



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL

HACIA UNA CULTURA ESTADÍSTICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA

**Mónica Beatriz Guitart-Coria,
Cristian Patricio Gamba, Norma
Carina Lopez, Julián Martínez, Martín
Omar Silva, Luciano Cattaneo-Bonilla**

**Universidad Nacional de Cuyo
Mendoza, Argentina**

Eduardo Grossi

**Universidad Tecnológica Nacional
Mendoza, Argentina**

**Alexander Nicolás Casas
Casas Arjona**

**EF Academy Oxford,
Oxford, Reino Unido**

Resumen

La enseñanza de la Estadística está incorporada, en forma generalizada, a prácticamente todas las carreras de Ingeniería. Además de su carácter instrumental para la mayoría de las disciplinas, es importante el desarrollo del razonamiento estadístico en una sociedad caracterizada por la disponibilidad de información y la necesidad de toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.

Es indispensable reflexionar sobre los avances hechos en esta dirección y los principales obstáculos, para lograr que la educación en carreras de Ingeniería fomente la cultura estadística en los alumnos con el fin de que se aprovechen los contenidos de las otras asignaturas para aplicar los conceptos estadísticos necesarios en cada situación.

El objetivo principal no es convertir a los futuros ingenieros en “estadísticos expertos”, puesto que la aplicación razonable y eficiente de la Estadística para la resolución de problemas requiere un amplio conocimiento de esta materia y es competencia de los estadísticos profesionales. Tampoco se trata de capacitarlos en el cálculo y la representación gráfica, puesto que los medios informáticos resuelven este problema.

Lo que se pretende es proporcionar una Cultura Estadística basada en dos componentes interrelacionadas:

- La capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos apoyados en datos o los fenómenos estocásticos que las personas pueden

- encontrar en diversos contextos, incluyendo los medios de comunicación, pero no limitándose a ellos, y
- la capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante.

Ver la Estadística desde sus aplicaciones en la vida cotidiana, dar conclusiones en el contexto de los datos analizados, advertir sobre sus usos y abusos, prepara a nuestros alumnos para analizarla y entenderla con otra mirada, produciendo, además, un aprendizaje significativo en ellos.

La propuesta de caminar "Hacia una Cultura Estadística" se basa en formar docentes que enseñen a pensar estadísticamente desde lo ético y lo conceptual.

Palabras clave: cultura estadística; estrategias de enseñanza; aprendizaje significativo

Abstract

The teaching of Statistics is incorporated, in a generalized form, to practically all engineering careers. In addition to its instrumental nature for most disciplines, it is important to develop statistical reasoning in a society characterized by the availability of information and the need for decision making in environments of uncertainty.

It is essential to reflect on the progress made in this direction and the main obstacles, to ensure that our education in engineering careers fosters the statistical culture in our students so that the contents of other subjects can be used to apply the necessary statistical concepts in every situation. The main objective is not to convert future engineers into "expert statisticians", since the reasonable and efficient application of Statistics for problem solving requires extensive knowledge of this matter and is the responsibility of professional statisticians. Nor is it a question of training them in the calculation and graphic representation, since the computer means solve this problem. The aim is to provide a Statistical Culture based on two interrelated components:

- *The ability to interpret and critically evaluate statistical information, arguments supported by data or stochastic phenomena that people may encounter in various contexts, including the media, but not limited to them, and*
- *the ability to discuss or communicate their opinions regarding such statistical information when relevant.*

See the Statistics from their applications in everyday life, give conclusions in the context of the analyzed data, warn about their uses and abuses, prepare our students to analyze and understand it with another look, producing, in addition, a significant learning in them.

The proposal to walk "Towards a Statistical Culture" is based on training teachers who teach to think statistically from the ethical and the conceptual.

Keywords: *statistical culture; teaching strategies; significant learning*

1. Introducción

Entre las tendencias principales en la enseñanza en Ingeniería en la actualidad se encuentra el trabajo con planes de estudio abiertos y adaptados a las necesidades sociales con un aprendizaje multidisciplinar y experiencias de campo. Sin olvidar el aprendizaje centrado en el estudiante, con un docente mediador que promueva la conexión de lo trabajado en clase con un aprendizaje que lo acerque a la vida profesional.

¿Qué se puede aportar a estas tendencias, desde la Estadística, en la formación de ingenieros? Se puede comenzar, desde las Ciencias Básicas, alfabetizando estadísticamente a nuestros alumnos con el fin de formar Ingenieros que sean ciudadanos estadísticamente cultos.

La expresión “Cultura Estadística”, surgió entre los educadores estadísticos porque desde hace tiempo se advierte la necesidad del conocimiento estadístico en todos los ámbitos. Además, de querer resaltar el hecho de que la Estadística se considera parte de la herencia cultural necesaria para un ciudadano educado.

Desde hace muchos años Ottaviani (1998, p.1) promueve la Cultura Estadística, destacando que, “a nivel internacional, la UNESCO implementa políticas de desarrollo económico y cultural para todas las naciones, que incluyen no sólo la alfabetización básica, sino la numérica. Por ello los estadísticos sienten la necesidad de difusión de la Estadística, no sólo como una técnica para tratar los datos, sino como una cultura, en términos de capacidad de comprender la abstracción lógica que hace posible el estudio cuantitativo de los fenómenos colectivos”.

Más allá de lo académico, los organismos oficiales de Estadística se han concienciado de la necesidad de hacer llegar, en forma comprensible, los estudios que realizan, a todos los ciudadanos y al mismo tiempo mejorar la imagen pública de la Estadística. Además de poner el énfasis en la provisión de información, el consejo para los gobiernos, el uso profesional y las investigaciones, las organizaciones oficiales de Estadística se interesan en proporcionar información a la sociedad, como un todo.

Así, la academia y las instituciones oficiales se preocupan por dar un buen enfoque de la Estadística, pero los medios de comunicación no siempre presentan solidez teórica ni interpretan la información estadística de manera correcta y ética. Cox (1997, p.273) describe este aspecto de la siguiente manera: “la valoración pública de los principios generales en la interpretación de la evidencia, falta en muchos aspectos de los artículos en la prensa y programas de radio y televisión” ... “La información, a veces sensacionalista de los resultados de pequeños estudios, frecuentemente mal diseñados, es especialmente preocupante”.

¡Cómo no formar ciudadanos estadísticamente cultos ante este tipo de situaciones! Es importante que todo ciudadano sea suficientemente apto para advertir mentiras o manipulación de los datos en la información que llega cada día por distintos medios.

Desde el mundo de la Educación Estadística, Gal y Garfield (1995), comentan que la mayoría de los profesores de Estadística desearía que sus alumnos fuesen “estadísticamente cultos” al ser capaces de:

- Recopilar, analizar e interpretar inteligentemente los datos
- Usar el pensamiento y razonamiento estadístico
- Comunicarse efectivamente usando el lenguaje de la Estadística.
- Creer en la importancia de la Estadística para comprender mejor la información de su mundo
- Considerar que, frecuentemente, hay diferentes formas de resolver un problema estadístico
- Reconocer que la gente puede llegar a distintas conclusiones a partir de los mismos datos, si han llegado a diferentes hipótesis y han usado diferentes métodos de análisis.
- ...

Pero, en general, esto no ocurre cuando los alumnos universitarios aprueban sus cursos de Estadística...

Por lo expuesto, se ve que es necesario que los docentes que imparten cursos de Estadística o los que la utilizan como herramienta, sepan claramente que no basta con realizar cálculos, usar software y hacer gráficos vacíos de contenido que sólo llenan espacios y no plantean conclusiones en el contexto de los datos analizados o, lo que es peor, los resultados obtenidos son interpretados de manera incorrecta, ya sea por una manipulación poco ética de los datos o, simplemente, por ignorancia.

La propuesta de caminar “Hacia una Cultura Estadística en Carreras de Ingeniería” se basa en formar docentes que enseñen a pensar estadísticamente desde lo ético y lo conceptual.

2. La Estadística pensada desde la Alfabetización Estadística

El explosivo acceso a la información le ha dado a la Alfabetización Estadística un lugar preponderante en la educación universitaria y, especialmente, en la formación de Ingenieros, ya que es considerada como una competencia esencial para un pleno desempeño ciudadano y profesional.

Un mundo abrumado por gran cantidad de información exige una formación ciudadana para comprender, procesar e interpretar la información estadística que nos rodea. El fácil acceso a la misma no es suficiente para garantizar su adecuada interpretación y mucho menos su adecuado procesamiento.

El Ingeniero de hoy trabaja en contextos multidisciplinarios que le exigen desarrollar algunas capacidades para tener una participación efectiva en decisiones gerenciales, sociales, económicas e, incluso, políticas. Para esto, es necesario saber leer, interpretar y estimar a partir de datos reales, además de tomar decisiones en condiciones de incertidumbre... Este nivel de conocimiento lleva a pensar que es necesario desarrollar la habilidad de acercarse a los datos de forma crítica y usar la Estadística como herramienta para resolver tanto situaciones cotidianas

como profesionales... En pocas palabras, es necesario imponer la Alfabetización Estadística en la formación de profesionales.

Si bien los planes de estudio del nivel medio incluyen la enseñanza de la Estadística, la experiencia indica que los futuros ingenieros, en el mejor de los casos, son capaces de reconocer un puñado de fórmulas a las que no le encuentran sentido, con escasa comprensión de los principios básicos que subyacen en el análisis de datos y casi una nula aplicación de la Estadística en su vida cotidiana.

Ante esta perspectiva, no se debe perder tiempo y se debe comenzar pronto a preparar a nuestros alumnos de Ingeniería para que sean ciudadanos estadísticamente cultos, capaces de desenvolverse en el análisis de datos y la toma de decisiones con solidez teórica y capacidad para sostener sus ideas.

¿Cómo se hace? Los resultados obtenidos en algunas investigaciones, como las de Jurdak (2006), Ku y Sullivan (2002) o Palm (2008), ponen de manifiesto que los estudiantes se esfuerzan más y obtienen mejores resultados cuando resuelven actividades contextualizadas, que les resultan interesantes... Pues, entonces, ¡manos a la obra!

3. Una Estadística Contextualizada en temas de Ingeniería: Nuestra experiencia

A partir del planteo de situaciones reales, cercanas a las vivencias personales, a los sentimientos y a las emociones de los alumnos, además de proponer ejemplos que involucren situaciones propias de la Ingeniería, es posible aumentar la motivación e implicación de los estudiantes. Elegir una temática cercana a los intereses de los futuros ingenieros motiva y promueve un aprendizaje significativo.

Muchos autores mencionan la necesidad de promover entornos de aprendizaje activo que impliquen a los estudiantes a través de actividades auténticas de investigación y discusión (NCTM, 2000; Herrington, Oliver, 2000; Franklin et al., 2005). Actividades que permitan establecer la relevancia y significado de los conceptos estadísticos, basados en el estudio de casos o escenarios concretos (Barab, Thomas, Merrill, 2001). Para ello es necesario impregnar la enseñanza de la Estadística de estrategias activas de aprendizaje, proyectos de colaboración, uso de datos reales, simulaciones computacionales y visualizaciones, con el fin de que los estudiantes adquieran una verdadera comprensión conceptual de los conceptos.

Estos escenarios deben estar organizados didácticamente para que la mediación acompañe y guíe la reflexión e indagación de los alumnos, con pautas claras que definan las actividades individuales, grupales y colaborativas, para que los alumnos puedan poner en juego su propia perspectiva del problema, contrastar sus ideas con las de sus compañeros y hacerlas evolucionar hacia visiones más complejas de la realidad.

El trabajo con propuestas de esta naturaleza supone la interacción entre el trabajo individual del alumno y el cooperativo, orientado hacia el aprendizaje comprensivo de conceptos, procedimientos de búsqueda, recolección de información, representaciones, gráficos y la mejora en las capacidades de análisis, argumentación, formulación de conjeturas y creatividad de los alumnos y, la adecuada organización de la información para su comunicación (Lipson, Kokonis, 2005).

Por esto, la intención de esta propuesta es trabajar los aprendizajes en contextos reales (propios del alumno o de la Ingeniería), con lo cual se desafía a los estudiantes para que vean los conceptos desde su más íntima concepción, la realidad.

Si se trabaja, por ejemplo, desde el Análisis Exploratorio de Datos, seguimos estos pasos:

1. Se plantea un desafío sobre una problemática actual vinculada a la especialidad de los alumnos.
2. Se promueve la integración de los conceptos aprendidos (Medidas descriptivas, Gráficos, Interacciones, Comparaciones de conjuntos de datos, etcétera).
3. Se incentiva la combinación de la teoría y la práctica para que, a través de trabajo colaborativo, se pueda dar solución a la problemática en estudio.
4. Se suscita una toma de decisiones con pensamiento crítico y profunda actitud ética.
5. Se incentiva a los alumnos para transformar un conocimiento en resultados prácticos, incluso, para dar solución a problemas sociales a partir de la Ingeniería.
6. Se solicita contextualizar los resultados para evidenciar la utilidad de los mismos.
7. Se motiva el uso crítico y concienzudo de algún software, eligiendo la mejor opción, pero sin quedarse en los números fríos, sino pensando los resultados como elementos de decisión.
8. Se solicita presentar un informe técnico, que respete la fundamentación estadística y la aplique en el contexto del problema en estudio.
9. No conformes con este informe técnico, que sirve como incentivo para aprender a comunicar de manera escrita, pedimos un informe a modo de "gacetilla de prensa", asequible a cualquier usuario, que sintetice el proceso realizado y muestre las conclusiones de manera sencilla.
10. Finalmente, además de solicitar que los alumnos expongan oralmente sus resultados en un tiempo limitado, se incentiva la creatividad exigiendo un título original y atractivo.

¿Será mucho pedir? Esta experiencia no ha dejado de sorprendernos y confirma que, si la Estadística se ve en el campo, al contextualizar las tareas en la vida cotidiana y profesional, marca a los alumnos ayudando a poner de relieve la utilidad de la Estadística para desenvolverse con soltura en la vida real, advirtiendo, además, la frecuencia con la que, consciente o inconscientemente, recurren a ella día a día.

La presentación de una guía de aplicaciones prácticas, con datos reales de las especialidades de la Ingeniería en las que se da el curso de Estadística ha mostrado que el conocimiento estadístico no puede ser comprendido separado de su contexto de aplicación, ni aplicado únicamente a problemas abstractos que no se encuentran en la vida real. Ello implica que los conceptos y técnicas estadísticas deben estar contextualizados.

Se trata de presentar escenarios o situaciones más globales que permitan el desarrollo de las diferentes fases de un estudio estadístico, a partir del planteo de una situación problemática (que puede, incluso, exceder la temática de la asignatura), partiendo desde la decisión de un adecuado tamaño de muestra, de la selección de una técnica de muestreo, sobre la manera de recolectar, organizar y presentar los datos, la manera en la que se hará el análisis (por ejemplo, un profundo Análisis Exploratorio de Datos) y así, continuar describiendo los mejores caminos para dar conclusiones sobre el problema planteado, en un marco ético y responsable.

4. Algunas conclusiones

¿Qué se ha logrado con esta propuesta? Preparar a nuestros alumnos para que aprendan los conceptos estadísticos desde sus primeros pasos universitarios, que crezcan con ellos y se familiaricen de tal manera que cuando escuchen o lean la información estadística, que día a día aparece en las pantallas de la televisión, en Internet, en revistas y diarios, sean capaces de entenderla, de criticarla, de inferir y analizarla correctamente. Además, y esto no es poco, que como jóvenes profesionales no sufran las dificultades propias de no tener los conceptos previos, indispensables para afrontar las exigencias laborales.

¿Cómo se logra esto? Planteando situaciones propias de la Ingeniería, a partir de:

- El uso de datos reales recolectado por los propios alumnos, involucrados en temáticas de su especialidad.
- Subrayar la comprensión conceptual en vez del simple conocimiento de procedimientos.
- Contextualizar los resultados obtenidos, sin perder de vista la importancia de realizar las acciones adecuadas para el logro de los objetivos.
- Utilizar la tecnología adecuada para facilitar la comprensión conceptual y el análisis de datos.
- Fomentar un uso respetuoso de los datos para dar conclusiones respetuosas y éticas.

Resumiendo, se espera dejar en los alumnos la semilla para transformarse en ciudadanos que estén inmersos en una cultura estadística para poder desarrollarse exitosa y honestamente en un medio cada vez más competitivo en cuanto a los conocimientos y cada vez más alejado de la ética en la toma de decisiones.

5. Referencias

- Azcárate, P., Cardeñoso, J. (2011). La Enseñanza de la Estadística a través de Escenarios: Implicación en el desarrollo profesional. Boletim de Educação Matemática, Vol. 24, No. 40, pp. 789-810.
- Barab, S., Thomas, M., Merrill, H. (2001). Online learning: From information dissemination to fostering collaboration. Journal of Interactive Learning Research, Vol. 12, No. 1, pp.105-143.
- Batanero, Carmen. (2009). Training school teachers to teach probability. Chilean Journal of Statistics, Vol. 3, pp.3-13.

- Cox, D. (1997). The current position of statistics: A personal view (with discussion). *International Statistical Review*, Vol. 65, No. 3, pp.261-290.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D. S., Moreno, J., Peck, R., Perry, M. Scheaffer, R. (2005). A curriculum framework for K-12 statistics education. GAISE report. American Statistical Association. Consultado el 14 de octubre de 2014 en <http://www.amstat.org/education/gaise/>.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, Vol. 70, No. 1, pp.1-25.
- Gal, I. y Garfield, J. (Eds.) (1995). The assessment challenge in statistics education. IOS Press, Amsterdam.
- Herrington, J., Oliver, R. (1999). Using situated learning and multimedia to investigate higher-order thinking. *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. 10, No. 1, pp.3-24.
- Jurdak, M. (2006). Contrasting perspectives and performance of high school students on problem solving in real world situated, and school contexts. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 63, No. 3, pp.283–301. DOI:10.1007/s10649-005-9008-y
- Ku, H., Sullivan, H. (2002). Student performance and attitudes using personalized mathematics instruction. *Educational technology research and development*, Vol. 50, No.1, pp.21-34.
- Lipson, K., Kokonis, S. (2005). The implications of introducing report writing into an introductory statistics subject. IASE, Sydney, Australia. Consultado el 28 de octubre de 2010 en <https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/14/lipson.pdf>.
- NCTM (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM.
- Ottaviani, M. G. (1998). Developments and perspectives in statistical education. Proceedings of the Joint IASS/IAOS Conference. Statistics for Economic and Social Development. Aguascalientes, México (CD ROM).
- Palm, T. (2009). Theory of authentic task situations. En L. Verschaffel, B. Greer, W. Van Dooren, S. Mukhopadhyay (Eds.), *Words and worlds: Modelling verbal descriptions of situations* (pp. 3–19). Sense Publishers, Rotterdam.
- Sepeng, Percy & Webb, Paul. (2012). Exploring mathematical discussion in word problem-solving. *Pythagoras*, Vol. 33, pp.1-8.

Sobre los autores

- **Mónica Beatriz Guitart-Coria:** Profesora en Matemática, Física y Cosmografía, Licenciada en Matemática, Experta Universitaria en Indicadores y Estadísticas Educativas, Especialista en Docencia Universitaria, Doctora en Educación de la Universidad Nacional de Cuyo. Profesora Adjunta y Directora de Asuntos Estudiantiles. monica.guitart@ingenieria.uncuyo.edu.ar
- **Cristian Patricio Gamba:** Analista Universitario de Sistemas, Licenciado en Gestión Institucional y Curricular, Especialista en Docencia Universitaria de Universidad Nacional de Cuyo. Jefe de Trabajos Prácticos y director del Ingreso. cristian.gamba@ingenieria.uncuyo.edu.ar
- **Eduardo Grossi:** Licenciado en Economía de Universidad Nacional de Cuyo. Jefe de Trabajos Prácticos. eduardo.grossi@frm.utn.edu.ar

- **Norma Carina López:** Profesora de Matemática y Computación de la Universidad Juan Agustín Maza. Jefa de Trabajos Prácticos. norma.lopez@ingenieria.uncuyo.edu.ar
- **Julián Martínez:** Ingeniero Industrial Universidad Nacional de Cuyo. Jefe de Trabajos Prácticos. julian.martinez@ingenieria.uncuyo.edu.ar
- **Martín Omar Silva:** Analista de Sistemas de la Universidad Católica Argentina. Profesor Titular. Profesional Principal de CONICET. martin.silva@ingenieria.uncuyo.edu.ar
- **Alexander Nicolás Casas Casas Arjona:** Estudiante de EF Academy Oxford. casassasha@gmail.com
- **Luciano Cattaneo-Bonilla:** Estudiante de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. lucianocattaneob@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)