

# Reporte de avance del proyecto: Estrategias didácticas para la enseñanza de la estadística a nivel universitario

Marcela Alfaro Córdoba, Edwin Chaves

*Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica*

---

## Abstract

Este artículo describe la motivación y los objetivos del proyecto de investigación: Estrategias didácticas para la enseñanza de la estadística a nivel universitario. Posteriormente, realiza una revisión bibliográfica acerca del tema a nivel internacional y por último, describe los siguientes pasos a realizar por parte de los investigadores.

*Keywords:* Didáctica, Enseñanza Universitaria, Estadística

---

## Introducción

La Estadística es una herramienta fundamental para el desarrollo científico y tecnológico. En este sentido, su enseñanza ha venido adquiriendo gran relevancia en todos los ámbitos educativos. La sociedad requiere no solamente de especialistas en el área sino también se necesita la generación de sólidas competencias y habilidades estadísticas de los profesionales en otras áreas científicas y técnicas. Pero además, en general todos los ciudadanos requieren también adquirir una cultura estadística que les permita una mejor comprensión de su realidad y favorecer la toma de decisiones con base en datos e información propia de su contexto.

Sin embargo, la enseñanza de Estadística tradicionalmente ha sido relegada por las entidades responsables de potenciarla. En este sentido la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica, como pionera en de la disciplina en el país, en los últimos años ha venido incursionando en el campo de su enseñanza. Ante este compromiso, surge el proyecto que se presenta acá que tiene por objetivo:

“Determinar aspectos didácticos, filosóficos, metodológicos y psicológicos que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la estadística en el ámbito universitario de acuerdo con las nuevas tendencias internacionales.”

Al respecto, Begg [2] señala que la Estadística es un buen vehículo para alcanzar las capacidades de comunicación, tratamiento de la información, resolución de problemas, uso de computadoras, trabajo grupal, etc., todos estos temas de gran importancia en los currículos educativos de las diferentes carreras universitarias, las estrategias didácticas utilizadas en los salones de clase deben permitir que se logren estas capacidades.

De acuerdo con Chaves [8], las estrategias didácticas que vayan a ser elaboradas para la enseñanza de la Estadística no deberían ser concebidas dentro de un marco rígido y tradicional sino que deben estar libres a la creatividad, donde tanto docentes como estudiantes fomenten su capacidad creadora y su criticidad. Postula este investigador que la construcción de los conocimientos estadísticos debe darse a la luz de la relación del estudiante con el medio, que permita la observación, el discernimiento, la creatividad, la memoria, el razonamiento y la argumentación. Según ha postulado Ottaviani [19] el ser humano debe de ser capaz de usar datos cuantitativos para controlar sus propios juicios e interpretar los de los demás; es importante adquirir un sentido de los métodos y razonamientos que permiten transformar estos datos para resolver problemas de decisión y efectuar predicciones. Para que esta interacción pueda ser llevada a la práctica las investigaciones que se desarrollen en didáctica de la Estadística deben estar basadas en principios filosóficos y epistemológicos capaces de abrir los espacios para que la relación anterior pueda ser viable.

En concordancia con estas ideas, el estudio que se está proponiendo viene a dar importantes insumos a la unidad académica para cumplir sus propósitos. Para lograr el objetivo general del estudio, se pretende realizar una investigación bibliográfica exhaustiva que permita describir con detalle la principales técnicas didácticas que se vienen privilegiando tanto en el país como en aquellos otros lugares en el mundo donde han sido exitosos con la enseñanza de la disciplina.

El material que surja como producto de este estudio debe tener el potencial para convertirse en una herramienta de consulta para la innovación e implementación de estrategias didácticas en los salones de clase, que puedan favorecer un aprendizaje significativo de la disciplina y su uso.

## **Revisión Bibliográfica**

### *Contexto*

En Costa Rica, la enseñanza de la estadística y la probabilidad a nivel universitario es necesaria para decenas de carreras universitarias, incluidas áreas tales como ingenierías, ciencias económicas, ciencias básicas, ciencias sociales y ciencias de la salud. Desde los años setentas la Escuela de Estadística se ha encargado de impartir cursos introductorios para las carreras mencionadas en la Universidad de Costa Rica, mientras que en las otras universidades estatales esta labor se ha encomendado a otras unidades académicas, como por ejemplo la Escuela de Matemática, a falta de una Escuela de Estadística propia.

El primer esfuerzo para comparar los programas impartidos por las universidades estatales se da en el año 2010, cuando las Vicerrectorías de Docencia de las cuatro universidades del CONARE en ese momento (UCR, UNA, ITCR, UNED) firman un acuerdo de equiparación [9] para los cursos de estadística que incluyen los siguientes:

- UCR: Estadística General I (XS0276) y II (XS0277)
- ITCR 1: Análisis Estadístico I (PI-2603) y II (PI-3604)
- ITCR 2: Estadística I (AE-2505) y II (AE-2506)
- UNA: Estadística (I ECO-408), II (ECO-411) y III (ECO-416)

En el presente documento se tomarán en cuenta los cursos de la UNED y de la UTN con contenidos similares a los listados anteriormente, que incluyen: conceptos básicos de estadística, presentación de la información, números relativos, medidas y de posición y variabilidad, distribución de frecuencias, probabilidades, estimación, contraste de hipótesis, análisis de variancia, correlación y regresión.

### *Estadística como disciplina*

En tiempos de auge de la ciencia de datos, es conveniente repasar y redefinir estadística como disciplina antes de revisar su didáctica. Carmichael y Marron [4] hacen un recuento bastante completo de la intersección entre las distintas definiciones de ciencia de datos y estadística, y llegan a la conclusión de que la estadística como disciplina específica que define Chambers [5] es totalmente distinta a la ciencia de datos, pero que, si se define solo como la estadística amplia (*greater statistics*): todo aquello relativo a aprender de los datos, estadística computacional para la educación, investigación y comunicación; entonces se puede argumentar que no son disciplinas distintas.

En el contexto de enseñanza de la estadística en Costa Rica, la definición completa que escribe Chambers [5] puede aplicarse a la estructura del plan de estudios de la carrera de estadística, debido a que incluye las dos ramas de la disciplina: la estadística amplia (*greater statistics*), definida anteriormente, y la estadística específica (*lesser statistics*): desarrollo de metodología estadística como disciplina más exclusiva de investigación en estadística.

Sin embargo, cuando se enfoca la atención a los cursos generales como los que ocupan este documento, se debe reconocer que se está hablando solamente de la definición de estadística amplia (*greater statistics*), y por lo tanto, que según la definición de Carmichael [4], no debería estar tan alejada de los contenidos de la definición ciencia de datos.

En esta dirección, se puede hacer un recuento de la intersección de contenidos entre los programas de estadística general del CONARE y los contenidos listados por Donoho [11] como definición de ciencia de datos, en el Cuadro 1, donde es claro (y esperable) que los cursos no cubran todos los contenidos de ciencia de datos, pero además que solo cubran parcialmente algunos de ellos. Así entonces, se parte de la definición de estadística amplia (*greater statistics*) de Chambers [5], y se reconoce la intersección de esta disciplina estadística con la definición de ciencia de datos de Carmichael [4].

<b>Ciencia de Datos</b>	<b>Estadística General</b>
Exploración, preparación y recolección de datos	Conceptos básicos de estadística, distribución de frecuencias, probabilidades.
Representación y transformación de datos	Números relativos, medidas y de posición y variabilidad
Computación con datos	-
Modelaje de datos	Estimación, contraste de hipótesis, análisis de variancia, correlación y regresión.
Visualización y presentación de datos	Presentación de la información
Ciencia acerca de la ciencia de datos	-

Cuadro 1: Contenidos para ciencia de datos listados por Donoho [11] y contenidos listados para los cursos de estadística general según CONARE [9].

Un aspecto importante acerca de los contenidos antes mencionados es la incorporación de la probabilidad dentro de la definición de estadística, ligada a los conceptos más importantes de la disciplina: variabilidad y medición de variabilidad. Aunque la probabilidad es una rama de la matemática, y tiene un aspecto de investigación teórica muy lejano al quehacer de este documento, se incorpora en este temario debido a la importancia que tiene para la enseñanza de los conceptos básicos de estadística, y en general a cualquier campo en el que “se requiera tomar decisiones en contextos de incertidumbre” [1].

### *Estrategias didácticas*

La Asociación Americana de Estadística (ASA, por sus siglas en inglés) ha publicado varias guías GAISE (Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education) para la enseñanza de estadística a nivel universitario, en la cual hace una lista de requerimientos y recomendaciones basadas en investigación hecha mayoritariamente en Estados Unidos [23]. En la última actualización del documento se especifican seis grandes recomendaciones para la enseñanza a nivel universitario:

- Enseñar pensamiento estadístico.
- Enfocar esfuerzos al entendimiento de conceptos.
- Integrar datos reales con un contexto y un fin.
- Fomentar el aprendizaje activo y utilizar tecnología para explorar conceptos y analizar datos.
- Utilizar evaluaciones como retroalimentación para mejorar el aprendizaje del estudiantado.

Estas recomendaciones se han hecho a la luz no solo de estudios científicos en el área de enseñanza de la estadística, sino también reflejando los cambios en el estudiantado:

hay más estudiantes interesados en estadística como carrera, el currículo de secundaria ya incluye estadística, la disponibilidad de todo tipo de datos, el auge de la ciencia de datos, más y mejor tecnología disponible, surgimiento de otros medios de enseñanza en línea, y la necesidad de actualización del curriculum de estadística introductoria [23].

Las estrategias didácticas desarrolladas a la luz de estas recomendaciones varían de curso a curso. Sin embargo, hay un común denominador en estas propuestas: el uso de la tecnología [16], lo cual deja claro el uso de la tecnología como un componente transversal en la implementación de las diferentes estrategias didácticas. A continuación, se hace una revisión de las propuestas clasificadas según la recomendaciones de las guías GAISE [23].

#### *a. Enseñar pensamiento estadístico*

Gal define el pensamiento estadístico (o *statistical literacy* en inglés) como el concepto de “desarrollar habilidades para comprender, interpretar, evaluar críticamente mensajes que incluyan elementos y argumentos estadísticos en la prensa, o en cualquier otra fuente” [14]. A diferencia de otros contenidos en cursos introductorios, como por ejemplo las distribuciones de probabilidad, esta sugerencia no necesariamente necesita como requisito el conocimiento de conceptos matemáticos avanzados.

Sin embargo, como apunta [20] el constructo de pensamiento estadístico es bastante complejo, porque requiere una serie de habilidades básicas (comprensión de lectura y comunicación), pero también habilidades cognitivas avanzadas como interpretación, predicción y pensamiento crítico. En esa dirección, el mismo autor rescata la característica extrínseca que tiene la habilidad de interpretar estadísticas críticamente y de refutar afirmaciones, y por ende, la dificultad de delinear estrategias didácticas que puedan ser útiles en contextos muy disímiles.

A diferencia de lo que ocurre en el área de la enseñanza de las matemáticas, existen pocos estudios acerca de las creencias y actitudes de motivación que afectan o ayudan al desarrollo del pensamiento estadístico. Sin embargo, Chance [7] delimita seis acciones que pueden ayudar al estudiantado a desarrollar estas habilidades: entender el proceso estadístico como un todo, siempre ser escéptico, pensar en todas las variables envueltas, siempre relacionar los datos con el contexto, entender (y creer) en la relevancia de la estadística, y por último, pensar más allá del libro de texto.

Las recomendaciones no son suficientes si se piensa en desarrollo de métodos didácticos, como lo señala Gal [14], quien explica que el desarrollo de métodos de investigación en esta área es crucial para comprender las fuerzas que dan forma al comportamiento del pensamiento estadístico en diversos contextos. Sin embargo, tanto Chance [6] como las guías GAISE [23] argumentan que el uso de la tecnología es fundamental para poder “dejar el énfasis en procesamiento de datos que tienen las clases introductorias y darnos el lujo de enfocarnos en el proceso estadístico que precede los cálculos y la interpretación de esos resultados”.

*b. Enfocar esfuerzos al entendimiento de conceptos*

Este punto va muy de la mano al anterior, debido a que el entendimiento de los conceptos estadísticos es necesario para el desarrollo de pensamiento estadístico. Los conceptos estadísticos a los que esta sección se refiere son aleatoriedad, variabilidad, medidas de posición, distribución de frecuencias, entre otros. Wood [23] argumenta que “estudiantes con una base conceptual sólida de un curso introductorio, estarán muy bien preparados para estudiar técnicas estadísticas adicionales en un segundo curso”.

Así, la recomendación de de Chance [6] también aplica para este punto, debido a que el uso de la tecnología puede permitir el análisis simple de datos sin tener que profundizar en fórmulas de cálculo, pero si obteniendo un resultado para tener una discusión acerca de la interpretación.

*c. Integrar datos reales con un contexto y un fin*

En didáctica de la probabilidad y de la estadística, utilizar datos reales no es una sugerencia novedosa, numerosos estudios lo han recomendado como lo documenta Bantanaro [1] para probabilidad y Garfield [15] para estadística o [3] para estadística Bayesiana. La investigación en esta línea se ha enfocado entonces a la percepción de los estudiantes en cuanto a la relevancia, comprensión, interés, motivación e involucramiento con respecto a los datos utilizados en clase, como lo describe Neumann [18].

Los hallazgos en este caso coinciden en que, si bien es cierto que el contexto y el objetivo del análisis de los datos son importantes para que el estudiantado se sienta atraído y motivado, el medio tecnológico de análisis debe ser simple, para no perder de vista los objetivos de análisis. En esta línea el uso de applets o de herramientas interactivas como las que provee el paquete *Shiny* puede facilitar bastante la discusión e interpretación de resultados como lo muestra Fawcett [12], Williams [22] y Doi [10].

*d. Fomentar el aprendizaje activo y utilizar tecnología para explorar conceptos y analizar datos*

El aprendizaje activo lo define Paul [21] como “actividades instructivas que involucran al estudiante para que realice actividades mientras piensa en lo que está haciendo”. En este punto, varios autores como Kvam [17] y Weltman [21] argumentan que, si bien es cierto el aprendizaje activo ayuda a los estudiantes con un promedio por debajo de la media a mejorar su desempeño, no hace lo mismo con los estudiantes con un desempeño superior. Froelich [13] contradice los estudios anteriores y elabora una guía del material didáctico para actividades en clase que involucren aprendizaje activo.

El uso de la tecnología en este punto es vital, debido a que, al igual que para las otras recomendaciones, el uso de herramientas tecnológicas simples pueden ayudar a que el estudiantado se involucre y motive con actividades en clase que tengan que ver con análisis de datos.

Así, las recomendaciones de Fawcett [12], Williams [22] y Doi [10] acerca del uso de herramientas interactivas también puede ser útil en este caso, pero también las recomendaciones de Chance [6] para utilizar simulaciones como herramienta de aprendizaje en clases introductorias.

*e. Utilizar evaluaciones como retroalimentación para mejorar el aprendizaje del estudiantado*

Las evaluaciones son un componente vital para la correcta utilización de las recomendaciones antes mencionadas. Aquí se utiliza el término evaluación para referirse a tareas, asignaciones en clase, exámenes cortos, exámenes parciales y finales, proyectos, reportes, ensayos y toda aquella actividad que culmine con la asignación de una nota en clase.

La ASA [23] recomienda en este caso utilizar cada una de esas actividades no como fin, sino como vehículo para mejorar el aprendizaje. Un aspecto importante en este caso es el uso de asignaciones abiertas como ensayos, debates o reporte crítico de un artículo, en los cuales la clase tenga la oportunidad de pensar en preguntas filosóficas o de interpretación, para mejorar sus habilidades de pensamiento crítico. Es importante resaltar en este punto que la discusión de las formas de evaluación genera mucha controversia entre investigadores, ocasionado por el carácter sumativo que tradicionalmente se le ha dado a la evaluación y no tanto a lo formativo que se plantea acá.

## **Propuesta Metodológica**

Los siguientes pasos que se tomarán en esta investigación tienen que ver con la comparación de la teoría o estado de la cuestión en publicaciones científicas con lo que realmente se está haciendo en clase.

Para ello, se llevarán a cabo dos etapas: la primera tiene que ver con la sistematización y resumen de la información que se encuentre en las cartas al estudiante de los cursos similares a Estadística General I y II impartidos en las Universidades estatales de Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Universidad Nacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia y la Universidad Técnica Nacional.

La segunda etapa consiste en contrastar la información recopilada en las cartas al estudiante con las opiniones de los docentes de esas clases, por medio de un grupo focal que se organizará en la Escuela de Estadística, UCR. Los objetivos de este grupo focal serán recopilar opiniones acerca de las nuevas prácticas internacionales, experiencias exitosas de docentes costarricenses en este tipo de cursos y además, retos y limitaciones para la aplicación de ciertas tendencias didácticas en el contexto universitario costarricense.

- Revisión de cartas al estudiante de cursos similares a Estadística General I y II de la UCR, UNA, ITCR. UNED y UTN están pendientes.

- Invitación para un grupo focal de profesores de estos cursos para detectar si las recomendaciones internacionales no se apegan a la realidad costarricense y si hay propuestas para mejorar estas líneas didácticas.

## Plan de trabajo



Figura 1: Plan de trabajo de la Propuesta Metodológica

## Conclusiones

Los cambios en la composición del estudiantado que mencionan las guías GAISE [23] se pueden ver reflejados en el contexto costarricense. Un ejemplo claro es el aumento del número de estudiantes matriculados y graduados en estadística en los últimos años, tanto en grado como en posgrado, y la revisión de la malla curricular de la carrera de Estadística que se está llevando a cabo en estos momentos.

Sin embargo, esta revisión y auge no se ha visto reflejada en los cursos de estadística general, en donde la matrícula sigue siendo dependiente de la matrícula de las carreras que los tengan incluidos en su currículo. Por ello, se considera muy importante que este estudio sirva no solo como referencia para encontrar nuevas estrategias didácticas, sino también para contrastar los esfuerzos didácticos que se han hecho en otras universidades del mundo, con las propuestas y prácticas costarricenses en el contexto de la enseñanza universitaria de la estadística y la probabilidad.



## Bibliografía

- [1] Batanero, C., Chernoff, E. J., Engel, J., Lee, H. S., and Sánchez, E. (2016). *Research on Teaching and Learning Probability*. Springer. Google-Books-ID: FtICDwAAQ-BAJ.
- [2] Begg, A. (1997). Some emerging influences underpinning assessment in statistics. *I. Gal, y J. B. Garfield (Eds.), The assessment challenge in statistics education.*, pages 17–26.
- [3] Berry, D. A. (1997). Teaching elementary bayesian statistics with real applications in science. *The American Statistician*, 51(3):241–246.
- [4] Carmichael, I. and Marron, J. S. (2018). Data science vs. statistics: two cultures? *Japanese Journal of Statistics and Data Science*, 1(1):117–138.
- [5] Chambers, J. M. (1993). Greater or lesser statistics: a choice for future research. *Statistics and Computing*, 3(4):182–184.
- [6] Chance, B. and Rossman, A. (2006). Using simulation to teach and learn statistics. *ICOTS-7*, page 6.
- [7] Chance, B. L. (2002). Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*, 10(3).
- [8] Chaves Esquivel, E. (2007). Inconsistencia entre los programas de estudio y la realidad de aula en la enseñanza de la estadística de secundaria. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 7(3).
- [9] CONARE (2010). Acuerdo para la equiparación de los cursos de estadística entre las instituciones de educación superior universitaria estatal. [https://www.conare.ac.cr/images/docs/leyes\\_acuerdos/acuerdo%20estadstica%202010.pdf](https://www.conare.ac.cr/images/docs/leyes_acuerdos/acuerdo%20estadstica%202010.pdf). Acceso: 2019-02-27.
- [10] Doi, J., Potter, G., Wong, J., Alcaraz, I., and Chi, P. (2016). Web application teaching tools for statistics using r and shiny. *Technology Innovations in Statistics Education*, 9(1).
- [11] Donoho, D. (2017). 50 years of data science. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26(4):745–766.
- [12] Fawcett, L. (2018). Using interactive *Shiny* applications to facilitate research-informed learning and teaching. *Journal of Statistics Education*, 26(1):2–16.
- [13] Froelich, A. G., Stephenson, W. R., and Duckworth, W. M. (2008). Assessment of materials for engaging students in statistical discovery. *Journal of Statistics Education*, 16(2).

- [14] Gal, I. (2003). Teaching for statistical literacy and services of statistics agencies. *The American Statistician*, 57(2):80–84.
- [15] Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., and Zieffler, A. (2008a). Creating a statistical reasoning learning environment. In Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., and Zieffler, A., editors, *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*, pages 45–63. Springer Netherlands.
- [16] Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., and Zieffler, A. (2008b). Using technology to improve student learning of statistics. In Garfield, J. B., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., and Zieffler, A., editors, *Developing Students' Statistical Reasoning: Connecting Research and Teaching Practice*, pages 91–114. Springer Netherlands.
- [17] Kvam, P. H. (2000). The effect of active learning methods on student retention in engineering statistics. *The American Statistician*, 54(2):136–140.
- [18] Neumann, D. L., Hood, M., and Neumann, M. M. (2013). Using real-life data when teaching statistics: Student perceptions of this strategy in an introductory statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 2(12):59–70.
- [19] Ottaviani, M. G. (1999). Developments and perspectives in statistical education. *Proceedings of the Joint IASS/IAOS Conference*, page 11.
- [20] Sharma, S. (2007). Definitions and models of statistical literacy: a literature review. *Open Review of Educational Research*, 4(1):118–133.
- [21] Weltman, D. and Whiteside, M. (2010). Comparing the effectiveness of traditional and active learning methods in business statistics: Convergence to the mean. *Journal of Statistics Education*, 18(1):null.
- [22] Williams, I. J. and Williams, K. K. (2018). Using an r shiny to enhance the learning experience of confidence intervals: Using an r shiny to enhance the learning experience of confidence intervals. *Teaching Statistics*, 40(1):24–28.
- [23] Wood, B. L., Mocko, M., Everson, M., Horton, N. J., and Velleman, P. (2018). Updated guidelines, updated curriculum: The GAISE college report and introductory statistics for the modern student. *CHANCE*, 31(2):53–59.