1 para rechazar una buena producción de cerillos; “los cerillos en mi caso he visto que son de buena calidad el único defecto es la cajita donde están depositados, ya que la lija no viene de muy buena calidad provocando que el cerillo no prenda o se rompa la cabecita de fosforo”, no especifica un valor crítico y no hay variación. Para aceptar una buena producción dice; “la prueba de laboratorio hechas con los cerillos han sido aprobados ya que en promedio de 0 a 100 95 de los cerillos cumplieron su función”, a pesar de haber considerado cerillos malos concluye que es una buena producción, aceptando variación.

En el tercer tipo codificado como “probabilístico” no hubo ningún caso para el problema 1. Para el problema 2 se presentaron 6 casos. Como ejemplo 2R5, para rechazar una buena producción responde; “El porcentaje de cerillos funcionales fue menor de 50%, por lo que tanto es posible que la producción entera presenta características similares...”, y para aceptar una buena producción explica; “El porcentaje de cerillos funcionales ha sido satisfactorio pues solo el 0.1% no sirvió. Se puede considerar que la producción fue de buena calidad, pues el grupo presenta características similares”. En ambos casos se presenta cierto grado de variación.

Incertidumbre. En esta categoría las respuestas se clasificaron en dos tipos. El primer tipo de respuesta se codificó como “medición”. En ella las respuestas indicaban que era posible cometer errores en las inferencias pero la posible causa de esto no tenía que ver con la variación, sino con otros factores como las mediciones tomadas, los cálculos numéricos o el medio ambiente. Por ejemplo 1R3 responde; “Sí, no saber medir con la báscula”.

El segundo tipo de repuestas se codificó como “variación”. En ella las respuestas asumen errores en las inferencias debido a la variación natural de las muestras, por ejemplo, para el

problema 1 el estudiante 1R6 dice; “a que solo yo según solo pese una moneda y con esa moneda tome el peso de las demás y puede que esa moneda pese menos y que las demás si pesan 10g”. Sin embargo al cuestionarle sobre cómo podría reducir la incertidumbre ya no se observa que tome en cuenta la variación “Confíandome en mi misma y tener evidencias de lo que digo y de la decisión que tomo y siempre aserciarme de lo que hago”. Para el problema 2 el estudiante 2R4 es un ejemplo de esta categoría, afirma “Si, ya que puede que solo se estén checando los cerillos de mala calidad y no es posible verificar uno por uno”. Al igual que 1R6 al pedir que reduzcan la incertidumbre no toman en cuenta la variación y se enfocan en otros factores “Consultar un mecánico que verifique que la maquina este en buen estado y hacer las pruebas necesarias para estar seguro”.

6. Conclusiones

Las tres categorías y el concepto central proporcionan información para responder nuestras preguntas de investigación. ¿Qué elementos intervienen en el razonamiento de los estudiantes de bachillerato al hacer inferencias estadísticas sin los métodos y técnicas formales?

El razonamiento inferencial de los estudiantes es intuitivo y no informal debido a la forma de medir la significatividad estadística de la muestra; determinan valores críticos sin ninguna operación o cálculo, de forma inmediata, global y autoevidente.

Muestreo. La mayoría de los estudiantes utilizan una muestra de la población para obtener conclusiones sobre una población. Sin embargo, algunos estudiantes mencionan que utilizarían la población, incluso que una muestra de tamaño 1 es suficiente pues la población debe tener el mismo proceso y las mismas características. A pesar de usar dicha muestra, aceptan que se puede cometer un error pues podría ser que dicho elemento este mal y no necesariamente toda la población. Valor crítico. Solamente 6 estudiantes manifestaban algún grado de variación al establecer el valor crítico, los restantes esperaban valores exactos (deterministas). Esta categoría es la más difícil para los estudiantes ya que no está presente de manera natural un concepto teórico; la distribución muestral. Incertidumbre. A pesar de que una tercera parte de los estudiantes (10) considera la posibilidad de muestras no representativas, todas las respuestas mencionan que para disminuir la incertidumbre es necesario revisar las mediciones varias veces, es decir, hacer conclusiones erróneas no es causado por la variación natural en las muestras, sino por mediciones hechas erróneamente o algún otro factor distinto a la variación. Al cuestionar sobre la seguridad en sus conclusiones 11 (42%) estudiantes mencionan estar muy seguros, es decir, no hay incertidumbre alguna, pero esto lo relacionan con posibles errores cometido al realizar las mediciones para determinar el estadístico de la muestra. Los restantes 15 (55%) estudiantes no contestaron dicha pregunta.

¿Cuáles son las dificultades y errores que se presentan para hacer inferencias estadísticas informales de estudiantes de bachillerato?

La categoría central que relaciona y explica las tres categorías es el concepto de variación, entendiéndose a ésta como las características que describen el cambio de una variable aleatoria (distribución, medidas de tendencia central, medidas de dispersión). Este concepto es considerado fundamental y difícil de comprender en la estadística (Garfield & Ben-Zvi, 2008). Las respuestas de los estudiantes permiten identificar que pocos perciben que las muestras tienen una variación natural. La falta de percepción de variación también afecta al establecer un valor crítico para rechazar o aceptar una hipótesis, provocando que el estudiante tienda a considerar valores exactos y eliminando por completo cualquier grado de variación. Incluso cuando se percibe que hay variación, los valores estadísticos son elegidos muy cercanos al valor exacto de la hipótesis y esto se determina de manera intuitiva. La falta de variación en el RII de

los estudiantes provoca la consideración de posibles errores en las inferencias debido a errores en las mediciones, en los instrumentos de medición o en los cálculos numéricos. Esto impide concentrarse en la presencia de la variación y en cómo disminuirla.

Un posible camino para mejorar la percepción de la variabilidad y sus implicaciones en la inferencia estadística es la simulación computarizada, donde se muestre de manera concreta y natural el concepto empírico de la distribución muestral y su utilidad en el razonamiento inferencial. Además tiene el potencial para pasar del razonamiento intuitivo al informal y desarrollarlo, ya que la simulación ayuda a entender la distribución muestral y el papel que juega en la inferencia estadística y proporciona el cálculo u operación informal necesaria para determinar el valor crítico reafirmando lo concluido en García y Sánchez (2014), además, se sigue observando ausencia de un lenguaje probabilístico y la dificultad para medir la significatividad del estadístico de la muestra (García-Rios, 2013).

Referencias

- Birks M. & Mills, J. (2011). *Grounded theory: A practical guide*. California: Sage
- Castro-Sotos, A. E., Vanhoof, S., Van den Noorgate, W., & Onghena, P. (2007). Students misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2, 98–113.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics. An Educational Approach*. Reidel Dordrecht: The Netherlands.
- García-Rios, N. (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* (pp. 343-357). Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- García, V. N., Sánchez, E. A. (2014). Razonamiento inferencial informal: el caso de la prueba de significación con estudiantes de bachillerato. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 345-354). Salamanca: SEIEM.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students statistical reasoning*. New York: Springer.
- Glaser B. G. & Strauss A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New York: Aldine.
- Jabareen, Y. (2009). Building conceptual framework: Philosophy, definitions and procedure. *International Journal of Qualitative Method*. 8(4), 49-62.
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rossmann, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: one statistician's view. *Statistics Education Research Journal*, 7 (2), 5-19.
- Strauss A. L. & Corbin J. M. (1998). *Basics of qualitative research: the techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). California: Sage
- Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R. & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 40–58.