



UN ACERCAMIENTO A LAS PRUEBAS DE SIGNIFICACIÓN CON TECNOLOGÍA PARA PROFESORES DE BACHILLERATO

Francisco Sepúlveda Vega; Ernesto Sánchez Sánchez

francisco.sepulveda@cinvestav.mx,
esanchez0155@gmail.com

Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del IPN
Ciudad de México, México

.....

Propósito

Presentar dos actividades didácticas que forman parte de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA) para introducir a profesores de estadística de nivel Bachillerato un acercamiento informal a las pruebas de significación utilizando Fathom.

Introducción

La simulación de muestreos aleatorios y de distribuciones muestrales ofrece una alternativa innovadora para la enseñanza de las pruebas de significación que evita su aparato teórico y destaca la lógica del procedimiento que las subyace, por lo que se discute e investiga su incorporación al currículo desde el nivel bachillerato (e.g., Matuszewski, 2018). Sin embargo, los profesores de este nivel no están familiarizados con el tema ni con este acercamiento al razonamiento estadístico inferencial conocido como “informal” (Batanero & Díaz, 2015). En este contexto, se presentan a continuación dos actividades para introducir este enfoque utilizando el software estadístico Fathom. Las actividades forman parte de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA) para implementarse en cursos de actualización de profesores de este nivel. Los cursos contemplan dos fases: una primera, atiende al conocimiento de contenido estadístico y, una segunda, al conocimiento de contenido pedagógico (Groth, 2013). Se presenta una actividad de cada una de estas fases. El trabajo es parte de una investigación de doctorado en proceso.

Fundamentación

Las pruebas de significación (y de hipótesis) son temas fundamentales en la inferencia estadística; sin embargo, son complejas y su aprendizaje requiere de un

proceso largo, tanto porque involucra varios conceptos y sus relaciones (muestra, muestreo, población, distribución, p-valor, etc.), como por las dificultades lógica y probabilista que las caracteriza (Vallecillos, 1995). Dicha complejidad contrasta con el poco tiempo que se le dedica al tema en el currículo estadístico (generalmente un pequeño periodo en un curso de probabilidad y estadística en el nivel universitario). Estas condiciones han provocado que la enseñanza del tema se reduzca a una serie de pasos mecanizados que no producen sentido para los estudiantes. Ante este panorama, se ha explorado introducir las pruebas de significación mediante un enfoque informal con ayuda de tecnología desde el nivel bachillerato (Sánchez, García-Ríos, Silvestre-Castro y Carrasco-Licea, 2020). A grandes rasgos, este enfoque plantea generar mediante una simulación con el software una distribución muestral empírica (DME) cuya media coincida con la hipótesis nula (ver el video que se presentó en el 2do encuentro virtual de Matedumat para generar una DME en Fathom: <https://tinyurl.com/pruebasdesignificacion>). La DME se utiliza para evaluar qué tan inusual es una muestra aleatoria dada de la población; en caso de que resulte muy inusual se rechaza la hipótesis nula. Son tres las características de una DME que reproducen de manera aproximada una distribución muestral teórica, y que la vuelven una herramienta alternativa: 1) El centro de la DME aproxima a la proporción de la población, 2) La forma de la DME tiende a ser normal y 3) La desviación estándar de una DME es aproximada al producto de la desviación estándar de la población por $\frac{1}{\sqrt{n}}$, donde n es el tamaño de la muestra. Por su similitud con una distribución muestral teórica, una DME permite estimar la probabilidad de que el estadístico de una muestra tome un valor determinado o esté en un rango de valores. En el caso de las pruebas de significación, si los datos de la muestra real caen en las colas de la DME, se rechaza la hipótesis nula; de lo contrario, se concluye que no existe suficiente evidencia para rechazarla.

Se han caracterizado niveles de razonamiento que logran los estudiantes de bachillerato cuando se enfrentan a este enfoque (e.g., García-Ríos, 2017). No obstante, se ha discutido poco la experiencia y el conocimiento de los profesores de estos niveles con respecto a las pruebas de significación (mucho menos, mediante este enfoque informal). Por todo lo anterior, resulta pertinente explorar las posibilidades de enseñar a profesores este acercamiento. Se presentan en este artículo dos propuestas de actividades con los profesores que forman parte una misma Trayectoria Hipotética de Aprendizaje (THA). Una THA consiste en los siguientes tres elementos: los objetivos, las actividades y las hipótesis de aprendizaje (Simon, 1995). Para la fundamentación teórica de las hipótesis de aprendizaje se supuso que las concepciones de los profesores relativas a las pruebas de significación son similares a las de los estudiantes (Thompson, Liu y

Saldanha, 2007), por lo que se retomaron algunas concepciones detectadas en estudiantes para diseñar las actividades las cuales se exponen brevemente a continuación. El concepto de población se puede concebir a diferentes niveles de abstracción que van desde una población real (o material) hasta una distribución de probabilidades (Ainley, Gould y Pratt, 2015). La primera suele ser la concepción que tienen los estudiantes; la última, la de los estadísticos. Podría pensarse que, si bien, a diferencia de los estudiantes, los profesores son conscientes de que la simulación no representa una población real, es posible que éstos tampoco posean la concepción de los estadísticos, por lo que se cree que los profesores podrían malinterpretar o darle un sentido distinto del normativo a la DME. En otras palabras, se cree que los profesores tienen una concepción ingenua pero sofisticada de la DME; por ejemplo, conciben la simulación del muestreo aleatorio como preconfigurado en la computadora a partir de la fórmula de una distribución normal, y no comprenden el rol del muestreo aleatorio en las simulaciones por lo que, incluso, consideran este acercamiento “informal” más complejo que el tradicional. Es decir, los profesores no ven a la simulación como una alternativa al enfoque formal, sino como algo por agregar a la enseñanza tradicional. Aunado a la anterior, una segunda concepción de los estudiantes detectada también en profesores es que creen que las pruebas de significación son para verificar las hipótesis; y no para rechazarlas (o no). De dichos supuestos se desprenden las siguientes actividades.

Actividades didácticas

Cada actividad contempla dos fases: la primera se refiere a las respuestas de los profesores a las actividades en un reporte escrito y, la segunda, es sobre la corrección a sus respuestas por parte de un asesor que discutirá con ellos también de manera oral y por escrito las posibles malinterpretaciones o desviaciones en las que caerían al llevar a cabo procedimiento que se espera que aprendan.

Actividad 1

Objetivos de aprendizaje de contenido estadístico:

1. Generar una DME con Fathom y utilizarla para hacer una prueba de significación.
2. Descubrir las ventajas de utilizar un enfoque informal.

Actividad: Después de una breve instrucción para utilizar Fathom y generar DMEs con respecto a proporciones los profesores deben responder en equipos al

siguiente problema y mostrar con capturas de pantalla y texto el procedimiento y la lógica de sus conclusiones:

La propaganda de Coca Cola presume que la mayoría (más del 50%) de la población que consume refresco de cola prefiere Coca en lugar de Pepsi. Para apoyar esta afirmación se hizo una encuesta a 60 personas escogidas al azar que consumen refresco regularmente. De los 60 participantes 35 personas prefirieron Coca Cola. Si se toma como hipótesis que la población está dividida al 50% ¿La información de la muestra obtenida es suficiente para rechazar esta hipótesis?

Las consignas que acompañan este problema son las siguientes: 1) Expliquen su conclusión, 2) detallen paso a paso cómo llegaron a su respuesta, 3) qué tan seguros están de sus conclusiones.

Hipótesis de Aprendizaje: Algunos profesores se basan en lo que recuerdan del método tradicional para proponer un procedimiento que retoma el concepto de desviación estándar y distribución normal. El asesor expone propiedades de la DME y explica que, para resolver el problema, este método no requiere de los cálculos tradicionales, ni del concepto de desviación estándar.

Actividad 2.

Objetivos de aprendizaje de contenido didáctico:

1. Familiarizar a profesores con concepciones típicas de estudiante de bachillerato.
2. Discutir con los profesores los errores típicos de estudiantes para diseñar lecciones que permitan superarlos y promover el razonamiento inferencial

Tarea: Se presenta a profesores la siguiente respuesta modificada a partir de la respuesta de un par de estudiantes a este mismo problema (tomada de García-Ríos, 2017).

“La hipótesis de Coca-Cola es correcta. Pues, tras simular en varias ocasiones la opinión de la población tomando muestras de hasta 100 personas y realizando hasta 500 encuestas en la mayoría de los casos más del 50% de la muestra aceptó que prefiere la Coca-Cola por sobre de la Pepsi. [...] Además de que nuestra muestra de la población real que si contestó la encuesta más del 50% prefirió la Coca-Cola (35 de 60). [Y en la simulación] hasta cuando tomamos a menos del 50% se obtienen resultados en donde más del 50% prefiere la Coca. No obstante, el resultado no es absoluto, ya que esto es solo una simulación y no

refleja la estadística de las personas que conforman la población total mexicana actual.”

Se les pregunta a los profesores que detecten cuáles son las falsas concepciones o teorías personales en las que cae el estudiante, expliquen el por qué las consideran falsas concepciones, y que indiquen cuáles y cómo serían las correcciones y comentarios que éstos harían a las respuestas de los estudiantes.

HA1: Profesores observan que estudiantes confunden DME con una población real.

HA2: Profesores notan que estudiantes tienen una idea ingenua acerca de la inferencia estadística ya que creen que es necesario encuestar a toda la población mexicana.

HA3: Profesores no notan la tendencia verificacionista presente en la palabra “correcta” de respuesta de estudiantes.

Una vez recolectadas las respuestas de los profesores, en cada caso, el instructor abre una discusión para que profesores profundicen en por qué estudiantes presentan estas concepciones. Incluso si algunas de estas falsas concepciones de estudiantes no fueron evidentes en el primer acercamiento, también el instructor las hace explícitas. Cabe aclarar que la THA contempla un ciclo iterativo de actividades similares a las que se presentan aquí.

Puesta en escena

El proyecto de doctorado del que forman parte estas actividades contempla su implementación en un curso de actualización para profesores de estadística de nivel bachillerato de 20 horas de duración. El curso estará dividido en dos partes, la primera será para actividades similares a la Actividad 1 y la segunda a la Actividad 2. Los profesores trabajarán en equipos. El software Fathom tiene un costo accesible, y puede descargarse del siguiente sitio: <https://fathom.concord.org/>. Cabe destacar que las THA tienen un doble objetivo, por un lado, plantean actividades susceptibles a replicarse con profesores, por otro lado, permiten observar sus razonamientos para actualizarse en función de los objetivos de la actividad. En este artículo se presenta solamente lo referente al primero de estos objetivos.

Conclusiones

Se presentaron dos actividades para introducir las pruebas de significación desde un enfoque informal a profesores de estadística de nivel bachillerato. Resta

observar, analizar y describir de qué manera difieren las concepciones de los profesores con respecto a las de los estudiantes y con respecto a las suposiciones que se plantearon en este artículo. El proyecto contempla la actualización de las hipótesis de aprendizaje y de las mismas actividades conforme a los resultados obtenidos al implementarlas. Se espera que con este trabajo se profundice en la discusión acerca de la pertinencia de la introducción de este tema en el nivel bachillerato.

Referencias

- Ainley, J., Gould, R., & Pratt, D. (2015). Learning to reason from samples: commentary from the perspectives of task design and the emergence of Big data. *Educational Studies in Mathematics*, 88, 405-412. doi:10.1007/s10649-015-9592-4
- Ainley, J., Gould, R., & Pratt, D. (2015). Learning to reason from samples: commentary from the perspectives of task design and the emergence of Big data. *Educational Studies in Mathematics*, 88, 405-412. doi:10.1007/s10649-015-9592-4
- Batanero, C., & Díaz, C. (2015). Aproximación informal al contraste de hipótesis. En J. Contreras, C. Batanero, J. Godino, G. Cañadas, P. Arteaga, E. Molina, . . . M. López (Edits.), *Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (Vol. 2, págs. 135-144).
- García-Ríos, V. N. (2017). *Diseño de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje para la Introducción y Desarrollo del Razonamiento sobre el Contraste de Hipótesis en el Nivel Medio Superior*. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Matemática Educativa. Ciudad de México: Tesis sin publicar.
- Groth, R. (2013). Characterizing key developmental understandings and pedagogically powerful ideas within a statistical knowledge for teaching framework. *Mathematical Thinking and Learning*, 15, 121-145.
- Matuszewski, A. (2018). *High School Statistics Teacher's Understanding of Hypothesis Testing Through Simulation*. Tennessee, US: Middle Tennessee State University.
- Parada, S. & Pluvinage, F. (2014). Reflexiones de profesores de matemáticas sobre aspectos relacionados con su pensamiento didáctico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(1), 83 – 113.

- Sánchez, E., García-Ríos, V., Silvestre-Castro, E., & Carrasco-Licea, G. (2020). High school student's misconceptions about significance testing. En A. Sacristán, J. Cortés-Zavala, & P. Ruíz-Arias (Ed.), *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (págs. 1298-1306). México.
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Vallecillos, A. (1995). Comprensión de la lógica del contraste de hipótesis en estudiantes universitarios. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 15(3), 53-81.