

EMERGENCIA DEL RAZONAMIENTO INFERENCIAL DESDE UN PRIMER ACERCAMIENTO A LOS DATOS

Blanca R. Ruiz Hernández, María Guadalupe Tobías Lara, Armando Albert

Tecnológico de Monterrey (México)

bruiz@itesm.mx, mgt@itesm.mx, albert@itesm.mx

Palabras clave: inferencia informal, error tipo 1, hipótesis

Key words: Informal inference, error type 1, hypothesis

RESUMEN: La presente investigación se ubica en un curso universitario de probabilidad y estadística en el que se introdujeron algunas ideas inferenciales desde su inicio. Los estudiantes trabajaron en una actividad que consistió en la comparación de dos poblaciones a partir dos muestras haciendo uso de inferencia informal. Este primer análisis se concentró en las concepciones de los estudiantes sobre las nociones de hipótesis y error estadístico tipo 1. Se desglosan algunos de los resultados obtenidos que enfatizan en la necesidad de que algunas de las nociones vinculadas con inferencia estadística, por su complejidad, se desarrollen desde el inicio del curso, para que puedan ser retomadas en diversos momentos dentro del mismo.

ABSTRACT: This research is at a university course in probability and statistics, which were introduced some inferential ideas from the beginning. The students worked in an activity that involved the comparison of two populations from two samples using Informal inference. The analysis focused on the conceptions of students on the concepts of hypotheses and statistical error type 1. It breaks down some of the results that emphasize the need for some of the concepts related to statistical inference are developed from the beginning of the course so that they can be taken up at various points within it.

■ INTRODUCCIÓN

La inferencia estadística es esencial en la formación de todo profesionalista por la necesidad de tomar decisiones adecuadas sustentándose en el análisis e interpretación de información cuantitativa (Cobb y Moore, 2000), sin embargo es un tópico difícil de enseñar. Rodríguez, Albert y Agnelli (2009) indican algunas dificultades que enfrenta la enseñanza escolarizada para lograr que los profesionistas adquieran razonamiento inferencial. Gran parte de esa problemática deriva de la forma en qué está organizado el conocimiento escolar en el currículo universitario en el cual se introduce todo el bagaje de conocimientos relacionados con inferencia estadística de manera casi simultánea. Diversos estudios cuestionan la forma en que se enseña la estadística sin partir de una problemática inferencial, que fue lo que le dio sentido y origen tanto a la probabilidad como a la estadística (Ruiz, 2014). Buscando este propósito, la investigación en didáctica de la estadística ha propuesto a la inferencia informal para insertar en la escuela, los conceptos básicos tanto de probabilidad como de estadística (Rossman, 2008).

Por otro lado, investigaciones como la de Albert, Ruiz, Tobías y Villarreal (2014) proponen la inserción temprana de conceptos propios de la inferencia estadística para que las concepciones iniciales de los estudiantes se enriquezcan y redefinan conforme los conceptos se retoman a lo largo del curso hasta su formalización.

Retomando tanto la idea de inferencia informal como de inserción temprana de conceptos propios de la inferencia, en este reporte se narra la experiencia que se tuvo en un curso de probabilidad y estadística para ingeniería en el que se trataron los conceptos de hipótesis estadística y error tipo 1 desde el inicio del curso de manera paralela a estadística descriptiva. Ambas cuestiones vista desde una perspectiva de inferencia informal.

■ LA PROBLEMÁTICA DE LA ENSEÑANZA DE LA INFERENCIA

Desde la perspectiva de la socioepistemología (Cantoral, 2013) la forma en que está organizado el conocimiento en el currículo escolar impide que se desarrolle el conocimiento matemático, puesto que generalmente se ignora la forma en que éste vive en los distintos contextos o situaciones cotidianas y/o profesionales. El orden de aparición de los temas en el currículo, normalmente se justifica a través de su racionalidad en un orden axiomático deductivo, el cual no obedece a una forma de razonamiento cognitivo. La estadística, no es la excepción, pues aunque guarda una relación muy estrecha con los datos, y por lo tanto con contextos reales (Moore, 1992), muchos de sus problemas de aprendizaje están vinculados con la cantidad de conceptos nuevos que tienen que ser operacionalizados casi simultáneamente al enfrentarse a un problema real en el que se requiera de estadística (Wild, Pfannkuch, Regan y Horton, 2011). Esto significa que no son sólo los tiempos didácticos los que dificultan una asignación más pausada del conocimiento sino también la naturaleza misma del conocimiento estadístico y la forma en que éste es necesario al analizar los problemas profesionales o de la vida cotidiana.

Diversas investigaciones, por tanto, se han enfocado a esta problemática desde una perspectiva didáctica, dando lugar al surgimiento de diversas visiones de cómo enfrentarla. En este escrito destacamos dos por la importancia que han adquirido y por la forma en que cubren las necesidades de un curso en particular en que los autores se han interesado.

Inferencia informal

La investigación en enseñanza de la estadística ha propuesto que la integración y asimilación de conceptos relacionados con inferencia estadística se puede fomentar guiando el estudio de la estadística descriptiva y los modelos probabilísticos a través de la inferencia informal y del razonamiento estadístico inferencial (Rossman, 2008; Zieffler, Garfield, Delmas y Reading, 2008; Makar 2013). En particular, recomiendan sumergir a los estudiantes en problemas bajo incertidumbre que inciten discusiones alrededor de la evidencia que proporcionan los datos a favor o en contra de una hipótesis desde los niveles escolares básicos para desarrollar su razonamiento de inferencia informal. Zieffler et al. (2008), clasifican las actividades que se pueden trabajar en la enseñanza en tres categorías: el razonamiento acerca de las características de una población basada en una muestra (forma, medidas de centralización y dispersión, etc.); el razonamiento acerca de las posibles diferencias entre dos poblaciones basadas en las diferencias entre dos muestras; y, por último, el razonamiento acerca de si una muestra en particular es probable o sorpresiva dado que se espera un valor particular o dando por supuesta una afirmación establecida previamente.

La inferencia informal ha tenido sus principales resultados en investigaciones en el nivel básico, medio o en preparación o actualización de profesores. En otras ramas del nivel superior se ha expresado, sin embargo, la problemática de la transición de la inferencia informal a la formal (Wild, Pfannkuch, Regan y Horton, 2011). Esto se ha manifestado particularmente en los primeros cursos universitarios de probabilidad y estadística, que generalmente se dedican a introducir la inferencia partiendo de estadística descriptiva, probabilidad y modelos probabilísticos.

Ideas tempranas en inferencia estadística

Aliaga y Gunderson (2006) sugieren que los conceptos vinculados con la toma de decisiones, como hipótesis nula, hipótesis alternativa, errores tipo I y II, potencia de la prueba, resultado significativo o regla de decisión, que normalmente se tocan hasta el final de los cursos introductorio a probabilidad y estadística en el nivel universitario, sean definidos al inicio. Esto ofrece la ventaja de que los conceptos pueden ser retomados posteriormente y desarrollar otros conceptos a partir de esa base, sin embargo, tal aparato conceptual en su inicio puede ser apabullante para los estudiantes además de que esta propuesta se enmarca en un contexto probabilístico desvinculado de los datos.

En Albert, et al. se propone que las ideas tempranas de inferencia estadística se introduzcan paulatinamente a medida que el curso avanza, con la idea de profundizar cada vez más en esos conceptos hasta su formalización en estimación por intervalo y pruebas de hipótesis. Albert, et al. retomaron la noción de *idea temprana* de Bruner (1960), quien visualizó la necesidad de una enseñanza en espiral que permitiera al estudiante fundamentar continuamente lo que ya ha aprendido, a la vez que el ensanchamiento y la profundización del conocimiento esté en términos de esas ideas tempranas a lo largo del curso.

Ruiz y Albert (2015) se sustentan en la visión de inferencia informal de Makar (2013), el marco de razonamiento estadístico de Wild y Pfannkuch (1999) y el desarrollo histórico de la relación entre la variable aleatoria y estadística (Ruiz, 2014) para sugerir que las ideas de *hipótesis* y *errores estadísticos* auxilian la obtención y justificación de inferencias informales basándose en el análisis de un conjunto de datos a través de herramienta de estadística descriptiva. Así, para ellos, las hipótesis y los errores estadísticos son dos de las ideas tempranas en que puede sustentarse en

desarrollo de inferencia en un curso. Este escrito retoma este planteamiento para analizar cómo un conjunto de estudiantes de un curso introductorio a probabilidad y estadística desarrollan esas ideas en el primer módulo (estadística descriptiva).

■ LAS HIPÓTESIS Y LOS ERRORES

Ruiz y Albert (2015) proponen un marco en el que definen a las nociones de *hipótesis* y *errores estadísticos* como dos de las ideas tempranas que, desde su forma germinal, pueden constituirse en detonadoras de conocimiento inferencial. En un primer momento (módulo 1 del curso), el planteamiento narrativo tanto de las hipótesis como de los errores constituye el centro de la enseñanza, pero se estimula la estructura formal que se retomará en momentos posteriores.

Las hipótesis se introducen como una conjetura (o creencia) que el estudiante tiene sobre su entorno, se enfatiza la distinción entre los tipos de hipótesis y se maneja la hipótesis alterna como la negación de la hipótesis nula. Se enfatiza la distinción y semejanza entre la hipótesis estadística alternativa y la de investigación.

Los errores adquieren el papel de concientizar a los estudiantes del riesgo que implica la toma de decisiones cuando ésta se sustenta en una muestra. Describen con palabras los tipos de errores que pueden cometerse en situaciones específicas, según la decisión que se tome y se les confronta a optar por el error que es más importante no cometer de acuerdo al contexto. También se comienza a cuestionar sobre la posibilidad (escasa, mucha, poca, media) de cometer el error seleccionado.

Las hipótesis

Desde la perspectiva de la investigación científica, existen diferentes tipos de hipótesis que normalmente no son consideradas en la enseñanza escolarizada. Batanero (2000) analiza los distintos tipos de hipótesis y expresa su preocupación por la confusión que su existencia puede generar al estudiante. De acuerdo con Batanero (2000) los tipos de hipótesis se pueden clasificar como: (1) *hipótesis sustantiva*, explicación especulativa y general del fenómeno a estudiar; (2) *hipótesis de investigación*, especulación observable, se habla de factores que pueden ser medibles a través de variables; (3) *hipótesis experimental*, es una explicación medible del fenómeno y ya implica la definición de variables; (4) *hipótesis estadísticas*, están propuestas en función de los parámetros que se quieren evaluar en la variable seleccionada y pueden ser (4.1) *hipótesis nula*, fórmula que el parámetro de la población es conocido y verdadero, (4.2) *hipótesis alterna*, es la negación de la hipótesis nula y está vinculada con la hipótesis experimental. Ésta sólo tiene sentido en un contraste de hipótesis desde la perspectiva de Neyman y Pearson (Batanero, 2013).

Las diferencias entre estos tipos de hipótesis están principalmente en el nivel de generalidad que se refleja en la concreción de las variables a considerar y de los parámetros. Las hipótesis estadísticas son las más específicas. Se refieren a parámetros de la distribución de una variable definida en la hipótesis experimental. La falta de comprensión de este nivel de especificidad, dificulta comprender las conclusiones obtenidas a partir de una hipótesis estadística y cómo éstas contribuyen a probar o refutar la hipótesis sustantiva. En Batanero, Vera y Díaz (2012) se expresa que existe confusión de los estudiantes entre las hipótesis estadística e investigación y entre las hipótesis nula y alterna.

Los errores estadísticos

Este concepto está vinculado con el nivel de significancia de la prueba de hipótesis, que se define como la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es cierta (probabilidad del error tipo 1). La probabilidad de los errores estadísticos es condicional puesto que, en el error tipo 1, se supone cierta la hipótesis y en el error tipo 2 se supone falsa la hipótesis, lo que ocasiona algunos errores. De acuerdo con Batanero (2013) es común que se cambien los dos términos de la probabilidad condicional y se interprete como la probabilidad de que la hipótesis sea cierta una vez que se ha tomado la decisión de rechazarla, es decir, la probabilidad de equivocarse al rechazar la hipótesis nula. Este tipo de dificultades están vinculadas con una falta de comprensión del significado del error. Sin embargo, no hay investigaciones que hablen sobre las dificultades vinculadas con la formulación del error tipo 1 en el contexto del problema, cuestión importante para poder cuantificar su probabilidad.

■ EL OBJETIVO

La motivación de esta investigación no sólo está en analizar la formulación de la hipótesis y el error estadístico tipo 1 sino también en retomar la propuesta de Ruiz y Albert (2105) en dos de sus ideas tempranas. Estamos interesados en conocer las concepciones iniciales de los estudiantes sobre estas dos nociones cuando se introducen como ideas tempranas en estadística descriptiva bajo un enfoque de inferencia informal.

Los estudiantes participantes en este proyecto enfrentaron un problema abierto de inferencia de comparación de dos poblaciones independientes desde la inferencia informal. Esa actividad se tituló “En el corazón del marcapasos”.

■ EN EL CORAZÓN DEL MARCAPASOS

La exploración se realizó en dos grupos que llevaban la materia de probabilidad y estadística para ingeniería durante el semestre enero-mayo de 2015 y que llevaban el curso con la misma profesora bajo el enfoque de introducción de ideas tempranas. Esa actividad se introdujo en la tercera sesión de clase.

El diseño de la actividad “En el corazón del marcapasos” se sustentó en un artículo de investigación de ingeniería bioquímica (Huerta y Gutierrez, 2008) en donde se pretende mejorar el diseño de un marcapasos. Para ello se tomaron dos muestras de pacientes enfermos en uno de las cuales se probó el marcapasos diseñado y la otra sirvió de testigo. Para evaluar el efecto del marcapasos se midió la intensidad de pulso (mili Volts) y el periodo entre pulsos (segundos) en ambas muestras. En el artículo de Huerta y Gutierrez se muestra el análisis haciendo uso de estadística formal y tomando en cuenta otras variables, entre ellas algunas no controlables (edad, peso, tiempo de estar en consulta, etc), sin embargo a los alumnos se les proporcionaron únicamente los datos relacionados con intensidad de pulso y periodo entre pulso para que, dado el momento en que se encontraban en el curso, realizaran un análisis de inferencia informal.

Se considera una actividad abierta porque aun cuando inicia con un cuestionario sobre la identificación de las variables, las hipótesis y los errores tipo 1 y 2, no se les dan sugerencias o guía sobre los cálculos o gráficas que tienen que hacer para realizar una inferencia informal. Los

estudiantes pudieron tener acceso a computadora y hacer consulta de libros, internet o biblioteca virtual. Dentro del curso, la actividad tiene el papel ser introductoria a inferencia informal, puesto que a pesar de que dentro del curso los estudiantes ya habían manejado problemas relacionados con estadística descriptiva, no se les había propuesto un problema abierto en el que tuvieran que hacer una inferencia sustentándose en la integración de los conocimientos que hubieran adquirido tanto en las clases previas, como en los que habían adquirido en su vida cotidiana y escolar previa. Dentro del curso, los problemas que ellos habían resuelto estaban vinculados con la definición de problema, problemática, tipos de variables y formulación de las hipótesis y ambos tipos de errores. También se les había insertado en el proceso de pruebas de hipótesis en donde la hipótesis alternativa es la hipótesis que se desea probar y la nula es la que se desea refutar.

Por su complejidad, la actividad de “En el corazón del marcapasos” no se realiza en una sola sesión de clase, sin embargo en este reporte sólo se analizarán las concepciones iniciales en esta primera sesión en que los estudiantes trabajaron con esa actividad concentrándonos sólo en el cuestionario con que inicia la actividad.

■ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este primer momento del análisis, se analizaron los reportes escritos de los estudiantes para detectar sus concepciones sobre hipótesis nula y alternativa (que en ese momento del curso se introdujo como *hipótesis estadística y su negación*) y la manera en que formulan el error tipo 1. Las categorías establecidas se sustentaron en las respuestas que formularon los estudiantes al cuestionario con el que se introduce la actividad sobre la identificación de las variables que se usan para evaluar el funcionamiento del marcapasos así como en la manera en que formularon la hipótesis y su negación y el error tipo 1 en el contexto del problema.

Las variables y las hipótesis

La actividad fue realizada por 56 alumnos. De los cuales el 87.5% identificaron correctamente una o las dos variables involucradas en la situación (tiempo entre pulsos e intensidad del pulso), 5.4 % identificaron otras variables diferentes y 7.1% no identificaron ninguna variable en la situación presentada. Sin embargo, cuando se les pide definir la hipótesis estadística, sólo el 16.1% incluye explícitamente a las variables en su redacción. La mayoría, 69.6%, escribe la hipótesis sustantiva en lugar de la estadística, es decir, una explicación especulativa y general del fenómeno a estudiar. Un ejemplo de las hipótesis que plantearon este grupo de estudiantes es: “*El nuevo marcapasos mejora el funcionamiento del corazón*”. La cual no es observable ni cuantificable porque no concreta cuáles son las variables que darían sentido a la frase “*mejora el funcionamiento*” y que, por lo tanto, *medirían* la mejora. Sólo el 5.4% de los alumnos plantearon la hipótesis en función de parámetros, que concretarían más aún la hipótesis y el objetivo de la investigación del marcapasos. Cabe mencionar que, dado que eran dos las variables que indicarían el funcionamiento del corazón, las hipótesis estadísticas tenían que haber sido al menos dos (una por cada variable) sin embargo, ninguno de los estudiantes redactó dos.

También podemos decir que aunque el grupo identificó las variables correctamente, pocos alumnos redactaron sus hipótesis con respecto a sus variables. En el 80.4% de los alumnos no hubo coherencia entre las hipótesis y las variables descritas unos renglones antes. Esto significa que en las hipótesis plantearon nuevas variables ignorando las que habían descrito como las variables de

investigación de la actividad. Lo cual nos indica que no vinculan la hipótesis estadística con las variables de investigación.

La negación de la hipótesis y la hipótesis

También se les solicitó redactar la negación de la hipótesis (hipótesis nula). En este punto el 42.9% de los alumnos escribieron la hipótesis estadística como negativa, en cambio la hipótesis nula la escribieron como una afirmación. Esto significa que a los estudiantes no les quedó claro que en el proceso de pruebas de hipótesis se busca refutar la hipótesis establecida y, por lo tanto, su comprensión del análisis estadístico formal se complicaría pues tendrían al revés la hipótesis nula y la alternativa.

Observamos que pocos alumnos, el 17.9%, hacen explícita la comparación de los dos grupos (enfermos con marcapasos y enfermos sin marcapasos) tanto en su hipótesis, como en su negación. El 50% redacta la comparación de manera implícita, por ejemplo: “*Los nuevos marcapasos reducen el tiempo entre pulsos del corazón y reducen la intensidad de pulso generado*”. Es importante mencionar que algunos alumnos investigaron cuál era el tiempo entre pulsos e intensidad de pulso en una persona normal y, para ellos, el marcapasos estaría funcionando bien si estas variables caen dentro del rango de una persona saludable e ignoraron que estaban comparando con el grupo de enfermos sin marcapasos (grupo control). También es de notar que, puesto que el 69.9% de los estudiantes escribieron la hipótesis sustantiva en lugar de la estadística, no visualizan la hipótesis como una conjetura muy específica de la investigación en la que se plantea de forma explícita la comparación de dos grupos de pacientes enfermos a través de sus parámetros.

El error tipo 1

También se les solicitó que definieran con sus propias palabras que significaba cometer el error tipo 1 bajo el contexto de la situación problema. El 69.6% lo escribió de manera general, lo que se esperaba porque la mayoría escribieron una hipótesis sustantiva. El 14.3% solo escribieron la definición de error tipo 1 pero no lo redactaron en términos del contexto del problema, y el resto redactó un error no estadístico.

En el 71.4% de las redacciones del error tipo 1 se percibe la condicionalidad. Algunos ejemplos de las palabras que se emplearon para expresarla son: “*cuando en realidad*”, “*cuando*”, “*pero*”, “*y aun así*”, “*pero aún*”, “*que debería*”, entre otros. Es decir usan un lenguaje diferente al que usan los libros de texto para expresar condicionalidad, “*si*” o “*dado que*”. El 12.8% de los alumnos ven en el error tipo 1, como una intersección, pues usan la palabra “*y*”. Por ejemplo: “*los marcapasos funcionan y no se utilizan*”. En el 10.7% de las redacciones de error tipo 1 no se expresa condicionalidad, sino sólo es una afirmación. En la redacción del resto de los alumnos no distingue si es el error está condicionado o no.

■ CONCLUSIONES

En general los alumnos presentan dificultades para escribir las hipótesis estadísticas, pues aunque distinguen las variables involucradas en la situación, no las vinculan con la hipótesis. De acuerdo con los hallazgos de Batanero, Vera y Díaz (2012) en que los alumnos confunden la hipótesis de

investigación con la hipótesis estadística se observa que esto puede provenir de no darse cuenta que en las pruebas de hipótesis se busca refutar la hipótesis y no probarla. En nuestra investigación predominó la confusión entre la hipótesis sustantiva y la estadística, pero también se presentó la confusión de redactar la hipótesis nula como la estadística y la estadística como la nula. Así mismo, llama la atención de que a pesar de que se les da información para fomentar la comparación de dos grupos (enfermos con marcapasos y enfermos sin marcapasos), pocos alumnos hacen explícita la comparación en la redacción de su hipótesis y su negación, quizá porque se concentran en la hipótesis sustantiva.

La desvinculación de la hipótesis con las variables de investigación puede ser muy grave puesto el análisis de los datos arrojará inferencias hacia los parámetros de las variables y no directamente hacia la hipótesis sustantiva. Sin embargo, el hecho de que estos conceptos se tengan previos a la realización de análisis estadísticos (aunque sea informales) puede enriquecer esta perspectiva, puesto que los alumnos podrán palpar la vinculación entre el análisis de las variables a partir de los datos de la muestra con la hipótesis que realmente pueden probar.

Es de llamar la atención que los estudiantes sí vinculan el error tipo 1 con la hipótesis y por lo tanto, también lo desvinculan de la variable. La interpretación del nivel de significancia, por tanto, puede ser problemática si este error persiste. Sin embargo, esto también puede resultar esperanzador porque si se enfatiza en la vinculación de la hipótesis con los parámetros de las variables, este error puede disminuirse.

Así mismo, detectamos una necesidad de mayor uso de lenguaje cotidiano en problemas relacionados con probabilidad condicional, puesto que en sus redacciones, los estudiantes sí distinguen la condicionalidad del error tipo 1, pero usan una forma de expresarla diferente a la que manejan los libros de texto.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo recibido por el proyecto Novus “Transformando la educación estadística desde un enfoque inferencial” con registro en el Tecnológico de Monterrey. Fondo Novus. Convocatoria 2014-2015.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, J. A., Ruiz, B., Tobías, M.G., Villarreal, O. (2014). Proyecto: Transformando la Educación Estadística desde un Enfoque Inferencial. Fondo NOVUS. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Convocatoria 2014-2015.
- Alliaga, M. y Gunderson, B. (2006). *Interactive Statistics* (3ª ed). New Jersey: Pearson.
- Batanero, C., Vera, O. y Díaz, C. (2012). *Dificultades de estudiantes de Psicología en la comprensión del contraste de hipótesis*. *Números*, 80, 91-101.
- Batanero, C. (2000). *Controversies around the role of statistical test in experimental research*. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 75-98.
- Batanero, C. (2013). Del análisis de datos a la inferencia: Reflexiones sobre la formación del razonamiento estadístico. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 277-291.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of Education*. Massachusetts: Cambridge.

- Cantoral, R. (2013). Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre la construcción social del conocimiento. Barcelona, España: Gedisa.
- Cobb, P. y Moore, D. (2000). Statistics and mathematics: tension and cooperation. *The American Mathematical Monthly* (August – September), 615-630.
- Huerta, I. y Gutiérrez, A. (2008). Diseño de un marcapasos externo a demanda basado en el dsPIC30F4013. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 29 (1), 21- 27.
- Moore, D. S. (1992). Teaching statistics as a respectable subject. En F. Gordon y S. Gordon (Eds.), *Statistics for the Twenty-first century* (14-25). Washington D.C.: Mathematical Association of America.
- Makar, K. (2013). Predict! Teaching statistics using informal statistical inference. *Australian Mathematics Teacher*, 69(4), 34.
- 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.
- Rodríguez, M. I., Albert-Huerta, J. A., y Agnelli, H. (2009). Pruebas de Hipótesis y el Valor P: usos e interpretaciones. En G. Buendía y A. Castañeda (Eds), *Memorias de la XII Escuela de Invierno en Matemática Educativa*, 104-117.
- Rossmann, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: one statistician's view. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 5-19.
- Ruiz, B. (2014). Relaciones históricas entre las variables aleatoria y estadística y sus repercusiones didácticas. En Andrade, L. (Ed.), *Memorias del Primer Encuentro Colombiano de Educación Estocástica* (pp 1-12). Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Educación Estocástica.
- Ruiz, B. y Albert, J. A. (2015). Retos y oportunidades de educación en el pensamiento inferencial estadístico. *XIII Congreso Nacional de Investigación Educativa, Consejo Mexicano de Investigación Educativa* (en prensa).
- Wild, C. J., Pfannkuch, M., Regan, M. y Horton, N. J. (2011). Towards more accessible conceptions of statistical inference. *Journal of the Royal Statistical Society*, 174 (2), 247-295.
- Wild, C.J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirica enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248.
- 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.