



Enfoques de probabilidad, proyectos estadísticos y enseñanza de la inferencia basada en simulación para promover actitudes hacia la inferencia estadística

Valentina Giaconi, Instituto de Ciencias de la Educación y Escuela de Ingeniería, Universidad de O'Higgins, valentina.giaconi@uoh.cl

Felipe Ruz, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, felipe.ruz.a@pucv.cl

Francisca Ubilla, Pontificia Universidad Católica de Chile, francisca.ubilla@uc.cl

Emilio Vilches, Escuela de Ingeniería, Universidad de O'Higgins, emilio.vilches@uoh.cl

RESUMEN

Este estudio indaga si una propuesta de enseñanza en un curso de probabilidades y estadística mejora las actitudes hacia la inferencia estadística en estudiantes de ingeniería. La propuesta articula múltiples enfoques de probabilidad, aprendizaje basado en proyectos y enseñanza de la inferencia mediante simulación. Participaron 123 estudiantes (dos secciones); 100 respondieron el pretest, 52 el postest y 37 ambos. Se aplicó un cuestionario sobre actitudes sobre la inferencia estadística al principio y al final del semestre. En el curso, la enseñanza de probabilidad combinó los enfoques empírico, clásico, axiomático y subjetivo; la estadística descriptiva se trabajó con un proyecto con datos reales; la inferencia siguió una secuencia en espiral apoyada en simulación y applets. Al comparar las respuestas al cuestionario en las aplicaciones pre y post, se observó que aumentaron significativamente las actitudes positivas y la percepción de utilidad, en contraste, no hubo cambios significativos en actitudes negativas ni en ansiedad/tensión. Se concluye que la integración de enfoques de probabilidad, proyectos y simulación favorece actitudes más favorables hacia la inferencia estadística en la formación en ingeniería.

PALABRAS CLAVE: enfoques de probabilidad, inferencia estadística, actitudes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, marcada por la abundancia de información, la estocástica —que comprende la probabilidad y la estadística— constituye una competencia indispensable para la interpretación rigurosa de datos en múltiples campos científicos y sociales (Batanero, 2019; Ben-Zvi, Makar & Garfield, 2018). En áreas como la ingeniería, el dominio de la probabilidad, la estadística, la inferencia y los modelos probabilísticos resulta esencial para el análisis y la modelación de fenómenos complejos (Wackerly et al., 2010).

El estudio de la probabilidad es particularmente relevante para la ingeniería en general y para la enseñanza y el aprendizaje de la inferencia estadística. Por un lado, existen múltiples modelos matemáticos probabilísticos asociados a diversos procesos de la ingeniería. Por otra parte, para establecer conexiones sólidas entre probabilidad y estadística el enfoque frecuentista es clave.

Sin embargo, investigaciones previas han mostrado que existen grandes desafíos para la enseñanza de la estocástica en ingeniería y otras disciplinas, persistiendo diversos errores y dificultades de comprensión (Alvarado et al., 2018; Castro-Sotos et al., 2007; Harradine et al., 2011). En este contexto, las actitudes hacia la disciplina son un aspecto esencial para promover buenos aprendizajes, siendo un medio como un fin para la educación en matemáticas y estadística (Goldin et al., 2016).



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

En este contexto, la propuesta busca examinar si una metodología innovadora de enseñanza de la estocástica puede favorecer actitudes más positivas hacia la inferencia estadística en estudiantes de ingeniería. El diseño de la enseñanza se estructuró en torno a tres ejes fundamentales que permiten articular de manera sólida los conceptos probabilísticos y estadísticos, y conectar la teoría con la práctica: el uso de múltiples enfoques de probabilidad, el aprendizaje estadístico basado en proyectos y la enseñanza de la estadística centrada en la simulación.

DESARROLLO

Enfoques de probabilidad

La probabilidad puede entenderse desde distintos enfoques que han marcado su desarrollo teórico e histórico: el clásico o laplaciano, basado en la equiprobabilidad de casos; el frecuencial, que define la probabilidad como límite de las frecuencias relativas en repeticiones de un experimento; el subjetivo, que la concibe como grado de creencia sustentado en información disponible; y el axiomático, introducido por Kolmogorov, que aporta un marco formal riguroso a través de la teoría de conjuntos y la medida. A estos se suma el intuitivo, que refleja creencias y apreciaciones cotidianas en torno al azar. La coexistencia de estos significados muestra la riqueza y la complejidad de la noción de probabilidad, y plantea el desafío de articularlos en la enseñanza para promover un pensamiento probabilístico robusto, capaz de responder tanto a exigencias formales como a situaciones prácticas de incertidumbre (Batanero, 2005).

En el ámbito de la formación en ingeniería, la relevancia de estos enfoques se hace aún más evidente. Investigaciones recientes evidencian que el estudiantado en ingeniería llega a la universidad con intuiciones probabilísticas variadas, algunas correctas y otras erróneas, que pueden bloquear la comprensión de conceptos formales si no se abordan explícitamente. Por ello, es necesario que la enseñanza de la probabilidad en estos programas considere la progresión desde lo intuitivo hasta lo axiomático, integrando también experiencias con el enfoque clásico y frecuencial a través de experimentación y simulación. Esta articulación no solo favorece la comprensión conceptual, sino que también prepara a los futuros ingenieros e ingenieras para enfrentar problemas profesionales en los que el azar, el riesgo y la toma de decisiones bajo incertidumbre resultan fundamentales, como en el diseño de infraestructuras, la gestión de datos o el análisis de fenómenos naturales (Alvarado et al., 2018).

Enseñanza de la estadística basada en proyectos y de la inferencia basada en simulación

Se han impulsado estrategias innovadoras para favorecer el aprendizaje de la inferencia. Una de las más destacadas es la enseñanza basada en simulación (Simulation-Based Introduction to Inference, SBI), que posibilita experimentar con datos y construir significados inferenciales a través de la aleatorización y el remuestreo (Lock et al., 2017; Tintle et al., 2016). La evidencia disponible muestra que este enfoque es eficaz para guiar la comprensión de la inferencia estadística y para promover aprendizajes significativos en diferentes contextos educativos (Chance et al., 2016, 2022).

El SBI se vincula con propuestas centradas en el desarrollo de habilidades propias del trabajo estadístico (Pfannkuch & Ben-Zvi, 2011) y en la incorporación de tecnologías que facilitan la simulación computacional. En esta línea, los ciclos de investigación empírica (Wild & Pfannkuch, 1999) y de modelación probabilística (Pfannkuch et al., 2016) han sido integrados en currículos contemporáneos que privilegian la inferencia mediante simulación.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025 PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA: LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

Este enfoque se implementa principalmente mediante técnicas de remuestreo (Lock et al., 2017; Rossman & Chance, 2014; Tintle et al., 2016). Cobb (2007) sintetizó esta metodología en las llamadas “tres R”: aleatorizar (randomize), repetir (repeat) y rechazar (reject), lo que favorece una exploración activa de los datos y el reconocimiento de la lógica inferencial desde sus fundamentos. Para ello, el enfoque frecuentista de la probabilidad resulta clave, ya que sustenta la lógica de la simulación.

El modelo de enseñanza de la inferencia basada en simulación es totalmente compatible y necesita el uso de proyectos estadísticos y datos reales. Esto se evidencia en la propuesta de Tintle et al. (2016) quienes propusieron un modelo en seis etapas de carácter espiral para la enseñanza de la inferencia: (1) formular preguntas de investigación, (2) diseñar estudios y recolectar datos, (3) explorar los datos, (4) establecer inferencias, (5) elaborar conclusiones y (6) realizar una revisión retrospectiva. Este esquema permite volver de manera recurrente sobre los mismos conceptos en distintos escenarios, posibilitando un aprendizaje progresivo de ideas centrales como la significación estadística y el p-valor.

Actitudes hacia la inferencia estadística

Junto a los aspectos conceptuales y metodológicos, también debe considerarse el dominio afectivo, entendido como el conjunto de creencias, emociones y actitudes que acompañan al aprendizaje de la matemática (McLeod, 1992). Bajo esta perspectiva, se han utilizado marcos tridimensionales de actitudes que incluyen dimensiones afectivas, cognitivas y conductuales y que destacan la importancia de estas dimensiones para el aprendizaje (Di Martino en Goldin et al., 2016). Diversos instrumentos se han diseñado y adaptado con este propósito, como el Attitudes toward Probability and its Teaching (APT), derivado de escalas clásicas como el Attitudes Toward Statistics (ATS) y el Survey of Attitudes Toward Statistics (SAST-28) (Estrada, 2002; Estrada et al., 2018). El APT considera tres dimensiones teóricas con siete componentes descriptivos (Estrada et al., 2018): (1) actitudes hacia la inferencia estadística, que incluyen percepciones afectivas, de competencia cognitiva y de comportamiento en el uso de la inferencia; (2) actitudes hacia la enseñanza de la inferencia, con componentes afectivos, de competencia didáctica y de acción pedagógica; y (3) valoración de la inferencia y su enseñanza, que alude a la relevancia atribuida en la vida personal y profesional. Aplicaciones previas de este instrumento han mostrado en general actitudes positivas hacia la probabilidad y su enseñanza (Estrada & Batanero, 2020; Ruz, 2021).

METODOLOGIA

Esta investigación utiliza un diseño cuantitativo pre-post test con el fin de evaluar el impacto de la metodología de enseñanza implementada en la promoción de actitudes hacia la inferencia estadística. El pre-test, aplicado al inicio del semestre, permitió identificar las actitudes previas del estudiantado frente a la inferencia estadística, mientras que el post-test, administrado al finalizar el semestre, permitió medir los cambios producidos y estimar el efecto de la intervención en la evolución de dichas actitudes.

Muestra

En el estudio participaron todos los estudiantes del curso de Probabilidad y Estadística del programa de Plan Común de Ingeniería de la Universidad de O'Higgins. En total corresponden a 123 estudiantes repartidos en dos secciones que implementaron la misma metodología.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

De los 123, 100 respondieron el instrumento inicial (pretest) y 52 el instrumento final (post-test); dentro de este grupo, 37 estudiantes completaron ambos instrumentos. Los análisis psicométricos se realizaron con los datos del pretest, mientras que las evaluaciones sobre el cambio de creencias se efectuaron con los 37 estudiantes que respondieron tanto el pretest como el post-test.

Propuesta de enseñanza

Se desarrolló una metodología de enseñanza para el curso de Probabilidades y Estadística, correspondiente al cuarto semestre del plan común de Ingeniería Civil de la Universidad de O'Higgins. La propuesta se estructuró en tres bloques temáticos articulados: (i) Teoría de Probabilidades, abordada a partir de los enfoques de probabilidad (empírico, clásico de Laplace, axiomático y subjetivo) y con un énfasis en la visualización probabilística; (ii) estadística descriptiva, abordada mediante un proyecto orientado a la exploración y análisis de datos reales (estimación de calibre en frutales); y (iii) inferencia estadística, desarrollada a través del estudio de los test de significación estadística siguiendo la secuencia en espiral de Tintle et al. (2016).

Para el primer bloque temático se articularon los distintos enfoques de la probabilidad con el propósito de generar intuición en torno a las fórmulas probabilísticas. En particular, se combinaron el enfoque empírico (basado en simulaciones numéricas y en la ley empírica del azar) con el enfoque clásico de Laplace, favoreciendo la comprensión del cálculo de probabilidades a priori y a posteriori. Asimismo, se emplearon el principio del producto y el principio de la suma como herramientas fundamentales para introducir la probabilidad condicional y el Teorema de Bayes, representando estas ideas mediante diagramas de árbol que facilitaron la visualización de los casos y sus relaciones.

Para el segundo bloque temático se abordaron los conceptos fundamentales, objetivos y herramientas gráficas de la estadística descriptiva, poniendo especial atención en las medidas de tendencia central y en los métodos pictóricos y tabulares para la organización y visualización de datos. Estos contenidos fueron aplicados en un proyecto con datos reales, orientado a la estimación de calibre en frutales, que permitió al estudiantado integrar las herramientas de análisis con un enfoque práctico hacia la toma de decisiones en contextos de la ingeniería. Se enfatizó particularmente la relación entre toma de decisiones, incertidumbre y aversión al riesgo, destacando cómo la presencia de incertidumbre influye en las conclusiones y en las estrategias adoptadas para gestionar riesgos y respaldar decisiones fundamentadas.

Para el tercer bloque se utilizó como recurso computacional central la colección de applets Rossman/Chance (<https://www.rossmanchance.com/applets/>), que facilitaron la exploración interactiva y la simulación de fenómenos aleatorios y procedimientos inferenciales. Sobre esta base, se implementó la metodología de enseñanza de la inferencia basada en simulación, articulada a través del Proceso de Investigación Estadística (PIE) (Tintle et al., 2016). Este proceso, estructurado en seis etapas, permitió al estudiantado construir de manera intuitiva los test de significación, para luego avanzar hacia su formalización matemática de forma natural y sencilla. En este marco, los test de hipótesis, los intervalos de confianza y el concepto de p-valor emergieron progresivamente dentro del proceso, a partir de contextos reales y experimentos diseñados bajo enfoques de simulación y aleatorización. En particular, el PIE favoreció una progresión metodológica en la que la inferencia se desarrolló a partir de preguntas de investigación concretas y no como un conjunto de procedimientos aislados, lo que permitió



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025

PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL

Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

promover una comprensión aplicada y significativa de la estadística. Este enfoque resultó especialmente pertinente en la formación de ingenieros civiles, al vincular la inferencia estadística con la toma de decisiones bajo incertidumbre en problemas reales de la disciplina.

Implementación y recolección de datos

La secuencia se implementó en dos secciones del curso Probabilidad y Estadística de Ingeniería de la Universidad de O'Higgins, dictado por dos docentes distintos durante el año 2024. Este curso forma parte del cuarto semestre del plan común de Ingeniería y establece las bases de la probabilidad y la estadística. Las cátedras fueron de carácter expositivo y las ayudantías incluyeron actividades prácticas, principalmente ejercicios, problemas y discusión de conceptos. En la Tabla 1 se presenta un diagrama que resume el proceso de recolección de datos.

Tabla 1: Proceso de recolección de datos e implementación de la propuesta de enseñanza

Fecha	26 de agosto 2024	septiembre 2024	octubre 2024	noviembre 2024	25 de noviembre 2024
Actividad	Pre-test	Teoría de probabilidades	Estadística descriptiva	Inferencia estadística	Post-test

Instrumento

El instrumento corresponde a un cuestionario sobre actitudes hacia la inferencia estadística aplicado y validado por Ruz et al. (2024) con estudiantes de pedagogía en matemáticas, al cual se le eliminaron los ítems que no resultaban pertinentes para el alumnado de ingeniería por estar demasiado vinculados a la tarea de enseñar. La versión final quedó conformada por un ítem de respuesta abierta sobre la visión sobre la inferencia estadística y 16 ítems de tipo Likert con una escala de acuerdo de cinco puntos, que iba desde el menor (1) hasta el mayor grado de acuerdo (5). El enunciado de los ítems se puede ver en la Tabla 2.

RESULTADOS

Funcionamiento psicométrico del instrumento

Para determinar la dimensionalidad del instrumento y la confiabilidad de sus escalas se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE). A partir del análisis del *scree plot* y considerando el ajuste teórico, se determinó la extracción de cuatro factores. Se aplicó una rotación *varimax* con el fin de obtener una solución más fácilmente interpretable. En la Tabla 2 se presentan los resultados del AFE. A partir de la agrupación de ítems obtenida en el análisis factorial exploratorio (AFE) se definieron cuatro escalas:

- *Actitudes negativas respecto a la inferencia* (ítems 8, 9, 15 y 16). Esta escala presentó un α de Cronbach de .69, con índices de discriminación de ítems entre .38 y .60.
- *Interés y confianza en la inferencia estadística* (ítems 1, 4, 5 y 7). El análisis de confiabilidad arrojó un α = .64, con discriminaciones que oscilaron entre .30 y .51.
- *Utilidad de la inferencia estadística* (ítems 2, 3, 6 y 10; el ítem 6 fue recodificado). Esta escala alcanzó un α = .58, con un rango de discriminaciones entre .29 y .45.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- *Ansiedad y tensión respecto a la inferencia estadística* (ítems 11, 12, 13 y 14). Se obtuvo un $\alpha = .62$, con valores de discriminación comprendidos entre .28 y .49.

En conjunto, estos resultados evidencian una consistencia interna moderada en todas las escalas y una adecuada capacidad discriminativa de los ítems. Se calculó un puntaje asociado a cada escala como el promedio de los ítems que la conforman.

Tabla 2: Cargas factoriales asociadas a cada factor, se presentan solamente las cargas con valor absoluto mayor a 0.3. Para este análisis se utilizaron las respuestas completas de la aplicación pre-test (N=95).

Ítem	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
1. Me divierto en las clases en las que se explican los contenidos de inferencia estadística.		0.639		
2. Utilizo información inferencial a la hora de tomar decisiones basadas en datos e incertidumbre.			0.422	
3. La inferencia estadística ayuda a entender el mundo de hoy.	-0.373		0.406	
4. Me gusta la inferencia estadística, es un tema que siempre me ha interesado.	-0.304	0.494	0.348	
5. La inferencia estadística es fácil.		0.446		
6. Nunca he usado la inferencia estadística fuera de un contexto científico.			-0.465	
7. Domino los principales contenidos de inferencia estadística.		0.568		
8. La inferencia estadística no sirve para nada.	0.604			
9. La inferencia estadística no tiene tanto valor como otras ramas de la estadística.	0.562			
10. Uso la inferencia estadística en la vida cotidiana.			0.678	
11. Me siento intimidado/a ante datos o información con inferencias estadísticas.				0.490
12. La inferencia estadística la entiende solo la gente del área científica.				0.302
13. Evito leer informaciones donde aparecen términos de inferencia estadística.			-0.360	0.647
14. No me siento preparado/a para resolver cualquier problema de inferencia estadística.				0.649
15. Si pudiera eliminar alguna materia del currículo de matemática sería la inferencia estadística.	0.561			
16. No me agrada resolver problemas de inferencia estadística.	0.561	-0.439		

Efecto de la enseñanza en las actitudes hacia la inferencia estadística

Para determinar si la propuesta de enseñanza generó cambios en las actitudes hacia la inferencia estadística se estimaron las medias en las cuatro escalas definidas por el análisis factorial. En la escala de actitudes negativas respecto a la inferencia no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones ($t(34) = -1.47$, $p = .150$), con un tamaño del efecto pequeño ($SMD = 0.27$). En la escala de actitudes positivas respecto a la inferencia sí se



evidenció un aumento significativo en las puntuaciones posteriores ($t(35) = -3.63$, $p < .001$), con un tamaño del efecto moderado ($SMD = 0.57$). Del mismo modo, en la escala de utilidad de la inferencia estadística se encontraron diferencias significativas a favor de la medición posterior ($t(34) = -3.07$, $p = .004$), también con un tamaño del efecto moderado ($SMD = 0.50$). Finalmente, en la escala de ansiedad y tensión respecto a la inferencia estadística no se hallaron diferencias significativas ($t(35) = 1.57$, $p = .125$), observándose únicamente un efecto pequeño ($SMD = 0.30$).

Tabla 1
Medias, desviaciones estándar y resultados de *t-test* pareados para cada escala

Escala	Pre (<i>M</i> , <i>DE</i>)	Pos (<i>M</i> , <i>DE</i>)	<i>t</i> (<i>gl</i>)	<i>p</i>	<i>SMD</i>
Actitudes negativas respecto a la inferencia	1.71 (0.45)	1.85 (0.63)	-1.47 (34)	.150	0.27
Actitudes positivas respecto a la inferencia	2.94 (0.62)	3.30 (0.64)	-3.63 (35)	< .001	0.57
Utilidad de la inferencia estadística	3.74 (0.48)	4.00 (0.57)	-3.07 (34)	.004	0.50
Ansiedad y tensión respecto a la inferencia	2.40 (0.59)	2.22 (0.64)	1.57 (35)	.125	0.30

Nota. $N = 37$ en cada condición. *M* = media; *DE* = desviación estándar; *gl* = grados de libertad; *SMD* = diferencia estandarizada de medias (*standardized mean difference*).

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que el instrumento funciona adecuadamente con estudiantes de ingeniería, identificando cuatro escalas claras y coherentes. La propuesta de enseñanza generó mejores actitudes en las escalas asociadas a actitudes positivas, mientras que en las escalas vinculadas a actitudes negativas y ansiedad no se observaron cambios significativos.

Asimismo, se destaca la relevancia de trabajar con el ciclo de investigación estadística y de adoptar una perspectiva más situada, y no únicamente teórica, de los conceptos, tal como lo señalan los lineamientos de enseñanza de la estadística de la Asociación Internacional de Educación en Estadística (Bargagliotti et al., 2020). Del mismo modo, el uso de tecnología resulta especialmente significativo; en particular, la simulación ofrece la posibilidad de explorar conceptos de probabilidad y estadística de manera más profunda.

Las disposiciones y actitudes con que el estudiantado se enfrenta a una disciplina son fundamentales para lograr un aprendizaje significativo y un uso adecuado de la misma. En esta investigación se observa que un enfoque que articula distintas maneras de entender la



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

probabilidad, incorporando proyectos con datos mediante el ciclo de investigación estadística, enseñando inferencia a través de dicho ciclo y de la simulación, y utilizando de forma constante problemas contextualizados, contribuye a promover actitudes más favorables hacia la estadística.

AGRADECIMIENTOS

ANID/PIA/Basal Funds for Centres of Excellence FB0003/2024 AFB240004, FB210005; Proyecto FONDEF ID24110075, Fondecyt Iniciación 11250974, Programa de Inserción a la Academia 2024 Pontificia Universidad Católica de Chile, Fondecyt Regular 1220886 .

REFERENCIAS

Alvarado, H., Estrella, S., Retamal, L., & Galindo, M. (2018). Intuiciones probabilísticas en estudiantes de ingeniería: implicaciones para la enseñanza de la probabilidad. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 21(2), 131-156.

Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D. A. (2020). *Pre-K–12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II): A framework for statistics and data science education*. American Statistical Association.

Batanero, C. (2005). Significados de la probabilidad en la enseñanza universitaria. *Relime*, 8(1), 247–264.

Batanero, C. (2019). Treinta años de investigación en educación estocástica: Reflexiones y desafíos. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html

Ben-Zvi, D., Makar, K., & Garfield, J. (Eds.). (2018). *International handbook of research in statistics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>

Chance, B., Tintle, N., Reynolds, S., Patel, A., Chan, K., & Leader, S. (2022). Student performance in curricula centered on simulation-based inference. *Statistics Education Research Journal*, 21(3), 4–4. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i3.6>

Chance, B., Wong, J., & Tintle, N. (2016). Student performance in curricula centered on simulation-based inference: A preliminary report. *Journal of Statistics Education*, 24(3), 114–126.

Cobb, G. W. (2007). The introductory statistics course: A Ptolemaic curriculum? *Technology Innovations in Statistics Education*, 1(1). <https://doi.org/10.5070/T511000028>

Estrada, A. (2002). *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.

Estrada, A., & Batanero, C. (2020). Prospective primary school teachers' attitudes towards probability and its teaching. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), 1–14.

Estrada, A., Batanero, C., & Díaz, C. (2018). Exploring teachers' attitudes towards probability and its teaching. En C. Batanero & E. Chernoff (Eds.), *Teaching and learning stochastic. ICME-13 Monographs* (pp. 313–332). Springer.



XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

- Garfield, J., & Ahlgren, A. (1988). Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 44–63.
- Goldin, G. A., Hannula, M. S., Heyd-Metzuyanin, E., Jansen, A., Kaasila, R., Lutovac, S., ... Zhang, Q. (2016). *Attitudes, beliefs, motivation and identity in mathematics education* (G. Kaiser, Ed.). Springer.
- Harradine, A., Batanero, C., & 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. A joint ICMI/IASE study* (pp. 235–246). Springer.
- Lock, R. H., Lock, P. F., Morgan, K. L., Lock, E. F., & Lock, D. F. (2017). *Statistics: Unlocking the power of data* (2.ª ed.). Wiley.
- McLeod, D. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 575–596). NCTM.
- Pfannkuch, M., & Ben-Zvi, D. (2011). Developing teachers' statistical thinking. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education* (pp. 323–333). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_31
- Pfannkuch, M., Wild, C. J., & Parsonage, R. (2016). A conceptual pathway to confidence intervals. *ZDM Mathematics Education*, 48(7), 1091–1104. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0446-6>
- Ruz, F. (2021). *Formación estadística de futuros profesores de matemática chilenos* (Tesis doctoral). Universidad de Granada.
- Ruz, F., Chance, B., Medina, E., & Contreras, J. M. (2021). Content knowledge and attitudes towards stochastics and its teaching in pre-service Chilean mathematics teachers. *Statistics Education Research Journal*, 20(1), 5. <https://doi.org/10.52041/serj.v20i1.100>
- Ruz, F., Ubilla, F. M., & Giaconi, V. (2024, July). *Survey of attitudes towards statistics inference and its teaching for pre-service mathematics teachers*. In Proceedings of the 15th International Congress on Mathematics Education (ICME-15). Sydney, Australia.
- Wackerly, D., Mendenhall, W. y Scheaffer, R. L. (2010). *Estadística matemática con aplicaciones* (7.ª ed.). Cengage Learning.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>