

# La Estadística en la Educación Superior ¿Formamos Pensamiento Estadístico?

Roberto Behar Gutiérrez\*  
Pere Grima Cintas\*\*

\* Ph.D. Profesor Titular - Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística - Facultad de Ingeniería - Universidad del Valle - Santiago de Cali, Colombia - robehar@pino.univalle.edu.co

\*\* Ph.D. Profesor Titular - Departamento de Estadística e Investigación de Operaciones. Universidad Politécnica de Cataluña - Barcelona, España. Pere.grima@upc.es

Fecha de recepción: Noviembre 20 de 2003  
Fecha de aprobación: Abril 30 de 2004

## RESUMEN

Se pretende poner sobre la mesa, algunos interrogantes sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística, reflexionando sobre la relación que existe entre la forma como se conduce el proceso de enseñanza aprendizaje y las metas que se pretenden lograr con el proceso. ¿Cuáles podrían ser unas expectativas razonables para el aprendizaje de la estadística de un estudiante?, ¿cuáles a corto plazo?, ¿y a largo plazo?. ¿Los contenidos que se desarrollan actualmente, son consistentes con las expectativas de formar pensamiento estadístico?, ¿qué es el "pensamiento estadístico"? ¿Los estudiantes de hoy, en su rol

de ciudadanos y en su futuro ejercicio profesional involucrarán de verdad, los paradigmas de la estadística en su esquema de toma de decisiones? ¿Se produce el cambio de actitud necesario para hacer útil lo aprendido? ¿Qué queda como remanente esencial sobre la manera de abordar la variabilidad y la incertidumbre?.

**Palabras Clave:** Enseñanza-aprendizaje, estadística, pensamiento estadístico, validez externa, validez interna, contenidos, motivación. Aprendizaje a largo plazo.

## ABSTRACT

This paper addresses some questions about the teaching and learning process of Statistics, analyzing the relationship between the way the process is conducted and the goals to be achieved. What could be some reasonable learning expectations of a statistics student? Which of these should be accomplished in the short and long-term? Is the current set of courses consistent with the expectations of statistical thinking? What does "statistical thinking" mean? Will the current students actually adopt and apply statistics paradigms for decision making in their professional activities? Are the students changing their attitude to use and apply what they learn? What is missing about the methods to deal with variability and uncertainty in the real world?

**Key Words:** Teaching-Learning, Statistical Thinking, external validity, internal validity, contents, motivation. Learning in the long term.

## INTRODUCCIÓN

Está suficientemente reportado en la literatura científica, que a pesar de los esfuerzos que realizan los profesores, los resultados obtenidos en términos de aprendizaje de la estadística, están bastante lejos de ser satisfactorios, como se deduce de los planteamientos de Kempthorne (1980), Hey (1983) Garfield and Ahlgren (1988),

Dallal (1990), Barlow (1990), Garfield (1991), Cobb(1993), Hogg (1991), Freedman (1991), Ruberg (1992), Efron y Tibshirani (1993), Batanero (2000), Behar (2001), quienes se refieren a la ansiedad, al temor que se genera y a la actitud negativa hacia la estadística después de tomar su curso de estadística; se refieren también a los contenidos de los cursos, algunos excesivamente cargados de probabilidad o matemáticas, con poca referencia al mundo real; se discute sobre la secuencia de los temas y el orden más adecuado de abordarlos; se refieren también a la falta de motivación auténtica de los estudiantes; al aburrimiento que se evidencia en muchos cursos; sobre las frustraciones de algunos profesores que realizan ingentes esfuerzos por mejorar los resultados de aprendizaje; tratan sobre la influencia de la tecnología especialmente de la informática en el aprendizaje; por otro lado se hace referencia a si los profesores tenemos claro lo que queremos que nuestros estudiantes tengan claro y también a las prioridades de la investigación en educación estadística.

Una evidencia más sobre la importancia de esta problemática, es la gran cantidad de participantes, en los eventos sobre enseñanza y aprendizaje de la estadística que se ofrecen a nivel mundial, tales como el ICOTS (*International Conference Of Teaching Statistics*), que cada dos años organiza el Instituto Internacional de Estadística (ISI), que ya va en su sexta versión y en el cual se presentan centenares de ponencias, sobre diversos temas y experiencias de profesores de todas las latitudes. Se evidencia que esta problemática, es de interés mundial. El sentimiento de fracaso, se experimenta por igual en países desarrollados que en los del llamado tercer mundo.

Una primera pregunta que surge de manera natural es: ¿Qué pasa con los resultados de las investigaciones que se realizan en el mundo? ¿Están llegando o no a las aulas de clase? ¿Qué tan generalizables (válidas), son las conclusiones de estas investigaciones? Y una pregunta que tal

vez nos hagamos, en primer lugar es: ¿Estamos de acuerdo los profesores con lo que significa “aprender estadística”?, es decir, ¿tenemos unanimidad en las metas básicas?, pues muy seguramente la medida del “éxito” dependerá de estos significados. ¿Cuáles son las componentes y las relaciones en el complejo proceso de enseñanza-aprendizaje? El subtítulo de este trabajo: “¿formamos pensamiento estadístico?”, induce un sesgo de los autores, sobre las metas de un curso introductorio; pero, ¿Qué es pensamiento estadístico? ¿Intentamos formar para el largo plazo? ¿Cuáles son los cambios que se pretende induzca el curso, en el mediano y en el largo plazo?

### **PROBLEMÁTICA DEL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA: REFLEXIONES PARA UN MARCO**

Con el ánimo de identificar elementos clave que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje y poner en evidencia su complejidad, se proponen algunas reflexiones como estas: ¿Cuando establecemos “comunicación” con nuestros estudiantes, el lenguaje y los términos que usamos tienen la misma acepción para ellos? ¿Tienen nuestros estudiantes los conocimientos y habilidades básicos para entender nuestro discurso? ¿Cuáles son esos requerimientos?

Aunque nuestro curso sea el primer contacto formal de los estudiantes con la estadística, ¿Tienen los estudiantes algunas concepciones e intuiciones con base en las cuales toman sus decisiones cuando se encuentran en un ambiente de variabilidad e incertidumbre? ¿Son válidas estas preconcepciones? ¿Conocer las preconcepciones de nuestros estudiantes es útil para la conducción del proceso de aprendizaje de la estadística? ¿Aprenden todos los estudiantes de la misma manera? ¿Cuáles son esas maneras posibles?

¿Son los contenidos y las actividades que se desarrollan consistentes con las metas de aprendizaje y con las estrategias? ¿Cuáles son

esas metas de aprendizaje? ¿Aplico alguna teoría de aprendizaje, aunque sea tácitamente? ¿Cuál es esa teoría que subyace al proceso de enseñanza aprendizaje? ¿Cuáles son los cambios de actitud que se desea lograr? ¿Cuáles las habilidades? ¿Cuáles los conocimientos? y ¿Cuál su capacidad de transferencia? ¿Cuál es el papel de la motivación? ¿Es ésta realmente importante? ¿Es apropiado el ambiente de aprendizaje? ¿El desarrollo del proceso particular de aprendizaje que se conduce genera un ambiente que propicie un enfoque profundo del mismo? ¿El aprendizaje es unidimensional o existen varias dimensiones del aprendizaje de la estadística? ¿Cuáles son esas dimensiones? ¿Cómo valorar los logros en cada una de estas dimensiones?

### **¿...Y SOBRE LAS METAS DE APRENDIZAJE? ¿...Y SOBRE EL “PENSAMIENTO ESTADÍSTICO”?**

Suena razonable, empezar por discutir y reflexionar sobre lo que se pretende lograr con nuestro curso de estadística, pues teniendo razonablemente claro nuestro punto de llegada y conociendo nuestro punto de partida, tendremos mayores probabilidades de éxito en el trazado de una ruta que intente conectar dichos puntos.

El punto de partida puede estar constituido por la caracterización de nuestros estudiantes, conocer quiénes son, cuáles son sus creencias, sus conocimientos, sus habilidades “reales”, no sólo las formales, pues como el curso exige en el currículo unos prerrequisitos, podemos suponer, a veces erróneamente, que el estudiante ya debe saber, comprender y transferir, cierto conocimiento que consideramos necesario. ¿Lo sabe?, ¿Lo sabe de la manera como suponemos?

Con cierta frecuencia escuchamos quejas de los profesores sobre que los estudiantes no tienen una buena formación formal en matemáticas, que no saben los alcances y limitaciones de la proporcionalidad, en relación con el mundo real, o

no saben construir la ecuación de una recta cuando no se trabaja con las letras "X" y "Y". Algunas veces, el problema puede estar en el empaque y no en el contenido, como cuando la dificultad no está en los conceptos, sino en la notación.

Y sobre el estado de llegada. ¿Cuáles son las metas de la formación básica en estadística?, entendiendo como formación básica, aquella que se imparte en una carrera distinta a la licenciatura en estadística y que generalmente consiste en un curso (50 horas lectivas) o dos cursos (100 horas lectivas) del currículo formal de su plan de estudios?

Una respuesta posible a esta pregunta podría intentar rescatarse de los programas que se entregan a los estudiantes al principio del curso y que corrientemente, aparece en un apartado que se llama "Objetivos", cuya primera frase es: "Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:...". Surge aquí, la inquietud, si este listado de aspiraciones esperamos verificarlas inmediatamente al terminar el curso, o si por el contrario aquel listado representa nuestras expectativas en el mediano o largo plazo. Si se pidiera en forma específica plantear nuestras metas para ser verificadas dentro de cuatro años, cuando nuestro estudiante esté desempeñando su ejercicio ciudadano y profesional, ¿el listado sería el mismo?, de no ser así, ¿cuál sería ese nuevo listado de aspiraciones?. El listado de corto plazo, garantiza el del largo plazo? o mejor, ¿los esfuerzos, las actividades y la interacción con los estudiantes son coherentes con los propósitos de largo plazo?.

Cuando hablamos de "pensamiento estadístico", se intenta expresar la necesidad de trascender el conocimiento, entendido como cosas que ahora se saben, pero que pueden olvidarse.

"Pensamiento estadístico", tiene la acepción de algo permanente, algo que forma parte de nuestra lógica corriente, es trascender la lógica determinística y complementarla con nuevos

elementos que resultan más eficientes en situaciones de variabilidad e incertidumbre. Se está hablando de un largo plazo que es toda la vida. En el lenguaje de la informática, estaríamos hablando de modificar el "hardware" y no sólo el "software", o mejor dicho, modificar el hardware, a través del software (sin necesidad de alta cirugía, ni operaciones de cráneo abierto).

Suena atractivo tener como meta, el desarrollo del "Pensamiento estadístico", pero específicamente ¿qué es el pensamiento estadístico?, ¿cuáles son los rasgos que lo caracterizan?, ¿cómo se relaciona lo que se entiende por aprendizaje de la estadística con el desarrollo del "pensamiento estadístico"?

Vale la pena hacer una digresión sobre lo que significa "aprender", pues en esta materia hay una gran heterogeneidad en las concepciones, que van desde la más elemental, que es la de ser capaz de reproducir información recibida, o resolver "problemas" del estilo de los que el profesor resolvió en clase, hasta concepciones mucho más caras y complejas como las que enunciaremos a continuación.

Basados en Ramsdem (1992), la concepción de "aprender" está relacionada con la capacidad de hacer preguntas con significado, de desarrollar pensamiento crítico, con el entendimiento de los tópicos principales de la asignatura, una apreciación de la naturaleza de los argumentos involucrados, una conciencia de lo que cuenta como evidencia relevante y la sabiduría de pensar críticamente y admitir las deficiencias de conocimiento que se tienen.

Aprender, está relacionado con poder Interpretar y entender la realidad de una manera diferente y la capacidad de aplicar los conocimientos creativamente a nuevos problemas o circunstancias. Pensar por sí mismos, comprender principios y generalizaciones, responder flexiblemente a cambios en las circunstancias.

Aprender, se refiere a la Integración de teoría y práctica al generalizar a partir de un conocimiento teórico básico sobre situaciones poco conocidas. Forjar un enfoque imaginativo y creativo para enfrentar problemas. Comprensión de conceptos, en el sentido de poder establecer relaciones entre ellos y el mundo real. Capacidad de predicción del posible impacto sobre una característica de un sistema al producirse una modificación de alguna condición. Tener confianza en sí mismos para hacer valoraciones personales sobre la interpretación de una evidencia, mientras que al mismo tiempo se acepte la existencia de interpretaciones alternativas de la "realidad". Cambio en la manera como conceptualizamos el mundo que nos rodea.

Esta caracterización general de lo que se entiende por "aprender" es muy exigente y compleja, pues involucra no sólo la comprensión de cierto conocimiento y el desarrollo de habilidades, sino un cambio en la actitudes de estudiantes, una apropiación íntima y personal.

## APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

Con el significado de "aprender" que se describió en el anterior apartado, ¿qué significa ahora "aprender estadística"? Los autores del presente artículo dirían que aprender estadística, en el contexto de largo plazo es desarrollar el pensamiento estadístico.

Snee (1993) y Wild C.J., M. Pfannkuch (1999), intentan realizar una caracterización de lo que podría llamarse "pensamiento estadístico" y adicionan al concepto de "aprender" las especificidades del objeto de aprendizaje: la estadística. Algunas de estas características son:

☑ *La necesidad de los datos.* Esto significa desarrollar la actitud de evitar las especulaciones subjetivas y sentir la necesidad de abordar la solución de problemas con base en datos.

- ☑ Desarrollar conciencia de la *importancia del proceso de generación de los datos.* Desafortunadamente muchos cursos y textos de estadística, se desarrollan a partir de lo datos, pareciera que el pensamiento estadístico se iniciara después de que se tienen los datos. Cuando los datos aparecen, se ha realizado un avance sustantivo en la solución del problema. Generar conciencia de lo relevante del proceso de obtención de los datos, saber que la forma de analizarlos está íntimamente ligada a la forma como los datos son obtenidos (Muestreo, Diseño de Experimentos, Fuentes secundarias). Antes de los datos, y para llegar a ellos ha debido ocurrir un proceso de "pensamiento estadístico".
- ☑ Sentir la necesidad de tener en cuenta la variabilidad y la incertidumbre como elementos clave, percibir de manera natural la omnipresencia de la variabilidad e incluirla como una componente importante en el proceso de modelación de la realidad.
- ☑ Involucrar en la lógica de pensamiento las ideas de *validez externa* (representatividad) y de *validez interna* (Control de factores de confusión).
- ☑ Comprender y apropiarse de los argumentos que justifican la utilidad de la estimación por medio de muestras, no obstante que los resultados pueden variar de una muestra a otra.
- ☑ Desarrollar la capacidad de *abordar problemas faltos de estructura*, como lo son la mayoría de las situaciones reales. Realizar preguntas inteligentes para colocar en contexto la situación y convertirla en un verdadero problema estadístico.
- ☑ Comprender que la *significancia estadística* está relacionada con la medida de la variabilidad del azar, pero que no está en relación con la *significancia práctica*.
- ☑ *Valoración de la utilidad de la estadística:* para

comparar, para predecir, para estimar, para valorar el impacto de un factor sobre la variabilidad de otros, para construir indicadores, para decidir entre diferentes opciones, sus alcances y limitaciones.

- ☑ Desarrollar la habilidad de *comunicar los resultados*, su nivel de generalidad y las condiciones para su aplicación.

## **UNA PREGUNTA A MANERA DE CONCLUSIÓN: ¿ESTAMOS LOGRANDO DESARROLLAR PENSAMIENTO ESTADÍSTICO?**

Vale ahora preguntarnos si el desarrollo corriente de nuestros cursos involucran los contenidos y las actividades de aprendizaje adecuadas para lograr el desarrollo del “pensamiento estadístico”, en el sentido descrito anteriormente. ¿se puede mejorar la forma como estamos invirtiendo las 50 o las 100 horas disponibles para realizar la tarea de desarrollar el pensamiento estadístico en nuestros estudiantes?, ¿estamos poniendo suficiente énfasis en el proceso de generación de datos, en la importancia del muestreo aleatorio y en el diseño adecuado de un plan de muestreo o de un experimento, para controlar posibles factores de confusión que podrían invalidar la comparación de ciertas poblaciones de interés?, ¿el sistema de evaluación está encaminado a reforzar el pensamiento estadístico? o ¿hace énfasis en la aplicación de reglas y algoritmos, en el cálculo de cosas?

Si se mira con detalle los elementos que se definieron para caracterizar el significado de pensamiento estadístico, estamos reconociendo que en el largo plazo no tenemos la ilusa expectativa de que nuestros estudiantes recuerden fórmulas y procedimientos específicos, no tenemos la esperanza de que resuelvan complicados problemas de probabilidad, pero en cambio esperamos que hayan integrado a su lógica los elementos esenciales, de tal manera que haya un verdadero

cambio de actitud como resultado de la comprensión de los principios del proceso inferencial y de los riesgos de ignorar la variabilidad. Si ese cambio de actitud ha tenido efecto, en el futuro, en el peor de los casos, cuando se enfrente a una problemática donde sean esenciales la consideración de la variabilidad y la incertidumbre, pedirá ayuda experta.

Queda pendiente definir, cuáles deben ser entonces los contenidos básicos de un curso introductorio de estadística. Cuáles las actividades de aprendizaje, cuáles los métodos de evaluación y los contextos, entre otros, para propiciar el pensamiento estadístico.

¿Cómo la enseñanza puede estimular el aprendizaje profundo?, ¿cómo puede la enseñanza despertar el interés en la materia y propiciar cambios en el entendimiento?, ¿qué se sabe acerca de la enseñanza efectiva?, ¿cómo se relaciona este conocimiento con lo que los estudiantes dicen sobre su aprendizaje?, ¿qué significa buena enseñanza en la práctica?, ¿cómo afectan las preconcepciones que los estudiantes tienen al empezar su curso de estadística?

Este problema no está resuelto en forma general, se han invertido muchos esfuerzos para abordar las preguntas que se han realizado, y se ha generado conocimiento con limitada validez externa, que marcan importantes pautas para orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, procurando adaptarlos a las condiciones de los contextos específicos. Cada una de las preguntas formuladas en este artículo, puede dar origen a una investigación o a discusiones en las que los modelos explícitos o tácitos de aprendizaje que tienen los profesores juega un importante papel. Cada interrogante pretende incitar a la reflexión personal y a obligar a una respuesta particular, que se constituye en el inicio de un diagnóstico de nuestro quehacer, lo cual es un muy buen principio.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BARLOW, Roger : *Statistics*. New York, Wiley, 1990.
2. BATANERO C; GARFIELD, J. ; OTTAVIANI MG. ; TRURAN. "Research in Statistical Education: Some priority Questions." Statistical Education Research Newsletter, (IASER), Volume 1 Number 2, May. 2000.
3. BEHAR, Roberto. *Aportaciones para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 2001.
4. COBB G. W. *Reconsidering Statistics Education: A national Science Foundation Conference*. Journal of Statistics Education, v.1, n.1. 1993.
5. DALLAL, Gerard. *Statistical Computing Packages: Dare We Abandon Their Teaching to Others?*. The American Statistician, , Vol. 44, No. 4, p. 265-6. November 1990.
6. EFRON, BRADLEY, TIBSHIRANI Robert J. *An Introduction to the Bootstrap*, Chapman and Hall. New York. 1993.
7. GARFIELD and AHLGREN. *Difficulties in Learning Basic Concepts in Probability and Statistics: Implications for Research* . Journal in research of mathematics Education, 19, 44-63. 1988.
8. HOGG, Robert V. *Statistical Education: Improvements are Badly Needed*. The American Statistician, vol. 45, Nov. 1991, 342-343. 1991.
9. KEMPTHORNE, Oscar. *The Teaching of Statistics: Content Versus Form*. The American Statistician, February, vol. 34, no. 1, pp. 17-21. 1980
10. MOORE D. *New Pedagogy and New Content: El Case of Statistics*. International Statistical Review, 65, 123-165. 1997
11. SNEE R.D. *What's missing in Statistical education?*. The American Statistician, 47, 149.154. 1993
12. RAMSDEN Paul. *Learning to Teach in Higher Education*. New York: Routledge. 1992
13. WILD C.J., M. PFANNKUCH. *Statistical Thinking in Empirical Enquiry*. International Statistical Review, 67,3, 223-265. ISI. 1999.