

Conocimiento del profesor sobre la importancia del muestreo aleatorio simple para la estimación de parámetros

Teacher's knowledge about the importance of random sampling for parameters estimation

María Inés Herrera y Patricia Marisel Konic

Universidad Nacional de Rio Cuarto

Resumen

Este trabajo presenta una tarea para la enseñanza de la estadística. Se propone comparar tres maneras de seleccionar objetos de una hipotética población de que se dispone. Tal población se presenta con un recurso que muestra que la intuición y la subjetividad son engañosas cuando se quiere producir información confiable de la población. El objetivo es evidenciar la importancia de la aleatorización en la selección de muestras para la estimación de una característica de dicha población. Se fundamenta la potencialidad de la tarea a través de un análisis epistémico de los conocimientos puestos en juego por la misma. Se describen conceptos, procedimientos, propiedades, lenguaje, recursos mediacionales y argumentaciones que se derivan de su resolución. Con esta propuesta se pretende favorecer el conocimiento didáctico-estadístico de los profesores de educación secundaria.

Palabras clave: formación de profesores, conocimiento didáctico-estadístico, diseño de tareas, muestreo aleatorio simple.

Abstract

This paper presents a task for the teaching of statistics. It is proposed to compare three ways of selecting objects from a hypothetical population that is available. We present such a population with a resource that shows that intuition and subjectivity are misleading when trying to produce reliable information of the population. The main objective is to highlight the importance of randomisation in the selection of samples for estimating the characteristics of a population. We show the potentiality of the task through an epistemic analysis of the knowledge involved in it. Concepts, procedures, properties, language, mediational resources and argumentations derived from its resolution are also described. This proposal aims to favor the didactic-statistical knowledge of secondary education teachers.

Keywords: teachers' education, didactic-statistical knowledge, task design, simple random sampling.

1. Introducción

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “*Potencialidades y limitaciones de Recursos como medios para favorecer el conocimiento didáctico-matemático: Estudio desde diferentes enfoques teóricos*” aprobado por la Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Rio Cuarto (UNRC), Argentina. Dicho proyecto se halla enmarcado en las áreas prioritarias de investigación establecidas por la UNRC y su propósito es aportar nuevos conocimientos y posibles estrategias metodológicas para el estudio de *recursos* en la formación matemático-didáctica de profesores. En él sostenemos que la incorporación de un recurso “condiciona” el proceso de enseñanza y aprendizaje; esto supone un desafío a los actuales enfoques teóricos para la enseñanza de la matemática para determinar el modo en que dicho proceso “afecta” al conocimiento.

Se adopta la noción de recurso en un sentido amplio, tomando como definición una de las acepciones establecidas por la Real Academia Española (RAE), en la que se entiende por recurso a un medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende. En este sentido consideramos recursos a manipulativos, tecnológicos, libro de texto, formatos curriculares, la historia, etc. Nuestro problema se enmarca en el supuesto que los distintos tipos de recursos no producen en sí mismos conocimiento. El recurso debe ser analizado a los fines de estudiar potencialidades y/o limitaciones que puede producir por su incorporación en la enseñanza. En consecuencia, interesa estudiar las características del conocimiento matemático emergente ante la incorporación de un determinado recurso en una tarea.

El campo de investigaciones relacionadas con el conocimiento profesional de los profesores para la enseñanza de la estadística se hallaba poco desarrollado hasta la organización del ICMI Study 14 (Batanero, Burrill y Reading, 2011) que ha ocasionado una amplia línea de investigación sobre el tema. Es también menor que en otras áreas de matemáticas el estudio de recursos que promuevan el conocimiento estadístico. Debido al retraso en la investigación relacionada se evidencia en la débil formación de los profesores, que pone énfasis en la aplicación de los métodos tradicionales de enseñanza de la matemática, centrados generalmente en la aplicación de técnicas, en detrimento de generar habilidad para pensar estadísticamente (Batanero y Díaz, 2010; Pfannkuch y Wild, 2004). Esta problemática, también ha sido evidenciada en congresos y eventos sobre enseñanza de la estadística de nivel internacional, organizados por ejemplo por la Asociación Internacional de Educación Estadística (IASE). La falta de conocimiento del profesorado también se ha mostrado en investigaciones como las de Arteaga, Batanero, Contreras y Cañadas (2016) o Estrada, Batanero y Fortuny (2004).

Desde la comunidad científica las recomendaciones se inclinan a favor de una enseñanza que propicie el desarrollo de la competencia, el razonamiento y/o pensamiento estadístico (Garfield y Ben Zvi, 2008). En tal sentido es necesario, por un lado, elaborar tareas de enseñanza que favorezcan el aprendizaje de la estadística y por otro, ofrecer instancias de formación para profesores que brinden la posibilidad de resignificar sus conocimientos, con el propósito de implementar adecuadas trayectorias didácticas en el aula.

El objetivo central de este trabajo es el diseño de una tarea, en la que se involucran distintos recursos, que promueven una discusión sobre la importancia de la selección de muestras al azar para la estimación de un parámetro con el fin de desarrollar componentes del conocimiento didáctico-estadístico en la introducción del *Muestreo aleatorio simple* (MAS).

En los siguientes apartados realizamos una breve descripción del marco teórico y metodológico (apartado 2); en el apartado 3 presentamos la tarea y fundamentamos su pertinencia; finalmente se establecen algunas reflexiones finales.

2. Marco teórico y metodología

La estadística y la probabilidad se ocupan de la incertidumbre, de la variación presente en todo género de procesos naturales. La palabra incertidumbre se emplea con la intención de evocar a dos temas relacionados: datos y aleatoriedad. Varias son las razones por las que la producción de datos es importante en la enseñanza de la estadística. Existen varios principios de organización de temas en un plan de estudio que ayudan a ver el estudio matemático de datos y el azar como un todo coherente. Uno de

ellos es la progresión de las ideas del análisis de datos desde la producción de datos, a través de la probabilidad a la inferencia (Moore, 1990).

Diversos estudios de investigación han mostrado que los conceptos y el razonamiento que involucra la inferencia estadística son difíciles para la mayoría de los estudiantes, incluso para profesores e investigadores que la aplican en su vida profesional (Harradine, Batanero y Rossman, 2011; Inzunza, 2013). En tal sentido, es necesario plantear tareas con el fin de resignificar ideas fundamentales como son aleatoriedad, incertidumbre, variabilidad, muestreo aleatorio, error de medición, distribución muestral y estimación puntual de parámetros, que hagan posible una aproximación menos formal y más intuitiva a la inferencia estadística.

Para la construcción del razonamiento inferencial, el estudiante debe comprender, en primer lugar, el proceso de muestreo (Batanero, 2013) para la producción de datos (números en un contexto) adecuados, para luego arribar a conclusiones sobre la población de donde provienen. El concepto de muestra proporciona la oportunidad de mayor experiencia con el azar y la variación aleatoria. El planteo precedente nos ofrece un referente epistémico que dará luz para la caracterización de contenidos adecuados y pertinentes para el diseño de la tarea.

El Enfoque Ontosemiótico para el Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007) dispone de herramientas para el diseño (Godino, 2013), implementación y valoración de una trayectoria didáctica centrada en la realización de una tarea de análisis de datos específica. En este caso se llevarán a cabo las dos primeras fases de las cuatro planteadas por Godino, Rivas, Arteaga, Lasa y Wilhelmi (2014) en un diseño o ingeniería didáctica, esto es, *estudio preliminar y diseño* de la tarea. Para esto utilizaremos la noción de *configuración epistémica* a fin de visualizar la relación existente entre los objetos primarios que se ponen en juego en la tarea: elementos lingüísticos, conceptos, procedimientos, proposiciones y argumentaciones. (Godino, Batanero y Font, 2007).

3.1 Tarea “*Colonia de Medusas*”

En este apartado incluimos el enunciado de una tarea, adaptada de Scheaffer, Gnanadesikan, Watkins, Witmer (1996, p. 99). En dicha actividad se usa el recurso de la hoja de rectángulos divididos en cuadrados (Fig.1) con el fin de estimar el área promedio de los rectángulos. El dato del área de cada rectángulo se obtiene con un simple cálculo una vez que se determinó el área de un cuadrado. En la tarea adaptada que presentamos los rectángulos se reemplazan por “medusas” (Fig.1). El propósito del cambio es que una medición, en este caso con una regla, proporcione el dato y ponga en juego cuestiones que surgen en los procesos de medición.

Se trata de una secuencia que hemos empleado en talleres de formación de profesores de enseñanza secundaria con el fin de profundizar en los conocimientos fundamentales de la estadística. Más precisamente, se trata de un recurso que involucra una hoja con una hipotética población de medusas mediante la que se puede simular una situación que podría ser real. Las medusas serán seleccionadas de tres maneras distintas con el fin de evidenciar la importancia de la selección al azar para estimar un parámetro con mayor precisión y que la intuición puede ser engañosa.

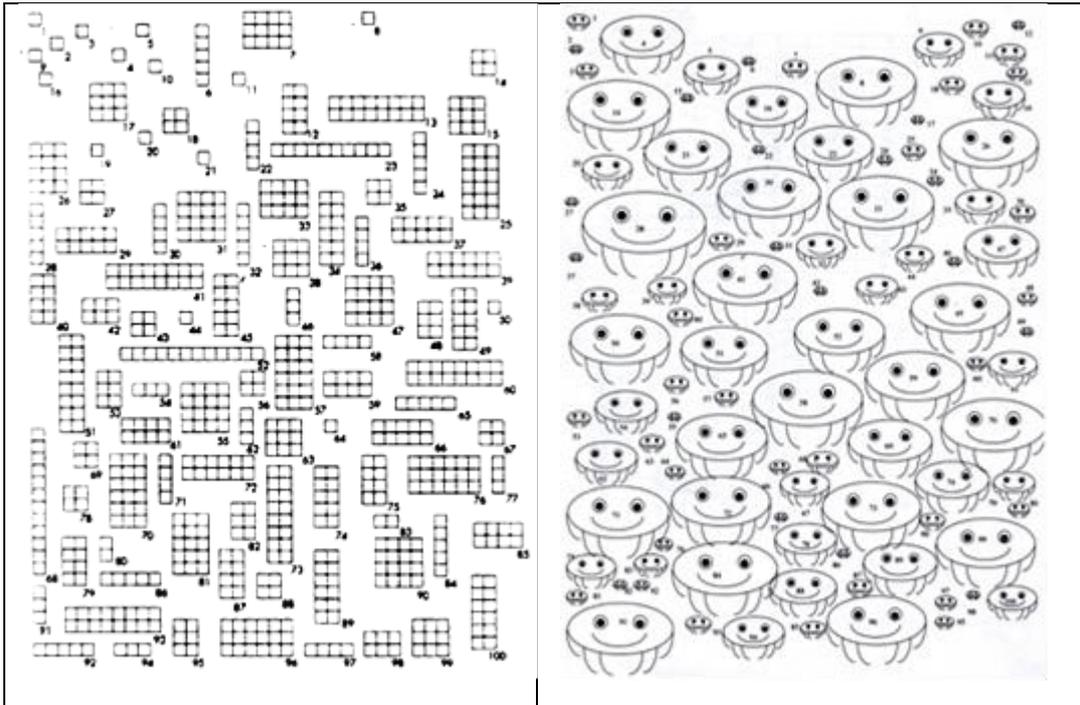


Figura 1. Hojas de rectángulos y colonia de medusas

Tarea

Supongamos que se ha descubierto una colonia de medusas marinas y para conocer sus características en principio nos proponemos informarnos sobre la longitud que tienen. Simularemos que estamos viendo todas las medusas de la colonia, para ello se entregará una hoja tamaño A4 donde en el reverso están representadas (ver Fig.1). Se proponen cuatro situaciones, que se describen a continuación:

Situación/problema 1 (SP1): Selección de una medusa de la colonia bajo estudio

Se pide no dar vuelta la hoja hasta que se indique, entonces observar un instante la hoja e identificar aquella medusa que a criterio del estudiante sea útil para estimar la longitud promedio de las medusas de la colonia. Se dan las siguientes instrucciones:

- Apunta el número con el cual se identifica la medusa que elegiste, mide su longitud (medida horizontalmente) y registra este dato.
- ¿Por qué elegiste esta medusa?
- Comparte con un compañero/a lo respondido en los incisos anteriores ¿seleccionaron con el mismo criterio? Si la respuesta es afirmativa: ¿eligieron la misma medusa?
- ¿Pueden confiar que la longitud de la medusa elegida es una buena estimación de la longitud promedio de la colonia? ¿Por qué?

Situación/problema 2 (SP2): Selección “subjetiva” de diez medusas

Con el fin de estimar el parámetro “longitud media de las medusas”, se pide observar la hoja de la colonia y seleccionar 10 medusas que a juicio del estudiante sean representativas de todas las medusas de la población bajo estudio. Se les da las siguientes instrucciones:

- Apunta los números que identifican las 10 medusas seleccionadas y sus correspondientes longitudes.
- Calcula la longitud promedio de las diez medusas seleccionadas y registra el valor obtenido. ¿El resultado de este cálculo qué estima?
- Compara el resultado del cálculo realizado con un compañero/a ¿Son iguales? ¿Por qué?

- d. Para la estimación deseada ¿consideras este procedimiento más confiable que el de la actividad 1? ¿Por qué?

Situación/problema 3 (SP3): Selección al azar de diez medusas

Con el fin de estimar el parámetro “longitud media de las medusas” se pide seleccionar al azar 10 medusas y se plantean las siguientes preguntas:

- Responde los incisos *a*, *b*, *c* de la situación/problema 2.
- Para la estimación deseada ¿consideras este procedimiento más confiable que el de la situación/problema 2? ¿Por qué?

Situación/problema 4 (SP4): Recogida de los datos de la clase

El profesor solicitará cargar los resultados obtenidos hasta el momento por todos los integrantes de la clase, usando un paquete estadístico a su elección, para su posterior análisis. También proporcionará el verdadero valor de la longitud promedio de la población bajo estudio a efectos de comparar los distintos métodos de selección empleados en la tarea. Se continúa con las siguientes actividades:

- Realiza un gráfico de cajas donde se representen los tres grupos de datos obtenidos con los tres métodos de selección empleados.
- ¿Qué método de selección arrojó menos variabilidad y cuál más? ¿A qué atribuirías las diferencias de variabilidad que observas?
- ¿Qué método dio la mejor estimación?

3.2 Análisis para el reconocimiento de objetos y significados de la tarea

En la resolución de la secuencia de tareas, en su conjunto, se observan multiplicidad de objetos y significados atribuidos en el contexto dado. Esto se pone en evidencia mediante el análisis semiótico de la configuración epistémica. Un resumen de la misma se presenta en las Tablas 1 a 5.

Tabla 1. Configuración de objetos y significados (Elementos lingüísticos)

Tipos de objetos	Significados
<p>Mira la hoja de la colonia de medusas un instante. Apunta el número con el cual se identifica la medusa que elegiste, mide su longitud y registra este dato. ¿Se puede confiar que la longitud de la medusa elegida es una buena estimación de la longitud promedio de la colonia? Gráficos para comparar los resultados de muestras tomadas con diferentes técnicas.</p>	<p>Valorar la intuición del estudiante Establecer la correcta relación entre medusa – medida. Convertir un objeto (medusa) en un dato (individuo-medida) Reflexionar sobre representatividad muestral en presencia de variabilidad e incertidumbre.</p>

Tabla 2. Configuración de objetos y significados (Conceptos)

Tipos de objetos	Significados
Longitud de una medusa	Dimensión del eje mayor de una elipse, figura con la que se representa cada medusa.
Medición	Acto que se realiza para asignar un número o categoría a unidades de estudio, respetando un patrón de medida específico.
Error de medición	Diferencia entre el valor medido y el “valor real” el que depende de la precisión del instrumento de medición.
Población bajo estudio	Grupo de elementos (entes) del que se pretende indagar y conocer al menos una característica, y para el que serán válidas las conclusiones del estudio.
Unidad de estudio	Cada uno de los elementos de la población de los que se obtienen los datos para el estudio (observaciones mediciones)
Muestra	Parte de la población que efectivamente se mide u observa.
Muestra Representativa de la población	Las características de interés en el estudio de la muestra deben ser similares a los de toda la población.
Muestra Aleatoria	La que se obtiene considerando que cada ente de la población ha tenido la misma oportunidad de formar parte de ella y es representativa de la población.
Variabilidad entre unidades	Longitudes diferentes entre medusas de la población.
Variabilidad Muestral	Variación de las características numéricas entre las muestras obtenidas por cada sujeto participante.
Parámetro Estadístico	Longitud media de la población de medusas. Resumen numérico que se calcula a partir de una muestra y a su vez una variable aleatoria.
Estimador puntual	Estadístico cuyo valor se considera próximo a un parámetro que, por ser generalmente desconocido, se desea estimar.
Promedio muestral	Es el resultado de la suma de las longitudes observadas en la muestra seleccionada dividido 10.
Muestreo Aleatorio Simple	Método de selección de medusas en el que todas tienen la misma probabilidad de ser elegidas.

Tabla 3. Configuración de objetos y significados (Propiedades)

El promedio muestral es un estimador insesgado de mínima varianza.	Bajo determinadas condiciones de la distribución de las longitudes y el tamaño muestral, el promedio observado es un “buen estimador” de la longitud media de todas las medusas.
El promedio se ve afectado por valores extremos.	Según la forma de la distribución de las longitudes obtenidas el promedio observado tomará un valor alejado o no del centro.
La frecuencia con que se presentan los datos influye en el resultado del promedio.	El cálculo del promedio es incorrecto si se consideran solamente los valores distintos de los datos sin tener en cuenta la frecuencia con que se presentan (seleccionar únicamente medusas de distintos tamaños)
La selección de muestras al azar brinda un estimador más preciso del parámetro.	La selección de medusas al azar proporcionará un promedio observado con menor sesgo y menor variabilidad.

Tabla 4. Configuración de objetos y significados (Argumentos)

Tipos de objetos	Significados
<p>Como la distribución de las longitudes presenta una asimetría donde los valores más pequeños son más frecuentes, para estimar la longitud promedio de la población, se debe elegir una medusa de “tamaño” inferior a las de “tamaño mediano”.</p> <p>La medusa elegida, por distintos estudiantes, es la misma, sin embargo el dato no coincide.</p> <p>La selección de una sola medusa no es una muestra adecuada para la estimación de un parámetro.</p> <p>El criterio que emplea cada sujeto para la selección de una muestra puede ser el mismo, sin embargo, los datos y en consecuencia el promedio en general no coinciden.</p> <p>Dado que el método de selección al azar da la posibilidad de que todas las medusas de la población tengan la misma posibilidad de ser elegidas, se espera que la muestra refleje lo que ocurre en la población.</p> <p>Los cuartiles y extremos de las cajas permiten comparar la variabilidad en los tres grupos de datos obtenidos en SP1, SP2 y SP3.</p> <p>Las diferencias de variabilidad se pueden atribuir a los métodos empleados para la selección de muestras.</p> <p>La mejor estimación es la que presenta menor discrepancia entre la media observada y la media esperada (parámetro).</p>	<p>Tomar en consideración la forma de la distribución de las longitudes para seleccionar una medusa cuya longitud se aproxime a la verdadera longitud promedio poblacional.</p> <p>Error de medición o el dato está expresado en diferentes unidades.</p> <p>Una muestra aunque sea pequeña, refleja la variabilidad presente en toda población, no así una muestra de tamaño 1.</p> <p>La intuición y subjetividad pueden engañar.</p> <p>Para que la muestra sea una “ventana” de la población debe ser una muestra aleatoria.</p> <p>El rango intercuartílico proporciona una idea de la variabilidad de los datos.</p> <p>En SP1 la mayoría subestimarán el parámetro y con menor variación, en SP2 la mayoría lo sobreestimarán y en SP3 los promedios se centrarán cerca de la media de la población.</p> <p>La selección de muestras al azar con un tamaño determinado brinda estimaciones de parámetros con mayor precisión.</p>

Tabla 5. Configuración de objetos y significados (Procedimientos)

Tipos de objetos	Significados
<p>Visualizar y elegir una medusa apropiada para estimar un parámetro, percibiendo la variabilidad de la población.</p> <p>Convertir una observación en un dato.</p> <p>Registrar longitudes, unidades de medida e identificación de la unidad de estudio.</p> <p>Cálculo de promedios (estimar puntualmente el parámetro de interés)</p> <p>Debatir el criterio empleado para la selección de una medusa.</p>	<p>Se usa en SP1 a-</p> <p>Elegir una medusa y medir su longitud</p> <p>Identificar el número de medusa, dar su longitud, unidad en la que se mide.</p> <p>Se usa en SP2 b- y en SP3 a-</p> <p>Se usa en SP1 c-</p>

Debatir el criterio empleado para la selección de una muestra de medusas	Se usa en SP2 c-
Reconocer un estimador del parámetro de interés	
Elegir un recurso apropiado para generar números aleatorios.	Se usa en SP2 b- y Sp3 a-
Identificar el paquete estadístico que considere adecuado para el análisis solicitado.	Se usa en SP3
Manipular paquetes estadísticos para generar números aleatorios, elaborar una matriz de datos, construir gráficos de cajas.	Se usa en SP4
Construir diagramas de caja	Se usa en SP4
Comparar las distribuciones de los tres conjuntos de datos representados por diagramas de caja.	Se usa en SP4 a-
Analizar “que dicen los datos” representados en el diagrama de caja.	Se usa en SP4 b-
	Se usa en SP4 b- y c-

3.3 Discusión

La configuración epistémica (Tablas 1 a 5), muestra multiplicidad de objetos primarios y diversidad de significados. De la lectura de dicha configuración se pueden inferir que:

La situación/problema 1 requiere un conocimiento estratégico para aplicar conceptos fundamentales de la estadística que constituyen el pilar donde se apoya la estadística inferencial. Además, brinda la posibilidad de recurrir a la intuición poniendo en juego tales conceptos para poner en evidencia que tanto la intuición como un inadecuado tamaño muestral arrojarán una estimación sesgada. Así mismo, permite comparar datos con el fin de comprobar errores de medición.

La resolución de la situación/problema 2 requiere la integración de conocimiento común y especializado (Godino, 2009) para seleccionar, de manera subjetiva, una muestra que refleje las características de la población. Además, propicia el debate sobre la variabilidad de promedios muestrales en relación al criterio de selección elegido.

En cuanto a la situación/problema 3 se adiciona a la actividad anterior el conocimiento sobre recursos tecnológicos disponibles para la selección de una muestra al azar. Se espera que dicho conocimiento remueva la idea de cerrar los ojos y señalar un lugar para escoger el objeto más cercano al dedo, ya que será más probable que se escojan objetos de la zona central de la hoja.

Por último, la situación/problema 4 por una parte demanda un conocimiento especializado de paquetes estadísticos disponibles para el análisis de datos, con el fin de seleccionar el apropiado de acuerdo al contexto estudiantil. Por otra parte, se requiere del profesor el conocimiento de cómo cargar datos de acuerdo al análisis exploratorio deseado (identificación de individuos, variables y los grupos de datos, y crear una representación gráfica con tres box-plot). Además, se requiere un conocimiento para “leer los datos” a partir de un gráfico, prestando atención a la forma y variabilidad de distribuciones de la media muestral, aun cuando el foco principal de la tarea está en su centro. Se propicia una reflexión sobre los distintos procedimientos realizados a lo largo

de la tarea y sus resultados con el fin de deconstruir el significado de la importancia de la aleatorización en la obtención de datos.

3. Reflexiones finales

Usualmente en cursos y libros de textos se describe una situación bajo estudio y se menciona “se tomó una muestra al azar obteniéndose...” o indistintamente, se proporciona un conjunto de datos, sin referir cómo fueron obtenidos para el estudio de una población desconocida. En tal sentido, entendemos que es fundamental “hacer notar” la importancia de la aleatorización en la recolección de datos.

Consideramos que una tarea como la que presentamos tiene un alto *grado de idoneidad epistémica* en el sentido que, por un lado incorpora un recurso en contexto (la población “colonia de medusas”) que permite “tomar mediciones” (producir datos), acordar una unidad de medida y verificar la existencia de errores de mediciones. Por otro lado, vivir la experiencia de *seleccionar muestras al azar* para luego comparar estimaciones con el parámetro calculado, precisamente porque se dispone de la población. Además, propicia un debate, de manera simultánea, sobre el sesgo en el muestreo y el sesgo en la medición, lo que promueve la comprensión de la conceptualización de su diferencia.

En términos de perspectivas, el recurso seleccionado para la tarea, posibilita el avance en nociones de probabilidad, distribución muestral del promedio, Teorema del Límite Central e Intervalo de Confianza para la media. En el mismo sentido que sostiene Moore (1990), el recurso permitiría la conexión entre datos y la inferencia estadística.

Referencias

- Arteaga, P. y Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 19(1), 15-40. DOI: 10-12802/relime13.1911.
- 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.
- Batanero, C., Burrill, G. y Reading, C. (Eds.) (2011). Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education. A Joint ICMI/IASE Study. New York; Springer.
- Batanero, C. y Díaz, C. (2010). Training teachers to teach statistics: what can we learn from research? *Statistique et Enseignement*, 1. On line: <http://www.statistique-et-enseignement.fr/ojs/>.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *UNIÓN, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31.
- Godino, J. D. (2013). Diseño y análisis de tareas para el desarrollo del conocimiento didáctico-matemático de profesores. 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. 1-15). Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135.

- Godino, J. D., Rivas, H., Arteaga, P., Lasa, A. y Wilhelmi, M. R. (2014). Ingeniería didáctica basada en el enfoque ontológico-semiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématique*, 34 (2/3), 167-200.
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. New York, USA: Springer.
- Harradine, A., Batanero, C. y Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education* (pp. 235-246). New York: Springer.
- Izunza, I. (2013). Un acercamiento informal a la inferencia estadística mediante un ambiente computacional con estudiantes de Bachillerato. *Revista Electrónica AMIUTEM*, 1(1), 60-75
- Moore, D.S. (1990). *Uncertainty*. En L.A. Steen (Ed.), *On the shoulders of giants*, pp. 95-173. Washington: National Academy Press.
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, pp. (17 – 45).
- Real Academia Española (2001). *Diccionario de la lengua española* (23^a ed.). Consultado en <http://dle.rae.es/?id=VXlxWFW>.
- Scheaffer, R., Gnanadesikan, M., Watkins, A., Witmer, J. (1996). *Activity-Based in Statistics: Student Guide* –Berlín: Springer.