

Implementación de la estrategia basada en la creación de problemas en cursos de estadística

Implementation of the strategy based on creating problems in statistics courses

Lidia Retamal Pérez, Hugo Alvarado Martínez y Rosamel Sáez Espinoza

Universidad Católica de la Santísima Concepción

Resumen

En este trabajo se evalúa la implementación de conceptos y procedimientos estadísticos descriptivos mediante la estrategia basada en la creación de problemas. Se analiza los informes contextualizados por un grupo de 101 estudiantes de ingeniería. En base a un problema creado por los docentes y desarrollado en conjunto con los estudiantes, se obtuvo 50 problemas creados por grupos de estudiantes de cinco especialidades de la ingeniería. Hubo dificultades en la declaración de objetivos e hipótesis en los problemas, también en el análisis de relaciones de dos variables estadísticas. En consecuencia, la estrategia metodológica utilizada aumentó el interés, autonomía y aplicación de recursos informáticos para el análisis de los datos en la solución de creación de problemas reales.

Palabras clave: Estadística, creación de problemas, educación universitaria, ingeniería.

Abstract

In this paper, the implementation of concepts and procedures descriptive statistical through the strategy based on the creation of problems is evaluated. The reports contextualized by a group of 101 engineering students are analyzed. Based on a problem created by the teachers and developed in cooperation with the students, 50 problems created by groups of students from five engineering specialties were obtained. There were difficulties in the declaration of the problems objectives and hypotheses, as well as in the analysis of relations of two statistical variables. Consequently, the methodological strategy used increased the interest, autonomy and application of computer resources to analyse the data in the solution to create real problems.

Keywords: Statistics, problem creation, university education, engineering.

1. Introducción

En la actualidad, las escuelas de ingeniería están presentando nuevos modelos educativos basados en competencias; destacando el rol activo del estudiante, la utilización de recursos informáticos y de plataformas virtuales de aprendizaje en la docencia, la reflexión sobre la retroalimentación oportuna durante el proceso de la evaluación de los resultados de aprendizaje y la preparación del profesorado en metodologías de enseñanza actualizada (Alvarado y Batanero, 2007; 2008; Alvarado, Galindo y Retamal, en prensa). En consecuencia, la tendencia es implementar un currículo menos técnico y cada vez más práctico, en un contexto de concebir-diseñar-implementar-operar (CDIO, <http://www.cdio.org/>), siendo uno de los estándares los resultados de aprendizaje (Muñoz, Martínez, Cárdenas y Cepeda, 2012). Esto ha suscitado un interés sobre la formación estadística de los ingenieros (Martín, 2006; Romeu, 2006).

Sin embargo, las estadísticas chilenas evidencian que las carreras de ingeniería tienen una de las tasas de titulación y egreso más bajas y altos índices de deserción; lo que

implica una necesidad real de mejorar las prácticas pedagógicas de los profesores, pues es uno de los factores fundamentales en la explicación de estos fenómenos (Canales y de los Ríos, 2007). Vaccarezza, Sánchez y Alvarado (2018) en su estudio con una muestra de 15 docentes de carreras de ingeniería indican que los docentes usan estrategias de enseñanza tradicionales, que en las aulas se trabajan académicamente contenidos y habilidades ingenieriles, sin incorporar aspectos sociales y contextuales necesarios en la formación universitaria.

En situaciones-problemas de ingeniería la estadística descriptiva es la primera fase de exploración de los datos, proporcionando una metodología para analizar la variabilidad y determinar relaciones entre las variables estadísticas. Es un tópico de la estadística que conjuga muchos conceptos asociados, diversos tipos de lenguaje y representaciones, propiedades, procedimientos y argumentos. Sin embargo, se reporta una comprensión superficial de conceptos estadísticos básicos; sobre representaciones gráficas y medidas estadísticas (Juárez e Inzunza, 2014), la mediana (Mayén, Batanero y Díaz, 2009; Mayén, Cobo, Batanero, y Balderas, 2007), interpretación de los coeficientes de correlación y determinación (Inzunza, 2016) y procesos estadísticos (Ben-Zvi y Garfield, 2004; Chance, delMas y Garfield, 2004).

El objetivo de este trabajo es evaluar la implementación de la metodología de enseñanza innovadora creación de problemas sobre estadística descriptiva por un grupo de estudiantes de ingeniería. Se utiliza esta estrategia como un medio para potenciar competencias y conocimientos estadísticos en la Escuela de Ingeniería.

2. Marco de referencia

2.1. Creación de problemas

La creación de problemas se define como un proceso mediante el cual se obtiene un nuevo problema a partir de un problema conocido (variación de un problema dado) o a partir de una situación dada (elaboración de un problema). La literatura pone en evidencia hoy en día su alcance y potencial desarrollo en los planes de estudio (Bonotto, 2013; Ellerton, 2013; Malaspina, 2017; Stoyanova y Ellerton, 1996).

Consideramos que la actividad de analizar y resolver problemas creados individual o grupalmente por los estudiantes fortalece los procesos de aprendizaje y produce actitud positiva hacia el desarrollo del pensamiento estadístico. Las razones de la importancia de la creación de problemas, y su impacto tanto para los profesores que enseñan estadística como para los estudiantes de ingeniería, son:

- *En la enseñanza* (creación de problemas por los profesores) contribuye a proponer problemas que sean cercanos a las motivaciones de los estudiantes y al contexto de las ciencias de la ingeniería y proponer problemas que recojan las inquietudes e intereses de los jóvenes.
- *En el aprendizaje* (creación de problemas por los estudiantes) contribuye a identificar problemas y de investigar, enunciar preguntas, ampliar la visión de la estadística y adquirir una formación estadística más sólida.
- *En la iniciación científica* contribuye a estimular la capacidad de formularse preguntas (esencial en la investigación), estimular la capacidad de identificar problemas y formular modelos estadísticos; estimular y desarrollar la

creatividad; estas habilidades forman parte de las competencias del futuro ingeniero.

Por lo anterior, el diseño e implementación de creación de problemas en el aula de estadística, esperamos contribuya al interés, motivación y apropiación de ideas estadísticas fundamentales de los futuros profesionales ingenieros sobre las múltiples aplicaciones de la probabilidad y estadística en la ciencia de la ingeniería, y por cierto aumentar el porcentaje de aprobación y disminuir la deserción a mitad del proceso de estudio en la asignatura.

2.2 Estadística en la ingeniería

En ciencias de la ingeniería son importantes las aplicaciones de la estadística y los alcances del riesgo y toma de decisiones en contextos tales como el estudio de caudales de ríos para la construcción de puentes, estudio de olas para el diseño de un puerto marítimo y el análisis del procesamiento de grandes volúmenes de datos en constante crecimiento. En la educación superior se presenta una mayor variedad y cantidad de conceptos y procedimientos, y se debe enfatizar todo el proceso de razonamiento estadístico. No obstante, en asignaturas de estadísticas se presentan a los estudiantes un listado de ejercicios por unidad a desarrollar donde muchos son descontextualizados. Surge la interrogante ¿Por qué aprender y enseñar estadística resolviendo sólo problemas que otros crearon?

Las experiencias de innovación educativa en la enseñanza y aprendizaje de la matemática son escasas en las escuelas de ingeniería; situando la enseñanza de la estadística en el aula mediante procedimientos de cálculo y convencionalismos simbólicos, en lugar de resolver situaciones problemas creados por ellos mismos. En este ámbito los profesores requieren también evaluar críticamente la calidad de una actividad estadística en relación a la solución de un problema propuesto y tener la capacidad de modificarlo adecuadamente para posibilitar actividades estadísticas más enriquecedoras y desafiantes para los estudiantes, que es lo que se pretende analizar en esta investigación. Es así que el docente juega un rol importante, que obviamente requiere tener competencias estadísticas y didácticas para estimular a los estudiantes en cada etapa.

Este trabajo, en correspondencia con los estándares CDIO, considera dos resultados de aprendizaje, RA1: Utilizar los elementos metodológicos de la estadística descriptiva en una y dos variables en la descripción e interpretación de datos y elaboración de informes relacionada con la ciencia de la ingeniería, RA2: Uso de recursos informáticos en el análisis de información estadística para la elaboración de informes orientados a proyectos.

2.3 investigaciones previas sobre estadística descriptiva

La comprensión de información estadística involucra habilidades básicas como la capacidad de organizar datos, construir y presentar tablas, y reconocer e interpretar diferentes representaciones de datos (Ben-Zvi y Garfield, 2004). Juárez e Inzunza (2014) en un estudio con profesores de matemáticas detectaron un razonamiento de nivel bajo sobre conceptos estadísticos básicos; una comprensión superficial sobre la interpretación y conversión de representaciones gráficas, las medidas de tendencia central y de variabilidad. Además, utilizan pocos conceptos para describir y comparar distribuciones de datos. Aunque los estudiantes realizan bien los cálculos no los

interpretan adecuadamente y carecen de comprensión del proceso estadístico (Chance, delMas y Garfield, 2004). Más aún, Ben-Zvi y Garfield (2004) señalan que los estudiantes se conforman con dar una respuesta en problemas contextualizados en lugar de elegir un procedimiento estadístico pertinente.

Inzunza (2016) señala que la comprensión de la correlación y la regresión lineal requiere del dominio de una estructura de una relación bivariada e interés en la construcción de modelos y en la predicción de variables. En su investigación con 34 estudiantes de informática (18-19 años) enfatiza la dificultad para distinguir la variable respuesta de la variable explicativa para la comprensión de la regresión. Otros estudios del tema citados por el autor analizan las estrategias de estimación de la correlación en los diagramas de dispersión y desarrollo del razonamiento correlacional a través de la enseñanza.

Si bien se reportan deficiencias sobre la comprensión de medidas de posición central, representaciones gráficas y asociación de variables, son escasas las investigaciones en el nivel universitario de las ingenierías.

3. Metodología

3.1. Participantes

Participaron en la investigación 101 estudiantes universitarios de ingeniería (19-21 años), de las especialidades de ingeniería civil 21 (20,8%), civil industrial 24 (23,8%) civil geológica 25 (24,6%), civil informática 8 (7,9 %) y civil eléctrica 23 (22,8%). De los 101 estudiantes 28 (27,7%) son mujeres. De acuerdo al plan de estudios los estudiantes estaban cursando segundo año académico y les correspondía iniciar la asignatura semestral de probabilidades y estadística. Los 101 estudiantes estaban cursando segundo y tercer año de su malla curricular.

El programa de actividad curricular comprendía a la semana tres horas de cátedra, una hora de práctica y una hora de laboratorio de computación en la que utilizaron la planilla excel y el programa R. El curso lo componían cuatro profesores de cátedra, quienes tienen más de una década de experiencia en la enseñanza de la estadística en el nivel universitario. También, las actividades de aprendizaje prácticas fueron apoyadas por otros cuatro profesores con formación estadística en las sesiones de ayudantía y laboratorio de computación.

La inscripción de los estudiantes en las secciones disponibles del curso la realizaron por internet (requisito es haber aprobado el curso de cálculo II), de manera que una vez completada una sección debe incorporarse a la que está con cupos disponibles. En consecuencia, el curso contempló tres secciones de 26, 27 y 48 estudiantes de las cinco especialidades.

3.2. Creación de problemas por los docentes

Autores como Ellerton (2013) y Malaspina (2017) sugieren que una buena forma de ayudar a los estudiantes en el aprendizaje de la matemática es mediante el trabajo guiado de la creación de problemas, escogidos libremente por los estudiantes.

La secuencia de aprendizaje de la estadística orientada a la creación de problemas incluía la primera unidad del curso, estadística descriptiva en una y dos variables, la que se realizó con actividades diferenciadas y desarrolladas en grupos de al menos dos estudiantes fuera clase en un tiempo de cuatro semanas. La planificación consideró las

siguientes actividades asociadas según los resultados de aprendizaje:

- Revisión del programa de actividad curricular y elaboración del syllabus de la asignatura.
- Presentación al equipo de profesores de lo que significa la creación de problemas. Se enfatiza la importancia de crear problemas que favorezcan el aprendizaje y el pensamiento estadístico situada a la ingeniería.
- Elaboración de ejemplos de problemas creados por profesores.
- Selección de contenidos fundamentales en las unidades de la asignatura: en nuestro caso discusión en el aula sobre el uso de la estadística descriptiva en situaciones propias de la ingeniería (RA1), y tutorías de uso de la planilla excel y del software estadístico programa R para el análisis de datos y solución de pequeñas investigaciones en el contexto de la ingeniería (RA2).
- Organización de la presentación a los estudiantes del curso un problema elaborado, en el marco de un episodio concreto en la clase del profesor.
- Elaboración de Problemas con el propósito de que los estudiantes - individualmente y luego en grupos de dos o tres - resuelven el problema encomendado donde su solución facilite la solución del problema.

La siguiente actividad elaborada por los docentes y presentada a los estudiantes, tiene por propósito que ellos propongan problemas modificando el problema dado y posteriormente propongan problemas retadores y desafiantes más allá de la obtención de una solución correcta del problema del problema del episodio.

Situación problema: ¿Tengo conciencia sobre el consumo de agua en mi hogar?
¿Podemos estimar el consumo medio de agua en familias del Gran Concepción?



Figura 1. Boleta sobre el consumo de agua en un mes determinado

En la Figura 1 se muestra una boleta sobre el consumo de agua en un hogar de la Ciudad de Talcahuano, socializada con los estudiantes en la plataforma virtual del curso. A continuación, se solicitó a los estudiantes obtener boletas de consumo del agua en dos meses del año (enero o febrero y marzo o abril año 2018) y completar la información en un cuestionario online. Se elaboró una matriz de orden 84 boletas vs 37 variables cualitativas y cuantitativas.

Las variables sociodescriptivas consideradas fueron las siguientes: a) Asigna un valor estimado de cuántos litros de agua en un día de la semana cree usted que se consume donde vive actualmente/ tiempo que dedica a ducharse; b) líquido que consume habitualmente; c) integrantes del grupo de personas que viven en el hogar; d) número de

mujeres en el hogar/ integrantes en edades 14-18 años/ número de baños en el hogar; e) tipo de vivienda, etc. Las variables presentes en la boleta de consumo de agua en un mes considerado fueron: a) Comuna; b) consumo actual; c) consumo anterior; d) cargo fijo; e) consumo agua potable; f) servicio de alcantarillado; g) tratamiento aguas servidas; e) gasto diario,

Los estudiantes iniciaron el análisis mediante la participación en foros de la plataforma virtual del curso comentando acerca de la necesidad e interés del problema y planteando objetivos e hipótesis, por ejemplo, ¿existe relación entre el consumo de agua y los integrantes de un grupo familiar? La base de datos construida fue presentada y depurada en conjunto con los estudiantes en el laboratorio de computación con apoyo de la planilla excel.

En tanto en el aula se presentó el resumen de estadística descriptiva del consumo de agua en dos meses distintos, donde los estudiantes desarrollaron actividades acerca de interpretación de medidas estadísticas de tendencia central y de posición, establecer en qué mes el consumo de agua en pesos chilenos es más homogéneo, determinar si hay relación entre el consumo de agua potable de un mes y el servicio de alcantarillados, ambos medidos en pesos chilenos, determinar la pertinencia de un modelo de regresión lineal que explique el comportamiento de ambas variables, y estimar el consumo de agua para un determinado valor de servicio de alcantarillado.

4. Resultados

A partir de la experiencia guiada anterior, los estudiantes propusieron problemas retadores y desafiantes más allá de la obtención de una solución correcta del problema del episodio. Hubo planificación de sesiones de trabajo de los profesores con sus estudiantes de apoyo y aclaración de ideas con el objeto que los estudiantes elaboren problemas creados en grupo y lo resuelvan.

4.1. Creación de un problema en el ámbito de la hidrología

Un grupo de tres estudiantes de ingeniería civil presentó el tema sobre *Variación del caudal en dos subcuencias del Río Biobío* que atraviesa parte de la zona sur de Chile. El estudio consideró los años 2006, 2012 y 2015 y representa el mayor recurso hídrico de la región y uno de los más grandes del país. Se analizó la variación del cauce del río durante los distintos periodos climatológicos y cómo incide en el río, con el fin de representar intervalos del recurso hídrico del cual se dispone durante un año. Hito histórico: El día 12 de Julio del año 2006 se registra el máximo caudal del río que fue de 13746 (m³/s) causando el desborde total del río provocando daños en los sectores aledaños (Fuente: <http://www.dga.cl/>).

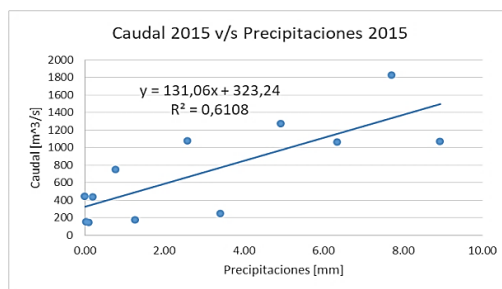


Figura 2. Relación entre las precipitaciones y caudal medio diario del río en el año 2015

La Figura 2 surge de la interrogante ¿las precipitaciones influyen en el caudal de un río? Observamos que existe una relación lineal creciente entre las precipitaciones y el caudal que lleva el río Biobío.

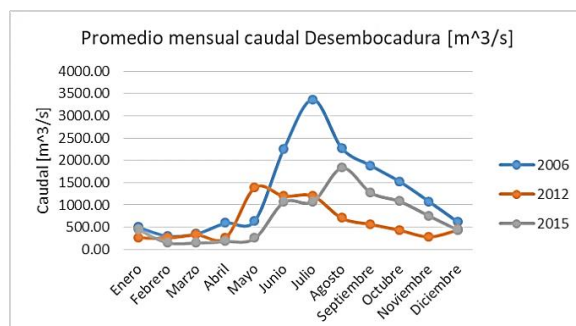


Figura 3. Promedio mensual del caudal en la Desembocadura del río Biobío

La Figura 3 muestra la comparación mensual de tres años, incluyendo el año 2006. Se observa un pico de caudal en el mes de julio con registro histórico, mencionado antes. Además, se indica el claro aumento en el caudal de los meses que corresponden a la temporada de invierno en nuestro país.

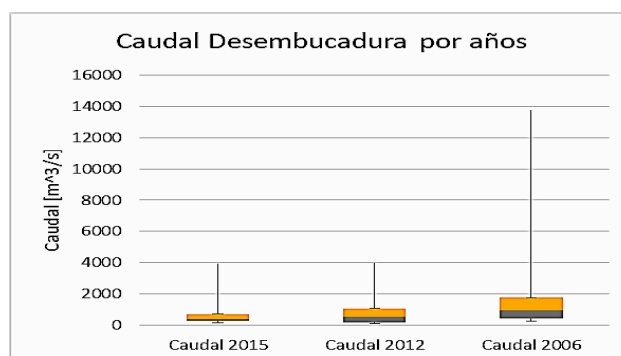


Figura 4. Caudal en años de la Desembocadura del río Biobío

El gráfico box-plot (Figura 4) presenta una gran diferencia del año 2006 con respecto a los otros dos años en la variación del caudal medio en años, donde no ocurren sucesos de grandes magnitudes. Uno de los alcances del estudio indicados por los estudiantes es el siguiente: “Como futuros ingenieros dotamos de gran importancia el investigar el caudal de los ríos, ya que constituye una herramienta indispensable en la generación de una planificación correcta para alguna obra civil en la que se intervenga directamente el río Biobío. Además, es clave para conocer acerca del recurso hídrico del que se dispone durante el año el cual es de gran importancia y magnitud a lo largo de la región”.

4.2. Trabajos presentados por el grupo de estudiantes

A continuación, se presenta los resultados sobre las situaciones problemas abordadas en grupos de dos y tres estudiantes según la especialidad de la ingeniería (ver Tabla 1). De los 50 trabajos presentados, el 28% fueron desarrollados por estudiantes de ingeniería civil industrial y un 8% por estudiantes de ingeniería civil informática. Se observa que los temas de interés fueron variados a la ingeniería, por ejemplo, en los ámbitos de gestión, transporte, energía, control de sistemas.

Tabla 1. Trabajos de creación de problemas por área en ingeniería

Ingeniería civil	Frecuencia	Porcentaje	Temas de especialidad
Informática	4	8	Tecnologías- gestión de información
Industrial	14	28	Gestión de negocios- servicios- producción
Civil	12	24	Obras- transportes- construcción
Geológica	13	26	Hidrología- medio ambiente- geotecnia
Eléctrica	7	14	Energía eléctrica- control de sistemas
Total	50	100	

La Tabla 2 muestra los resultados en frecuencias y porcentajes sobre los procedimientos de creación de problemas en los trabajos presentados por los estudiantes. Muchos de los trabajos fueron situados al área (82%) con temas tales como: Estudio de uso de tecnologías de internet y Smartphone; tiempo de espera en casino, biblioteca, patios de comida; transporte; distribución de ingresos del personal de una empresa; análisis de hormigón H30 a compresión; estudios de terremotos en Chile; resistencia de materiales de viviendas; estudio de contaminación ambiental; variación de tamaños de olas en un sector costero; estudio de elementos químicos en un suelo de una ciudad; consumo eléctrico en viviendas de una ciudad, y efecto térmico en los transformadores.

Hay que observar que un 70% de estos trabajos fueron fundamentados, aunque sólo un 46% presentó citas bibliográficas. Cabe señalar, que los enunciados de los objetivos específicos y declaración de las hipótesis fueron las actividades que presentaron dificultades, en la versión final con la guía de los docentes un 65% y 63% alcanzaron su correcta formulación respectivamente.

Tabla 2. Pauta de evaluación de la creación de problemas

	Puntaje Ideal	Promedio	Porcentaje
Defina contexto de estudio	1	0,82	82
Exposición problema y fundamentos	4	2,78	70
Objetivos general y específicos	2	1,30	65
Hipótesis de trabajo	2	1,26	63
Declaración de variables	3	2,52	84
Señale el método utilizado	3	2,28	76
Aplicar estadística descriptiva una variable	5	3,52	70
Aplicar estadística descriptiva dos variables	5	2,08	42
Interpretación de gráficos	2	1,04	52
Utilización de recursos informáticos	2	1,96	98
Conclusiones	4	1,88	47
Bibliografía consultada	2	0,92	46
Total	35		

La mayoría de los estudiantes utilizaron las tecnologías en el procedimiento estadístico en sus problemas, como consecuencia del trabajo guiado en el laboratorio sobre el consumo de agua, actividad creada por los docentes. No obstante, hubo dificultades en la interpretación de gráficos y su construcción, un 52% realizó comentarios adecuados a las representaciones gráficas elaboradas. Este conflicto ha sido expresado por Juárez e Inzunza (2014). Además, un 70% de los participantes aplicaron resúmenes estadísticos por variables, en cambio sólo un 42% de los estudiantes lograron construir e interpretar información de datos bidimensionales ya sea a través de tablas de doble entrada o la regresión lineal simple, dificultad también encontrada por Inzunza (2016).

5. Conclusiones

Por lo general, en el nivel superior se pone poco énfasis en desarrollar la creación de problemas; no se tiene en cuenta la estrecha relación que hay entre los aspectos formativos de creación de problemas y algunos desafíos fundamentales que los futuros profesionales ingenieros tienen que afrontar en las ciencias de la ingeniería, como identificar problemas, plantear(se) las preguntas adecuadas, seleccionar convenientemente la información, hacer preguntas innovadoras, buscar soluciones óptimas y replantear los problemas.

La propuesta de enseñanza a través de la estrategia de creación de problemas favoreció en los estudiantes una actitud positiva hacia el aprendizaje de conocimientos estadísticos, logrando buscar un tema de su especialidad y desarrollarlo, además de ampliar el lenguaje, la argumentación y establecer la institucionalización de las soluciones en las múltiples situaciones de la ingeniería. También, pensamos que esta estrategia aporta con mayor énfasis al razonamiento estadístico en cohesión con ideas iniciales de planteamiento de objetivos e hipótesis estadísticas necesarias en el desarrollo de la inferencia estadística; elementos necesarios en el desarrollo de cursos de especialidad y del trabajo de tesis de título.

Este trabajo de diseño e implementación sobre estadística descriptiva por creación de problemas puede contribuir para estudios más amplios, según nivel educativo, con mayor duración de tiempo y considerando tópicos de inferencia estadística.

Agradecimientos

Proyecto Fondo de Apoyo a la Docencia FAD 14/2018 UCSC.

Referencias

- Alvarado, H. y Batanero, C. (2007). Dificultades de comprensión de la aproximación normal a la distribución binomial. *Números*, 67, 1-7.
- Alvarado, H. y Batanero, C. (2008). Significado del teorema central del límite en textos universitarios de probabilidad y estadística. *Estudios Pedagógicos*, 34(2), 7-28.
- Alvarado, H., Galindo, M. y Retamal, L. (En prensa). Evaluación del aprendizaje de la estadística orientada a proyectos en estudiantes de ingeniería. *Educación Matemática*, 30(2).
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 3-15). Amsterdam, The Netherlands: Kluwer.
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55
- Canales, A. y de los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. *Revista Calidad en la Educación*, 26, 173-201.
- Chance, B., delMas, R. y Garfield, J. (2004). Reasoning about sampling distributions. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 295-323), Amsterdam, The Netherlands: Kluwer.
- Ellerton, N. F. (2013). Engaging pre-service middle-school teacher-education students in mathematical problem posing: development of an active learning framework. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 87-101

- Inzunza, S. (2016) Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61-89.
- Juárez, J. e Inzunza, S. (2014). Comprensión y razonamiento de profesores de matemáticas de Bachillerato sobre conceptos estadísticos básicos. *Perfiles Educativos*, XXXV(146), 14-29.
- Malaspina, U. (2017). La creación de problemas como medio para potenciar la articulación de competencias y conocimientos del profesor de matemáticas. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en, enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos.html
- Martín, P. (2006). Achieving success in industrial training. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of ICOTS-7*. Salvador (Bahia): International Association for Statistical Education. CDROM. Disponible en: http://iase-web.org/documents/papers/icots7/4A2_MART.pdf
- Mayén, S., Batanero, C., y Díaz, C. (2009). Conflictos semióticos de estudiantes mexicanos en un problema de comparación de datos ordinales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(2), 151-178.
- Mayén, S., Cobo, B., Batanero, C., y Balderas, P. (2007). Comprensión de las medidas de posición central en estudiantes mexicanos de bachillerato. *Unión* 9, 187-201.
- Muñoz, M., Martínez, C., Cárdenas, C. y Cepeda, M. (2012). Active learning in first-year engineering courses at Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. *Australasian Journal of Engineering Education*, 19(1), 27-38.
- Romeu, J. (2006). Teaching engineering statistics to practicing engineers. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Proceedings of ICOTS-7*. Salvador (Bahia): International Association for Statistical Education, Disponible en: http://iase-web.org/documents/papers/icots7/4A1_ROME.pdf
- Stoyanova, E. y Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. En T. Clarkson (Ed.), *Technology in Mathematics Education* (pp. 518–525). Melbourne, Victoria: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Vaccarezza, G., Sánchez, I. y Alvarado, H. (2018). Prácticas pedagógicas en ingeniería: un análisis desde los docentes. *Revista de Investigación*, 95(42), 102-124.