

## ENSEÑANDO ESTADÍSTICA A FUTUROS INGENIEROS

### RESUMEN

En éste artículo pretendo ofrecer una visión global de la problemática de la enseñanza de la estadística a futuros ingenieros, ilustrando su complejidad, pero al mismo tiempo mostrando algunos caminos que podrían ser abordados para su mejora. Se trata el tema del enfoque de los cursos introductorios el los programas de ingeniería de la U.T.P., el papel de la motivación, los estilos de aprendizaje de los estudiantes y su relación con los objetivos que se persiguen, los métodos de enseñanza y el papel de la tecnología.

**PALABRAS CLAVES:** Enseñanza de la estadística, estilos de aprendizaje, plan de estudios, motivación, evaluación, tecnología.

### ABSTRACT

*In this paper I try to offer a global vision of the problematic one of the education of the statistic to engineer futures, illustrating its complexity, but at the same time showing some ways that could be boarded for their improvement. The subject is the approach of the introductorios courses the programs of engineering of the U.T.P., the paper of the motivation, the styles of learning of the students and their relation with the objectives that are persecuted, the methods of education and the paper of the technology.*

**JHON JAIRO LEÓN SALAZAR**

Licenciado en Matemáticas  
Candidato a Magíster en  
Enseñanza de la Matemática  
Profesor Auxiliar del  
Departamento de Matemáticas de  
la U.T.P.  
leonj@utp.edu.co

### 1. INTRODUCCIÓN

Los programas de ingeniería de la Universidad Tecnológica de Pereira incluyen en su plan de estudios, al menos un curso de estadística. La importancia de la estadística en el mundo actual es de tanta importancia que en muchos países, incluyendo a Colombia, la estadística forma parte del currículo de la educación secundaria e incluso se incluyen algunos tópicos en la educación primaria. El proceso de globalización y el desarrollo tecnológico hacen que la dinámica del mundo moderno exija que todo ciudadano, para ejercer sus derechos y comprender su entorno, requiera de una cierta alfabetización en estadística.

Sin embargo, un tema tan trascendental como el de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina ha sido tradicionalmente relegado a un segundo plano. Así lo ponen de manifiesto tanto los criterios de selección del profesorado como los estímulos a su desarrollo profesional, siempre más ligados a incentivar la investigación en nuevas áreas que a reconocer los esfuerzos en la mejora de los procesos de enseñanza. A pesar de esto, la preocupación entre los profesores por mejorar la eficacia de sus tareas docentes se incrementa, al parecer debido a la sospecha de que las formas de enseñanza tradicionales no están dando los resultados deseados.

Un fenómeno que he experimentado en mí contacto con estudiantes y profesionales jóvenes cuando se les habla de estadística consiste especialmente en que no comprenden la verdadera importancia para su desempeño profesional, esto asociado a un mal recuerdo de la forma

como se les enseñó. En lugar de reconocer la importancia de la metodología para la recogida y el análisis de datos sólo recuerdan un montón de desarrollos matemáticos ininteligibles, y los más afortunados recuerdan alguna aplicación probabilística.

Sin duda, la enseñanza en los cursos introductorios tiene muchas dimensiones. Cuando se elabora el programa de estadística para cierto programa, se habla mucho de los objetivos: ¿Cuáles se pretenden alcanzar a corto plazo, al finalizar el curso? ¿Cuáles a medio plazo, a dos años o diez años?. Y sobre contenidos: ¿Cuál debe ser el contenido del curso? ¿Cuál su nivel de matemáticas?. ¿A qué se le debe dar más énfasis? ¿a las matemáticas? ¿a la probabilidad? ¿al análisis exploratorio de datos o al cambio de actitud frente a la aleatoriedad? Otro tema importante es el de la motivación: ¿Cómo hacer para que los estudiantes no se aburran? ¿Cómo hacer para disminuir la ansiedad y hacer del curso de estadística una experiencia agradable? ¿Cómo mejorar su actitud frente al aprendizaje? ¿Cómo lograr menos mortalidad académica?

El cuestionamiento continúa cuando como profesores nos enfrentamos a la enseñanza de un curso de estadística: ¿Cómo valorar el impacto de los cambios que el profesor, en su intención de mejorar los resultados, implementa en su curso? ¿Cómo saber objetivamente que una opción metodológica mejora los resultados? ¿Qué opciones metodológicas podrán mejorar qué cosas? ¿Qué papel juega la tecnología en todo esto?

Preguntas como estas invitan a reflexionar sobre la complejidad de la problemática de la enseñanza de la

estadística a futuros ingenieros, en busca de caminos y oportunidades para intentar mejorar.

## 2. ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA

La estadística, en su concepción actual, es bastante joven si tomamos en cuenta que los aportes de Karl Pearson, Fisher, Gosset, y las posteriores aportaciones de Neyman y Egon Pearson, en los cuales descansa básicamente la materia que se enseña en los cursos introductorios, se realizan durante el siglo XX, así como la axiomatización de la teoría de la probabilidad por parte de Kolmogorov.

La enseñanza de la estadística, estaba bastante asociada en un principio, con la realización de cálculos, con la determinación de cifras en el marco del limitado (o inexistente) desarrollo computacional de aquella época. La elaboración de las tablas para la distribución F de Snedecor, sin las cuales eran inaplicables los valiosos métodos recién descubiertos, era una labor titánica, a tal punto que durante mucho tiempo, sólo existieron valores críticos para el 5% y para el 1% de significación.

Es curioso percatarse que aún en nuestros días, en los que se da un desarrollo extraordinario de la computación y la ciencia informática, aquellos valores del 5% y del 1%, relacionados con las pruebas de significación de Fisher, constituyen piedras difíciles de remover en el tiempo. Los rótulos *significativo* y *altamente significativo*, no han caído en desuso y son referentes cotidianos en todas las publicaciones científicas sobre investigaciones empíricas. Este hecho tan sencillo, puede servir de indicador de la gran inercia que existe en la comunicación del conocimiento estadístico. La enseñanza en general y la enseñanza de la estadística en particular, cambian muy lentamente. Si se comparara la evolución en casi todas las facetas de la actividad humana en el último siglo, catalizado con los avances de la ciencia y de la tecnología, seguramente veríamos que la forma de enseñar ha cambiado muy poco.

Lo que es innegable, es la creciente actitud positiva para abordar la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística, lo cual se hace evidente por el número de publicaciones dedicadas a esta temática. La sensibilización de la comunidad académica internacional y la importancia y actualidad de la problemática de la educación estadística puede valorarse en centenares de artículos.

## 3. EL ENFOQUE Y CONTENIDO DE LOS CURSOS INTRODUCTORIOS DE ESTADÍSTICA EN LA UNIVERSIDAD

Cuando revisamos los contenidos de cursos introductorios de estadística en diferentes programas universitarios de ingeniería se percibe la gran similitud en los temas a tratar. Lo peor es que cuando se han definido

y se empiezan a ejecutar, toman una inercia muy grande. Cambiar el enfoque o los contenidos de un curso tradicional, generalmente implica la ruptura de paradigmas y hasta de cambios generacionales.

Tener claros los objetivos, es asunto clave. Concepciones vagas sobre los propósitos que se persiguen pueden dar origen a una pobre definición de contenidos y a una organización inadecuada de los mismos. Se suele caer en la práctica de llevar el curso sólo para cumplir objetivos de contenido. En el caso de la estadística, un profesor con este criterio especificará una lista de tópicos estadísticos y definirá una serie de actividades dirigidas a cubrir estos tópicos, fallando en el énfasis de lo esencial: ayudar al estudiante a apreciar el papel vital de la estadística. Sin esto, cualquier aprendizaje será de poco interés y de poco uso.

Diversos autores proponen como objetivos relevantes para un curso introductorio el desarrollo de las siguientes competencias:

- Habilidad para ligar la estadística con situaciones del mundo real.
- Conocer los conceptos básicos de estadística.
- Habilidad para sintetizar los componentes de un estudio estadístico
- Comunicar los resultados de una manera clara.

Sin embargo, habitualmente nos encontramos con diferentes perspectivas o enfoques que son motivo de polémica. Green (1992) plantea alguno de estos enfoques mediante las siguientes confrontaciones:

**Estadística vs. matemáticas:** Algunos cursos se caracterizan por ser muy formales desde el punto de vista matemático. Se da mucha importancia al tratamiento formal de la probabilidad y la inferencia estadística, intentando deducir y construir la matemática que da origen a importantes y útiles proposiciones estadísticas, dando poca importancia a las aplicaciones. Así el curso de estadística se convierte en un nuevo curso de matemáticas, quedando ausente, lo que liga la teoría con el mundo real, al igual que la apreciación de la matemática y de la estadística como modelos para abordar situaciones reales en las que la incertidumbre y la variabilidad, son parte esencial del problema.

**Estadística vs. probabilidad:** No suele ser una línea de acción tan perjudicial como la anterior, sin embargo aquí, para abordar los conceptos de inferencia estadística o análisis de datos, se recorre primero un largo camino en el mundo de la probabilidad, invirtiendo buena parte del tiempo en temáticas como la combinatoria, por ejemplo, dando un tratamiento más o menos formal al concepto de variable aleatoria y otros temas clásicos de la teoría de la probabilidad. Este enfoque ha sido muy seriamente discutido. Muchos artículos recientes, plantean que es posible entender los conceptos básicos de la estadística,

para su adecuada aplicación, con relativamente pocos conocimientos formales de probabilidad, haciendo más énfasis en la intuición y en la simulación y dando los preliminares de la inferencia con base en el análisis de datos, más que en modelos matemáticos de probabilidad.

**Estadística vs. análisis de datos (AED):** Enfoques más recientes de la enseñanza de la estadística empiezan con análisis de datos para problemas contextualizados del mundo real. Van apareciendo las herramientas del análisis exploratorio de datos, como necesidad de resolver aspectos del problema planteado. Se hace énfasis en la importancia y utilidad del llamado análisis exploratorio de datos, al tiempo que se pone en evidencia el alcance y las limitaciones de posibles inferencias. En una etapa posterior del curso, el AED, puede convertirse en importante apoyo, para entender conceptos como el de función de densidad de probabilidad, a partir de una generalización de la idea de histograma, y las características poblacionales de media, varianza, etc.. Se debe tener mucha cautela con este enfoque, pues puede suceder, que en algunos cursos, se confunda estadística, exclusivamente con AED y más aun con aplicación de software para la obtención de gráficos y tablas, descontextualizados, lo cual no es deseable.

Aunque existen diferencias en los contenidos de los cursos introductorios dependiendo de la disciplina específica a la cual se dirige, la tendencia en las propuestas que se realizan en las distintas publicaciones sobre enseñanza de la estadística, están orientadas a fortalecer el pensamiento estadístico, más que el aprendizaje de fórmulas y ecuaciones. Los contenidos de teoría estadística y de matemática se supeditan a la necesidad de fortalecer el entendimiento de una estrategia conceptual para la resolución de problemas contextualizados, reforzados con simulaciones que ilustren de una manera más vivencial el significado de la teoría. En resumen: más problemas reales, más datos, más análisis exploratorio de datos, menos teoría de la probabilidad.

#### 4. LA MOTIVACIÓN INTRÍNSECA

¿Cuál es la razón por la cual un estudiante estudia sus lecciones de estadística? Sahai, Behar y Ojeda (1997), expresan que un motivo corriente para estudiar estadística es que la asignatura aparece en el plan de estudios y es indispensable aprobarla para obtener el título que se pretende. Si no existe otro motivo adicional, el estudiante define una estrategia para aprobar más que para aprender. La experiencia me ha enseñado que el estudiante se entrena para responder las evaluaciones y saltar un obstáculo más en su camino a la graduación. En este caso el motivo no tiene la suficiente fuerza para emprender la senda del aprendizaje. La motivación ideal está asociada con el deseo del estudiante de participar en el proceso de aprendizaje y, por lo tanto, se relaciona con

las razones o metas que supone su participación en las actividades académicas. Por su naturaleza cualitativa pueden distinguirse dos tipos de motivación. *La motivación intrínseca*, que supone un autentico compromiso del estudiante con una actividad de aprendizaje, que la asume como propia, y con la que el aprendizaje le permite disfrutar de un sentimiento de satisfacción. Por otra parte, *la motivación extrínseca* logra que el estudiante realice una actividad de aprendizaje como un medio para obtener un premio o para evitar un castigo. La motivación intrínseca, es un camino más seguro hacia el aprendizaje y en este sentido el profesor juega un papel central. Uno de los más importantes retos del profesor, es ayudar a encender esa chispa de la motivación intrínseca, sin la cual los demás esfuerzos resultan poco efectivos. Una manera de generar una motivación adecuada que fortalezca efectivamente el proceso de aprendizaje consiste en el *aprendizaje contextualizado*, es decir, ayudar al estudiante a ver la aplicabilidad del conocimiento estadístico al mundo real. Por ejemplo, plantear problemas relacionados con su carrera que necesariamente deban ser resueltos con el uso de la estadística son una excelente forma de motivar a los estudiantes en su estudio.

#### 5. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Respecto a las estrategias de enseñanza, éstas debe estar compuesta de una amplia gama de actividades encaminadas a fortalecer el proceso de aprendizaje cubriendo totalmente los objetivos que se plantean, al tiempo que el contenido y la forma de las actividades se defina teniendo como norte la motivación intrínseca y el aprendizaje a largo plazo. Romero et al. (1995), explican que la reforma de la enseñanza de la estadística, descansa, entre otros aspectos, en la consideración de que lo que los estudiantes aprenden tiene que ver básicamente con lo que estarán en capacidad de hacer en su trabajo años más tarde, es decir, en el aprendizaje a largo plazo; y, que el conocimiento tecnológico se adquiere *haciendo y viendo hacer a otros*. Enfatiza, que el aprendizaje es una tarea personal, donde el protagonista no debe ser el profesor sino el estudiante.

Algunos elementos a tener en cuenta en el momento de impartir un curso de estadística para futuros ingenieros son: Buscar como objetivo primario en un curso introductorio la enseñanza de la estadística aplicada, no la enseñanza de la estadística teórica; enfocar las aplicaciones estadísticas al campo de interés de los estudiantes mostrándoles que la estadística es una herramienta efectiva de investigación; establecer unas guías estándar para la buena práctica estadística; asegurarse que el texto guía sea compatible con el nivel de conocimiento de sus lectores; conectar conceptos y métodos estadísticos con un software diseñado con fines didácticos. Con respecto al último elemento, es importante implementar el uso de la tecnología en el

proceso aprendizaje, pues ella usada adecuadamente puede convertirse en un excelente aliado para facilitar el aprendizaje del estudiante, especialmente para objetivos del nivel de comprensión. Al fin y al cabo la tecnología es una de las dimensiones que más desarrollo ha tenido en el presente siglo y el desarrollo de la microelectrónica y de la informática, ha sido especialmente acelerado. Esto significa que se ha posibilitado abordar problemas de mayor envergadura, que se ha ganado tiempo en la clase, pues ya no es necesario, por ejemplo, enseñar todas las maneras de calcular la varianza y sus métodos abreviados, etc., las estrategias de enseñanza todavía son demasiado tímidas comparadas con el potencial que la tecnología ofrece.

## 6. LA EVALUACIÓN FORTALECE EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA

El término *evaluación* es usado en diferentes contextos y con diferentes significados. Garfield (1994), afirma que la mayoría de los profesores piensan en la evaluación en términos de exámenes aprobados o reprobado. Dado que el aprendizaje de la estadística a menudo se contempla como el dominio de un conjunto de habilidades, procedimientos y vocabulario, la evaluación se ha limitado a la aplicación de exámenes o pruebas que intentan medir si el estudiante ha adquirido este dominio. Se debe tener suma precaución con la utilización de aquellas preguntas que se orientan típicamente a la medición de destrezas, aisladas del contexto de un problema y no prueban si el estudiante ha entendido o no conceptos estadísticos, si está en capacidad de integrar el conocimiento estadístico a la solución de un problema o si es capaz de comunicarse efectivamente usando el lenguaje de la estadística. En muchas situaciones me he encontrado con el curioso hecho de estudiantes que resuelven correctamente una pregunta sin haber entendido lo que esta solución encierra dentro de un contexto determinado. Básicamente este hecho se produce gracias a preguntas que inducen una respuesta más relacionada con aspectos parciales de un problema o la aplicación de métodos a problemas completamente planteados. En este sentido, Hubbard (1997) hace un balance crítico acerca del descuido que existe con respecto a la evaluación. Hace referencia a una publicación anterior, Hubbard (1995), en la cual reporta los resultados de un estudio sobre las preguntas que traen los libros de texto estándar en matemáticas y estadística, registrando que el número de preguntas que son realmente diferentes, es bastante pequeño. Este hecho, aumenta la posibilidad de que un estudiante con motivación extrínseca, relacionada sólo con aprobar el curso, memorice procedimientos y algoritmos para responder “las preguntas” que con mucha seguridad, le harán en su examen.

Sobre la temática de la evaluación en estadística, Gal I. y Garfield J. (1997), editaron el libro *The assessment challenge in statistics education*, el cual constituye un gran esfuerzo para caracterizar el proceso de evaluación, diagnósticos de la práctica corriente, sus alcances, sus limitaciones, el estado del arte en la investigación educativa y algunas recomendaciones al respecto. Garfield, J. y Gal, I. (1999), listan los principales retos que deberá afrontar la investigación sobre evaluación de la enseñanza de la estadística:

- Evaluación de los estudiantes en ambientes asistidos por computador.
- Evaluación de la *lectura y escritura* en estadística.
- Evaluación del entendimiento de las *grandes ideas* estadísticas.
- Evaluación de la intuición y el razonamiento probabilístico.
- Evaluación de los resultados del trabajo en grupo.
- Desarrollo de modelos para usar en la evaluación y comparación de currículos.
- Uso de la evaluación para determinar lo que los estudiantes entienden después que ellos interactúan con software de simulación.

Como puede apreciarse el camino apenas empieza y son muchos los retos que aguardan.

## 7. CONCLUSIÓN

De la anterior síntesis, se puede deducir la complejidad de la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística y más específicamente al caso de futuros ingenieros, empezando desde el enfoque del curso, sus contenidos, la secuencia, los énfasis. Por otro lado, existen diferentes niveles en los objetivos de enseñanza, los cuales pueden lograrse escogiendo las estrategias adecuadas a cada uno de ellos, que varían en complejidad. Los objetivos de mayor nivel, solo podrán alcanzarse con un aprendizaje activo, donde el estudiante es el protagonista. Esta participación activa del estudiante se hace más efectiva cuando existe una motivación intrínseca y el estudiante disfruta con el aprendizaje, en este sentido, el papel del profesor es muy importante, pues queda en sus manos *vender* la estadística a sus estudiantes, con base en la importancia que tiene la misma en el campo de interés del estudiante, al tiempo que presentando los temas de manera hilada y coherente, buscando en lo posible establecer conexiones con el área del conocimiento de interés del estudiantes y otras áreas del conocimiento. La tecnología puede ser un buen aliado que podría permitir flexibilizar el proceso de aprendizaje, liberando el tiempo del profesor en cierto tipo de labores. Los estudiantes antes de tomar el curso, tienen sus propias concepciones sobre la aleatoriedad y sus actitudes frente

a la incertidumbre no siempre son acertadas, lo cual se constituye en una limitante del proceso de aprendizaje. En este sentido es conveniente que el profesor explore las preconcepciones que tienen los estudiantes para tomarlas en cuenta en su estrategia, pues el estudiante, para aceptar lo nuevo, tiene que convencerse que lo viejo no funciona. El manejo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística puede enfocarse bajo la filosofía del mejoramiento continuo de la calidad, planeando todas las fases, empezando por el currículo, definiendo unas metas claras, ejecutando el proceso planeado, verificando la consecución de los objetivos y con base en ello, retroalimentando el proceso con acciones correctivas.

Son muchas las dimensiones que tiene el proceso enseñanza-aprendizaje de la estadística, pero también son muchas las oportunidades de mejorar, sujeto a las limitaciones o restricciones que se tienen en cada ambiente específico.

Sólo queda reflexionar sobre la manera de producir motivación intrínseca en nuestro trabajo docente para empezar pronto a actuar en el sentido del mejoramiento. No es un camino fácil, pero con seguridad tiene un muy alto beneficio para la sociedad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. FLOREZ OCHOA, Rafael. Hacia una pedagogía del conocimiento. MCGRAW-HILL, Bogotá, 1998.
- [2]. BATANERO, C., GARFIELD, J. B., OTTAVIANI, M. G. Y TRURAN, J. (2000). Investigación en Educación Estadística: algunas cuestiones prioritarias. Statistical Education Research Newsletter 1(2). (Puede consultarse a través de internet en <http://www.ugr.es/~batanero/ListadoEstadistica.htm>)
- [3]. BEHAR, R. Y OJEDA, M.M. (1997). A Reformulation of the Problem of Statistical Education: A Learning Perspective» (Resume). International Statistical Institute. Newsletters Vol 21. N° 1(61).