

Heurística

Aprender la ingeniería

El proceso de aprendizaje de la estadística:

Roberto Behar Gutiérrez.

Profesor Titular.

Depto. de Producción e Investigación
de Operaciones.

Facultad de ingeniería.

Universidad del Valle.

Cali - Valle

Mario M. Ojeda Ramírez.

Profesor titular.

Facultad de Estadística e Informática.

Universidad Veracruzana.

Xalapa_México.

Resumen

Gran parte de los que han tenido la oportunidad de ser alumnos de un curso de estadística, han experimentado cierto grado de angustia y desesperación, ante la ineficacia de sus esfuerzos por aprender la esencia de los conceptos de estadística que su profesor intenta enseñarle. Al final del proceso, el estudiante no se siente capaz de enfrentar problemas reales en los que la estadística puede ser una ayuda plausible. Las opiniones de los estudiantes, son de naturaleza negativa y su actitud después del curso, es de poco aprecio por lo logrado en esa experiencia de aprendizaje. El profesor por su parte se siente frustrado por los resultados de las evaluaciones de sus alumnos, y hace reformas a sus conferencias, que en muchos casos son infructuosas. ¿Dónde estamos fallando?

En el presente artículo, se intenta explorar los distintos elementos y factores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje de la estadística a la luz de literatura reciente sobre educación estadística y su relación con algunas estrategias de enseñanza, de tal manera que sirva de punto de partida para que cada uno desde su perspectiva, intente resolver la pregunta que sugiere el título de presente artículo.

Abstract.

A lot of people, who have had the opportunity to be student of a statistical course, have experienced certain degree of anxiety and desperation, caused by the inefficiency of their efforts to learn the essence of the statistical concepts. When the course end, the student doesn't feel able to approach with some solution to real problems in which the statistic can be a reasonable aid. The opinions of the students, are negative and their attitude after the course, is of little esteem about statistics, in that experience of learning. The teacher on the other hand, feels frustrated by the results of the evaluations of his students, and in the best one of the cases, he makes reforms to his conferences, that in many opportunities are unfruitful. Where we are failing?

In this article, we tried to explore the different elements and factors that take part in the process of education and learning of the statistic and its relation with some strategies of education, that can serve like departure point so that each person, since its perspective, tries to solve the question that suggests the title of present paper.

Introducción

La importancia de la estadística en la actualidad, no se pone en discusión. Casi todos los programas profesionales universitarios incluyen en su currículo, al menos un curso de estadística. En muchos países, la estadística forma parte del currículo de la educación secundaria e inclusive se incluyen algunos tópicos en la educación primaria.

La dinámica del mundo moderno, exige que todo ciudadano, para ejercer sus derechos y comprender su entorno, requiera de una alfabetización en estadística.

Durante varias décadas, el tema de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en las universidades, fue relegado a un plano menor, lo cual se ponía en evidencia, en las políticas de selección de profesores y en los estímulos. Los profesores de mas alta calificación eran dedicados a los cursos mas sofisticados, mientras que profesores poco expertos, eran asignados a la enseñanza de los cursos masivos de pregrado.

Los estímulos para el profesorado, en lo que a educación superior se refiere, han estado ligados mas a la producción intelectual, a incentivar las publicaciones y la investigación y muy poco a reconocer los esfuerzos en la dirección del mejoramiento de la calidad de los procesos de enseñanza.

27

¿Qué puede estar fallando?

Los profesores de estadística, casi unanimemente, hemos percibido, en algún momento, la actitud poco entusiasta de muchas personas que han tomado un curso de estadística, al evocar sus experiencias.

Para matizar el sentimiento casi generalizado que sobre la problemática de la enseñanza de la estadística como curso introductorio, se respira en todos los rincones del orbe, se citan a continuación algunas expresiones de colegas que han reflexionado sobre el tema, como lo relaciona Julian L. Simon, en su libro «Resampling: A Better Way To Teach (and Do) Statistics».

Garfield (1991): «Una revisión de la literatura profesional de los pasados treinta años, revela una consistente insatisfacción con la manera como los cursos introductorios son enseñados»,

en otra parte dice:

«... Es bien conocido el hecho que muchos estudiantes tienen actitud negativa y ansiedad al tomar el curso de estadística...»

«Los estudiantes que han tomado un curso introductorio de estadística lo han calificado de aburridor y monótono....los instructores también han expresado que al finalizar el curso muchos estudiantes no están en capacidad de resolver problemas de estadística».

Dallal (1990): «El campo de la estadística está repleto de estudiantes frustrados con sus cursos de estadística».

Hey (1983): "Por muchos años he sido profesor de los cursos introductorios de estadística y econometría para estudiantes de economía. Como muchos profesores y estudiantes, soy consciente, que esta puede ser una dolorosa experiencia para todos. Muchos estarán familiarizados con la búsqueda, aparentemente sin fin, de maneras de reducir el dolor, rediseñando los cursos, usando diferentes textos o escribiendo nuevos, pero los cambios, a menudo son puramente cosméticos, con el problema fundamental invariante."

Barlow (1989): "Muchos estudiantes de ciencias, adquieren una clara actitud negativa hacia la asignatura de estadística. Cuando yo era estudiante también la experimenté."

Hogg(1991): "Los estudiantes frecuentemente ven la estadística como el peor curso de su carrera. Muchos de nosotros, somos pésimos profesores y nuestros esfuerzos por mejorar son muy tímidos."

Feedman (1991), refiriéndose a que la mayoría de los estudiantes de probabilidad y estadística simplemente memorizan reglas dijo: «Enchufar ciegamente fórmulas estadísticas, causa confusión».

Ruberg (1992): "Parece que muchos estudiantes tienen un profundo temor a la estadística. Ellos dicen: «Estadística fue mi peor asignatura» o «...Todas aquellas fórmulas...». Quiero que ellos tengan un entendimiento mas profundo de los métodos estadísticos, en lugar de la confusión general sobre cual fórmula es la mas apropiada para un conjunto particular de datos".

Freedman (1991). "...Cuando comenzamos, tratamos de enseñar la notación convencional... Pero pronto se vio claro, que el álgebra, se apoderaba del curso. Para estudiantes con limitada habilidad técnica, el manejo de la notación demandaba tanto esfuerzo, que no dejaba espacio para las ideas. Para plantear el punto con una analogía, es como si los estudiantes de pregrado requirieran tomar un curso de Historia de la China y el departamento de historia insistiera en que se tomara en idioma Chino".

Garfield and Ahlgreb (1988), refiriéndose a su revisión de literatura decían que «Los estudiantes parecen tener dificultades en desarrollar las ideas intuitivas correctas sobre las ideas fundamentales de probabilidad» y ofrecían las siguientes razones: «...Esta clase de comentarios, no es comúnmente escuchados sobre otras asignaturas y otros grupos de estudiantes. La naturaleza de las críticas y su volumen con respecto a las de estadística son inusuales. Uno de nosotros ha sido profesor de demografía y de economía durante tres décadas sin escuchar ese tipo de comentarios".

Los estadísticos han estado preocupados por la manera irreflexiva como se usan las pruebas paramétricas, cuyos fundamentos, son pobremente entendidos.

Efron y Tibshirani (1993). Dicen: «El camino tradicional al conocimiento estadístico ha sido bloqueado con una pared de matemáticas".

Kemphorne (1980), escribe: «Ha habido una gran falla en la enseñanza de la estadística, originada por una falla en la enseñanza a los profesores de estadística. Parte de los males que hoy ocurren, creo, se deben a que es fácil pensar en calcular áreas y volúmenes, en lugar de enseñar cosas relacionadas con la estadística. Uno toma la ruta fácil de enseñar una especie de matemáticas. Uno puede tener la justificación parcial de que esa especie de matemáticas es una parte del área completa. Lo que debiera ocurrir es que las ideas y metas estadísticas deberían determinar las matemáticas de la estadística a ser enseñadas y no al revés".

Julian L. Simon, dice: «Creo que la estadística, tiene muy especiales y grandes dificultades y que el centro del problema es que no hay manera de inducir al estudiante a disfrutar del cuerpo convencional de la inferencia estadística, porque no hay forma de hacer

que las ideas queden intuitivamente claras y perfectamente entendidas. Mas importante que si ellos disfrutaran el material, es si ellos adquirirán un conjunto de técnicas que puedan usar de manera efectiva. El problema de la estadística está en el producto y no en el empaque o en la etiqueta. Tarde o temprano la enseñanza convencional de la estadística se encontrará con el cuerpo de la complejidad del álgebra y de las tablas."

Por último, Rosenthal (1992). En el editorial de la UMAP Journal, titulado «No mas sadística, no mas sadísticos, no mas víctimas « escribe:

«Yo vengo a anunciar... un futuro para el curso de estadística elemental, una utópica posibilidad de exorcizar los espíritus malévolos de los errores estándar en nuestra enseñanza... yo asigno el peyorativo de «sadística» de la cultura estudiantil para implorar a nuestra comunidad, agradecer y legitimar la percepción de los estudiantes sobre la calidad de vida en el curso que nosotros creamos para ellos....y refleja la realidad del daño inintencional que toma lugar bajo nuestra mirada».

No obstante que estas afirmaciones son realizadas por colegas que seguramente desarrollan su labor en ambientes muy diferentes al nuestro, casi con certeza, nos identificamos con no pocas de estas opiniones. Esto significa que en la problemática de la enseñanza de la estadística, no hay fronteras. En cada situación particular cambia la intensidad de las aristas que determinan cualitativa y cauntitativamente los resultados de nuestro trabajo y el ambiente, pero la esencia parece invariante.

Las anteriores afirmaciones, presentan un bosquejo de la panorámica de la situación de la enseñanza en los cursos introductorios de estadística, que toca varias dimensiones: El currículo, ¿Cuáles son los objetivos que se pretenden alcanzar en corto plazo, al finalizar el curso? Y cuáles a largo término, por ejemplo dentro de tres años? ¿Cuál debe ser el contenido de un curso introductorio de estadística? ¿Cuál su nivel de matemáticas? ¿Qué énfasis debe llevar el curso?, ¿Con sabor a matemáticas?, ¿Con sabor a probabilidad?, ¿Con énfasis en el análisis exploratorio de datos? o en el cambio de actitud frente a la aleatoriedad?

Se hace referencia a la motivación. ¿Cómo hacer para que los estudiantes no se aburran? ¿Cómo hacer para disminuir la ansiedad y el temor y hacer de la estadística una experiencia indolora? ¿Cómo mejorar su actitud frente al aprendizaje de la estadística? ¿Cómo lograr menos frustraciones al final del curso? ¿Por qué se producen estos hechos de manera especial con la estadística?

¿Cómo valorar el impacto de esos cambios sin fin, que el profesor en su intención de mejorar "los resultados", implementa en su curso? ¿Cómo saber objetivamente que una opción metodológica mejora los resultados? ¿Cuáles opciones metodológicas podrán mejorar qué cosas? ¿Qué papel juega la tecnología en todo esto? ¿..y el ordenador?

¿Cuál es el estado del arte alrededor de la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística? ¿Pueden transferirse las conclusiones obtenidas? ¿Cuál es su nivel de generalización?

Estas preguntas y muchas mas que podrían hacerse sobre este importante asunto, justifican en parte el título de este artículo, que pretende resaltar la complejidad de la problemática, pero también la variedad de oportunidades para intentar mejorar.

Debe tenerse en cuenta, que la disciplina estadística con su acepción actual, es bastante joven si tomamos en cuenta que los aportes del profesor Karl Pearson, Ronald Fisher, Gosset, y los aportes de Neyman y Person, en los cuales descansa la estadística, se realizan durante el presente siglo, así como la axiomatización de la teoría de la probabilidad por parte del profesor Kolmogorov.

El proceso de difusión de la llamada *metodología estadística* se realizó en sus albores, de una manera lenta y matizada por problemáticas que han ido variando en algunas componentes, como la tecnología, pero permanece, aun hoy, invariante en otras que discutiremos mas adelante.

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

Es curioso percatarse que aún a la fecha, en la que se da un desarrollo extraordinario de la computación y la ciencia informática, que hace que en un segundo de tiempo, podamos disponer de valores críticos para cualquier distribución, aquellos valores del 5% y del 1%, relacionados con las pruebas de significancia de Fisher, se constituyen en mojoneros, 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 presente siglo, catalizado con los avances de la ciencia y de la tecnología, seguramente veríamos que la forma de enseñar actualmente, ha cambiado muy poco, en comparación con la de principios de siglo.

En esta evolución, la educación como disciplina ha dado grandes pasos, y trascendiendo los linderos de la psicología, se abrió paso la educación como objeto de conocimiento. Nacen las facultades de *Ciencias de la Educación*, se desarrolla la llamada didáctica de la ciencias, en especial la didáctica de la matemática y mas recientemente la didáctica de la estadística, sin embargo, paradójicamente, el ejercicio de la docencia, en general, no se ha visto afectado por un cambio con similar celeridad.

La transferencia al ejercicio de la enseñanza de los hallazgos de la investigación educativa, no tiene muy claros ductos. Los canales de transmisión de los conocimientos adquiridos, dista mucho de ser el deseable.

Lo que es innegable, es la creciente actitud positiva para abordar la problemática del aprendizaje de la estadística, lo cual se hace evidente por el número de publicaciones dedicadas a esta temática que se producen. En la pasada reunión de ICOTS-5 (International Conference Of Teaching Statistics), se produjeron tres volúmenes con mas de 200 artículos sobre el tema, que abarcan una muy amplia gama de dimensiones del aprendizaje.

En los últimos lustros, se ha visto mejor atendida la preocupación por el binomio enseñanza-aprendizaje. La Asociación Americana de Estadística (ASA), desde hace varios años tiene un capítulo "*Statistical Education*", así mismo, el *Journal of Statistical Education*¹ (JSE), que trata en forma exclusiva este importante tópico, está disponible en la Web de tal manera que el acceso es gratuito y público, para los números publicados hasta 1998.. La revista *American Statistician* de la asociación americana de estadística (ASA), dedica su sección *Teacher Corner* a esta temática, además de publicar algunos artículos a la discusión de temas relacionados con el tema, así por ejemplo la edición de febrero de 1999, tiene una sección especial dedicada a esta problemática: "*Undergraduate statistics: What should Change?*". El magazine *Chance* que está dirigido, no solo a profesores, sino a estudiantes. La publicación *Teaching Statistics*, editada por la Universidad de Nottingham, la cual relaciona el índice de cada número en la Web, además de tener disponibles, en extenso, una recopilación en forma de libro, de los que considera mejores artículos publicados, bajo el nombre de *Best of Teaching Statistics*, está disponible on line en <http://www.maths.nott.ac.uk/rsscse/TS/>. Existen publicaciones de circulación internacional relacionadas con la enseñanza de la matemática que publican artículos sobre la enseñanza de la probabilidad y de la estadística, tal es el caso de *Mathematics teacher* y otras.

Desde la perspectiva de la Psicología, existen revistas orientadas hacia el conocimiento y caracterización del proceso de aprendizaje, que dedican espacio a publicaciones sobre

¹ Este journal está en la Web en <http://www.stat.ncsu.edu/info/jse/>

resultados de investigaciones empíricas que aportan al conocimiento de cómo aprenden los estudiantes estadística.

Las paginas Web, dedicadas a la enseñanza de la estadística, aumentan cada vez con mayor celeridad. Por otro lado se han consolidado grupos de discusión (*lists*²), sobre enseñanza de la estadística, que abordan con mucho entusiasmo muy variadas temáticas acerca de la práctica de la enseñanza de la estadística y comparten no solo sus inquietudes y dificultades, sino sus hallazgos y maneras de abordar situaciones en el aula de clase.

Otro hecho que resalta la importancia que en la actualidad se está dando al proceso de formación en estadística es el presupuesto que ha dedicado la *National Science Foundation*, la cual, según Cobb (1993), ha invertido desde 1986 aproximadamente diez millones de dólares en apoyo a la educación en estadística especialmente en el nivel post-secundario.

El número de eventos de nivel internacional que se celebran cada año, va en aumento. La *International Conference Of Teaching Statistics (ICOTS)*³ pronto realizará su sexta reunión.

La *International Association of Statistical Education IASE*, órgano de la ISI (International Statistics Institute), también realiza periodicamente reuniones y mesas redondas sobre la enseñanza de la estadística. En 1996 ésta mesa redonda se realizó en la Universidad de Granada, España, bajo el auspicio del departamento de didáctica de la matemática, organizada por la profesora Carmen Batanero⁴, quien es líder de un importante y prolijo grupo de investigación de reconocido prestigio internacional y ha sido recientemente electa presidente de la IASE (International Association for Statistical Education), sección de la ISI (international Statistics Institute). En la mencionada mesa redonda se trato el tema: *El Rol de la Tecnología en la Enseñanza y Aprendizaje de la Estadística*, de la cual resultó una memoria en forma de libro, que puede ser consultada y descargada de la red en <http://www.stat.ncsu.edu/info/iase/>. La reunión *Beyond The formula Statistics Conference* celebró este año su tercer encuentro.

La sensibilización de la comunidad académica internacional y la importancia y actualidad de la problemática de la educación estadística puede valorarse también por los centenares de artículos que han sido publicados sobre el tema muchos de los

cuales aparecen referidos en el excelente artículo: Sahai H;A. Khurshid; S. Ch.Misra; (1996)"A Second Bibliography on the Teaching of Probability and Statistics. *Journal of Statistics Education* v.4, n.3 (1996), el cual es una valiosa fuente para todo aquel que intenta incursionar en esta temática.

Existen algunos libros sobre educación estadística como el escrito por Barnett V. (1983). "*Statistical Education-Enseñanza de la Estadística*", o el de Bibby J. (1986). "*History of teaching Statistics*". Un libro editado por Burril G. (1991): "*Guideliness for the Teaching of Statistics*". Además Hawkins A. (1990) editó el libro "*Training Teacher To Teach Statistics*". Mas recientemente y sobre el tema de la evaluación del aprendizaje en estadística, Gal y Garfield (1997), escribieron el libro "*The Assessment Challenge in Statistics*".

En lo que resta del artículo, se hará referencia a algunos de los tópicos mencionados en esta introducción, que son motivo de corriente preocupación de miembros del gremio de profesores de estadística. El ámbito de la discusión es casi siempre la educación superior, aunque no es difícil deducir cuando son también aplicables a otros niveles.

La naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje es sistémica, pues todas las componentes están íntimamente relacionadas. Así en el establecimiento de un currículo, la definición del enfoque del curso y sus objetivos, inducen en cierta forma las posibles estrategias de ejecución del mismo y definen los rasgos del proceso de evaluación que ha de servir como retroalimentación y control del proceso. El uso de tecnologías, podrá ser también sugerido desde la propia concepción del curso, no obstante que el ambiente específico pondrá sus limitaciones.

Sin desconocer la relación sistémica de estas aristas, se intentará discutir aspectos de su esencia y sus relaciones con otras facetas del proceso.

Empezaremos por el currículo, rescatando planteamientos sobre contenidos y enfoques que existen como hilo conductor de su desarrollo, discutiremos sobre el papel que juega la motivación, relacionando las diversas posibilidades metodológicas y su asociación con la naturaleza de los objetivos de aprendizaje. Se discute sobre los diversos estilos de aprendizaje y su relación con las estrategias de desarrollo. El papel de la tecnología, La importancia de la evaluación, como instrumento clave, que podría servir de indicador, como variable de respuesta para detectar el impacto de cambios en el proceso. Comentaremos sobre el estado de la investigación en educación estadística y sus principales obstáculos. Para finalizar se plantea la posible aplicación del enfoque de calidad total (TQM)⁵ como una guía para la planeación, ejecución,

² EdStat-L(an electronic discussion list on statistics education)

³ Resumen de las presentaciones disponibles en <http://www.swin.edu.au/math/icots5/>

⁴ <http://www.ugr.es/~batanero/>

⁵Total Quality Management

control y acción (retroalimentación), en el complejo proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es conveniente precisar, que la intención del presente trabajo, es hacer un inventario de algunos de los posibles factores que pueden afectar el aprendizaje y de cual manera, con el propósito que pueda servir de apoyo, al momento de definir una heurística para abordar nuestra propia problemática particular, inmersa en un marco de oportunidades y limitaciones.

El enfoque y contenido de los cursos introductorios de estadística.

El enfoque de los cursos de estadística para no estadísticos, es un tema de gran importancia; este puede influir en aspectos como la motivación de los estudiantes, la metodología que se usa, la evaluación, etc.

Reflexión sobre el enfoque y los contenidos, tiene especial interés por su condición de paquidermo. Una vez se han definido los contenidos y el enfoque del curso y se empieza a ejecutar, este toma una inercia muy grande. Los períodos entre cambios, bien pueden medirse por décadas. Cambiar el enfoque o los contenidos de un curso tradicional, generalmente implica la ruptura de paradigmas y hasta de cambios generacionales.

En este sentido, tener claras las metas que se pretenden lograr, se constituye en primer paso, que permitirá orientar de forma adecuada el desarrollo del curso y sus características metodológicas, además que proporciona una guía para hacer seguimiento, evaluar políticas, acciones y metodologías.

Esta evaluación de la efectividad del proceso, es una complicada tarea, que se constituye, en la práctica, mas en la excepción que en la regla. Una buena experiencia en este sentido, en España, la constituye la Universidad Politécnica de Valencia, que mediante su proyecto PIE (Education Innovation Project), ha definido una sistemática para reformar la enseñanza, incluyendo la evaluación de dicha reforma y en ese marco, lo relativo a la enseñanza de la estadística, como lo presenta Romero y colaboradores (1995), quienes entre otras, han planeado evaluar el desempeño a largo plazo, en lo que al pensamiento estadístico se refiere de los profesionales que fueron formados en estadística con "La reforma".

En la escuela de ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña, en los últimos 20 años, se han producido varios cambios en los paradigmas de la enseñanza de la estadística en ingeniería, se han producido ajustes con base en un proceso de evaluación basada en el principio de mejoramiento continuo, como se explica en Peña, Prat y Romero (1990).

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 de los mismos con metodologías inadecuadas. Macnaughton (1997), afirma que muchos cursos usan lo que pudiera llamarse "metas orientadas a tópicos". Un profesor que asuma estas metas especificará una lista de tópicos estadísticos y definirá una serie de actividades direccionadas 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.

Yilmaz M.R. (1996), propone como objetivos relevantes para un curso introductorio, el desarrollo de las siguientes competencias: Habilidad para ligar la estadística con situaciones del mundo real. Conocimiento de los conceptos básicos de estadística. Habilidad para sintetizar las componentes de un estudio estadístico y comunicar los resultados de una manera clara.

Gal I. y Ginsburg (1994), plantean como metas de un primer curso de estadística, entre otras, las siguientes: Preparar los estudiantes para su mejor desempeño profesional. Por otro lado, preparar los estudiantes para tratar efectivamente con aspectos estadísticos de mundo fuera del salón de clase, como son los relacionados con su vida cotidiana, con su comunidad o actividades cívicas, etc.

Los objetivos orientarán la definición de los contenidos, su organización y la metodología. Este ha sido un asunto polémico y está documentado en la literatura, relacionado generalmente con el plan de estudios o carrera específica a la cual va dirigido el curso.

Los cursos de estadística en ciencias sociales y afines, suelen tener contenidos asociados con estudios observacionales, mientras que los cursos de estadística para Ingeniería, se orientan con mucha frecuencia, hacia la problemática de la calidad y los diseños experimentales. En educación primaria y secundaria, algunas propuestas sobre objetivos y contenidos, así como también alguna discusión sobre el enfoque, aparecen referenciados en la NCTM⁶ en los estándares sobre *Statistics and Probability*.⁷

Sin embargo, en la práctica, se presentan diferentes perspectivas o enfoques. Para los cursos introductorios de estadística, los cuales son motivo de polémicas. Algunos de estos enfoques se manifiestan mediante las confrontaciones: Estadística versus matemática, o estadística versus probabilidad, o estadística versus análisis de datos, intentando mostrar los énfasis que suelen darse a los cursos introductorios, como lo plantea Green (1992).

⁶ National Council of teachers of mathematics.

⁷ <http://www.enc.org/Reform/journals/ENC2280>

Estadística versus matemática. En algunos cursos, 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. En este enfoque el curso de estadística puede convertirse en un nuevo curso de matemática, pues el proceso que domina el curso, es casi completamente deductivo, mientras que la estadística en su aplicación sigue un proceso inductivo, que no es abordado suficientemente. El alumno se capacita para aplicar las propiedades de algunos operadores, resolver algunas ecuaciones para descubrir si se cumple o no una afirmación matemática que puede estar asociada, por ejemplo, con el insesgamiento de un estimador. El alumno, se ve enfrentado en los ejercicios que resuelve, a desarrollar sumatorias, tal vez a hallar algunos límites para verificar algunas convergencias, etc., quedando ausente, la ligazón de 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 versus probabilidad. Con esta confrontación, se quiere hacer referencia a la tendencia que en la práctica de la enseñanza de un curso introductorio de estadística, pretende que para poder abordar conceptos de inferencia estadística o análisis de datos, debe recorrer primero un largo camino en el mundo de la probabilidad, invirtiendo buena parte del tiempo, en temáticas como el de la combinatoria, dando un tratamiento mas o menos formal al concepto de variable aleatoria y a 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 mas énfasis en la intuición y en la simulación y dando los preliminares de la inferencia con base en el análisis de datos, mas que en modelos matemáticos de probabilidad. En esta dirección la discusión no está terminada, pero existen esfuerzos importantes, como se muestra en el texto de Moore (1997).

Estadística versus análisis de datos (AED). Enfoque 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.. Evidentemente, puede suceder, que en algunos cursos, se confunda estadística, exclusivamente con AED y mas aún 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 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, supeditados a la necesidad de fortalecer el entendimiento de una estrategia conceptual frente a la solución de un problema contextualizado reforzada con simulaciones que ilustren de una manera mas vivencial el significado de la teoría. Más problemas reales, más datos, más análisis exploratorio de datos, menos probabilidad.

El rol de la motivación.

El aprendizaje es una actividad personal e intransferible, lo cual significa que para llevarse a cabo se requiere de la voluntad y el esfuerzo del aprendedor, sin los cuales no puede lograrse. Pero, ¿Cuál es la razón que impulsa a un estudiante a apropiarse del conocimiento que se ofrece en un curso de estadística? En otras palabras ¿qué mueve al estudiante a invertir una mayor o menor cantidad de energía? 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 absolutamente indispensable aprobar para poder obtener el grado que pretende. Si no existe otro motivo adicional, el estudiante define una estrategia para aprobar más que para aprender. Se ejercitara para responder las evaluaciones y salvar el escollo que representa en su camino. En este caso el motivo no tiene la suficiente fuerza para emprender la senda del aprendizaje. Hubbard (1997) hace notar que la forma de evaluación puede inducir al estudiante a implementar una estrategia de aprendizaje en la que se fortalezca la memorización o bien el entendimiento. Así por ejemplo si buena parte de la evaluación se realiza al final del curso, el estudiante tiende a aplazar su proceso de aprendizaje hasta días antes de la evaluación. Esto muestra un rasgo de la relación entre evaluación y aprendizaje. Esto sugiere que la *motivación* también tiene sus categorías. Kleinginna y Kleinginna (1981). Define motivación como un estado interno o condición (algunas veces descritas como necesidad o deseo) que sirve para activar o energizar el comportamiento y darle dirección.

Franken (1994) adiciona una componente: el estímulo, dirección y persistencia del comportamiento. Muchos autores sostienen que los factores que energizan el comportamiento, son distintos de los que generan la persistencia. Una clasificación de la motivación diferencia entre ganancia, poder y factores sociales. La mayoría de los teóricos de la motivación

sostienen que la motivación esta involucrada en el funcionamiento de todas las respuestas aprendidas, es decir, un comportamiento de aprendizaje no ocurrirá, a menos que sea energizado. La principal pregunta entre los psicólogos, es si los cambios en el comportamiento respecto del aprendizaje son mejor explicados por influencias ambientales, la percepción, la memoria, el desarrollo cognoscitivo, la emoción, el estilo explicatorio, o la personalidad.

Lumsden (1994) plantea que la motivación está asociada con el deseo del estudiante de participar en el proceso de aprendizaje y, por tanto, se relaciona con las razones o metas que supone su participación en las actividades académicas. Estudiantes igualmente motivados, pueden tener fuentes de motivación diferentes. Lepper (1988) distingue, por su naturaleza cualitativa, 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 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, por ejemplo, una calificación aprobatoria, un grado, una mención de honor, una beca, etc.

Ramsden (1992), Citado por Roiter y Petocz (1996)..afirma que la ansiedad que presenten los estudiantes alrededor de una materia, afectará los estilos de aprendizaje que ellos exhiban. Un estudiante puede adoptar un estilo de aprendizaje *profundo, superficial o estratégico*, frente a la misma asignatura. La estrategia de enseñanza que se adopte debería implementar el mas efectivo de esos estilos, el aprendizaje profundo, el cual reduce la ansiedad que puede existir en los estudiantes, como lo plantea Roiter y Petocz (1996).

La motivación intrínseca, es un camino mas seguro hacia el aprendizaje y en este sentido el profesor juega un papel central. Una de las mas importantes retos del profesor, es ayudar a encender esa chispa de la motivación intrínseca, sin la cual los demás esfuerzos resultan poco efectivos. Cuando la motivación intrínseca no se produce, el estudiante podría dedicar sus esfuerzos a aprobar, mas que aprender. Aquí, la evaluación juega un importante papel, como lo sintetiza Goldrath(1995) cuando afirma "...dime como me evalúas y te diré como me comporto..".

Lumsden (1994) presenta algunas cualidades del proceso de enseñanza que contribuyen a la génesis de la motivación. Una de ellas es el *aprendizaje contextualizado*, es decir, ayudar a al estudiante a ver la aplicabilidad del conocimiento al mundo real. Tareas que signifiquen un reto alcanzable y que involucren una moderada cantidad de discrepancia o aparente incongruencia, estimulan la curiosidad del estudiante y se constituyen en un elemento de motivación intrínseca. Plantear problemas relacionados con la profesión que difícilmente pudieran ser resueltos sin el uso de la estadística. Los premios por otro lado, pueden constituirse eventualmente en un fac-

tor de disminución de la motivación intrínseca, razón por la cual deben ser considerados con prudencia. Aprendizaje, maestría y esfuerzo, en lugar de rendimiento y competencia.

Sowey (1995) se refiere al aprendizaje a largo plazo. Una buena evaluación permitiría conocer la medida del logro de los objetivos de aprendizaje planteados, sin embargo, el estudiante deberá asumir el reto de usar los conocimientos aprendidos en su vida profesional de una manera directa o indirecta, resultando conveniente que a través de su curso de estadística haya fortalecido su pensamiento cuantitativo. ¿Cuál es el conocimiento esencial que deberá permanecer para asegurar el éxito de la misión de aprendizaje del curso introductorio de estadística? ¿Cuáles son las características del proceso de aprendizaje de la estadística, que aumentan la posibilidad del conocimiento a largo plazo?. Sowey (1995) aporta a este último interrogante: Plantea que el entendimiento de los conceptos es condición importante en el aprendizaje a largo plazo, inspirado en la conocida definición de hace el Psicólogo Skinner (New Scientist, 31 May 1964, p. 484): "Educación es lo que queda cuando uno ha olvidado las cosas que ha aprendido". Diría el autor del presente, haciendo uso de dos anglicismos de uso generalizado, educación es la parte del software que se ha convertido en hardware.

De sus experiencias Sowey (1995) rescata dos rasgos de importancia en el proceso de enseñanza: *La estructura y la valía* del conocimiento o la materia. *Estructura* es la reflexión de la coherencia de la temática en su presentación a los estudiantes. Una exposición coherente permite hilar la secuencia que explica los fundamentos de la técnica o método estadístico con el uso de la técnica en la práctica. La clave es la continuidad de la lógica dentro de cada tema. Un patrón de coherencia unifica diversos tópicos relacionados y evidencia sus similitudes. La coherencia en el conocimiento muestra la relación de la estadística con otras disciplinas. Por otro lado la valía, es la componente emocional, afectiva, de la disciplina que considera la excitación intelectual que se logra con el estímulo al estudiante que puede derivarse de observar el interés del profesor por el tema y su propio descubrimiento. Por otra parte, la flexibilidad que permite al estudiante el cuestionamiento de la disciplina, que le permite enfocar con claridad sus debilidades y sus fortalezas. Un aspecto muy importante que genera motivación intrínseca y aprendizaje a largo plazo, es poner en evidencia la utilidad práctica del conocimiento, que llene las expectativas del estudiante y en este sentido, involucrar en el curso de estadística, la participación en un proyecto en un área de interés del estudiante, podría impactar en varias aristas del aprendizaje. Podría producir motivación intrínseca, reforzar los conceptos y fortalecer el aprendizaje a largo plazo.

Relación entre los objetivos, los estilos de aprendizaje, y las actividades de enseñanza.

La educación estadística tradicional, se ha caracterizado por tener incrustados un conjunto de falsos tácitos supuestos como

los siguientes: *los estudiantes aprenden al mismo ritmo*, en este sentido los estudiantes, empiezan su aprendizaje al inicio de la clase y al final todos deberán estar en las mismas condiciones de aprendizaje. *Los estudiantes vienen vacíos de conocimiento a la clase* y en la clase se los *llena*. Nada más falso, si se acepta que el estudiante aprende atando o ligando los nuevos conceptos y elementos con los viejos. Debe aceptarse que los estudiantes al llegar a clase ya tienen desde hace tiempo una percepción de la aleatoriedad, actitudes muy arraigadas, para hacer juicios frente a la incertidumbre, no siempre acertados, como lo comenta Garfield y Ahlgren (1988), refiriéndose a varias falacias detectadas en investigaciones educativas, como la falacia de la representatividad, la cual es comentada también por Konold (1995), quien afirma que las preconcepciones de los estudiantes frente a conceptos relacionados con la probabilidad y la estadística tiene un impacto muy fuerte en la eficiencia del aprendizaje, además dice que paradójicamente, el aprendizaje se posibilita por el conocimiento previo que tiene el estudiante, conocimiento este, que puede limitar también su aprendizaje.

No es posible sobrescribir o escribir encima de las creencias de los estudiantes, otras que creemos más apropiadas. Las investigaciones realizadas por Konold muestran evidencias de los pocos cambios que se producen en las respuestas equivocadas de los estudiantes después de recibir instrucción, lo cual pone en evidencia la fuerza que pueden tener las creencias previamente adquiridas por el estudiante. Se evidencia de esta manera el carácter individual del aprendizaje, en este sentido, es conocido que el aprendizaje no es abordado de la misma manera por todos los estudiantes. Mas aún, hay una componente importante, que está intrínsecamente definida en cada persona y que se relaciona con los llamados estilos de aprendizaje.

Estilos de aprendizaje.

Snee (1993) basado en Herrmann (1989), explica como la individualidad se manifiesta en la manera como aprendemos más efectivamente. Plantea que existen diferencias en los llamados estilos de aprendizaje, relacionados con el lado del cerebro que "preferimos" usar. Este hecho explica que haya personas que procesan información con base en la lógica, teniendo afinidad por las representaciones abstractas, analíticas, valoran la teoría y su aprendizaje podría ser eficiente a través de lecturas, conferencias, etc. Otro tipo de personas logra su aprendizaje con base en la intuición, tienen afinidad por un enfoque sistémico, en el cual la función de síntesis e integración toma especial importancia, valoran las ayudas audiovisuales, las metáforas y los experimentos. Otros sustentan su aprendizaje en los sentimientos y sensaciones y prefieren actividades

personalizadas, tiene efecto el trabajo en grupos en los cuales interaccionan con otras personas, con las cuales pueden discutir y compartir experiencias. Otras personas tienen su disposición hacia la asociación de conceptos, la construcción de grupos con similitudes o relaciones, van dirigidas a hacer ejercicios, crear resúmenes y revisar materiales.

Como puede colegirse, según estos planteamientos, la individualidad en la apropiación del conocimiento, no da lugar a la existencia de una única dimensión uniformemente óptima para el aprendizaje. Snee (1993) lo expresa muy bien cuando dice: "Queremos que el proceso de aprendizaje sea robusto a una variedad de estilos de procesamiento de información y aprendizaje" y en otra parte "... Cada experiencia educativa debe incluir una variedad de métodos de aprendizaje".

Esto sugiere un modelo en el cual el profesor es un facilitador y el estudiante es el protagonista, que puede elegir entre una gama amplia de oportunidades disponibles de aprendizaje, de acuerdo con sus condiciones particulares.

Se han mencionado una variedad de actividades, asociadas con los distintos estilos de aprendizaje: lecturas, conferencias, ejercicios, resúmenes, videos, metáforas, experimentos, proyectos, discusiones y otras. El impacto sobre el aprendizaje, de escuchar una clase de estadística estilo conferencia, es distinto del producido por el desarrollo de un proyecto a lo largo del periodo académico y seguramente diferente de aquel que resulta de solucionar los ejercicios de fin de capítulo. En este sentido, Snee (1993), se refiere al proverbio chino: "Escucho y olvido, veo y recuerdo, hago y entiendo", el cual sugiere diferentes énfasis para el impacto de cada actividad y, además, parece definir una jerarquía: escuchar, ver, actuar.

Los niveles de aprendizaje difieren por su complejidad. Este hecho ha sido considerado por Bloom (1956)⁸, quien plantea una taxonomía de los objetivos de aprendizaje, que ha servido de base a posteriores clasificaciones que obedecen a criterios más prácticos.

Belli (1933) se refiere a la importancia de tomar en consideración la relación que existe entre los estilos de aprendizaje y los métodos de enseñanza y enfatiza la conveniencia de impulsar en la nueva lógica de la enseñanza, actividades que muestren el valor de la estadística.

Conocer la naturaleza de los objetivos de aprendizaje, proporciona criterios para definir cierta racionalidad de

⁸ Pagina Web "Educativa Psychology Interactive" Por W. Huitt. <http://www.valdosta.peachnet.edu:80/~whuitt/psy702/>

asociación entre objetivos y actividades de aprendizaje. Así por ejemplo, la labor del profesor y su impacto, difícilmente podría ser reemplazada por actividades multimedia, pues apuntan a diferentes objetivos.

Objetivos de aprendizaje⁹

En 1956, Bloom encabezó un grupo de psicólogos educativos, quienes desarrollaron una clasificación de niveles de comportamiento intelectual en el aprendizaje. Esta taxonomía en lo que se refiere al nivel de aprendizaje cognoscitivo, define 6 niveles que van desde la simple recordación o reconocimiento de hechos, hasta el mas alto nivel de abstracción que lo constituye la evaluación. Dichos niveles pueden ilustrarse a través de las palabras clave asociadas al tipo de pregunta que se formularía para su evaluación, así, para el *Nivel de conocimiento (Información)*: Ordena, define, duplica, nombra, lista, memoriza, reconoce, recuerda, repite, reproduce. Aquí el estudiante, no coloca un valor agregado, reconoce información, ideas y principios aproximadamente en la misma forma en que le fue transmitido el conocimiento. Por ejemplo: Defina media muestral. Mencione tres medidas de tendencia central. Diga quien fue el primero en acuñar la palabra "promedio". Liste métodos para construir estimadores. Para para el *Nivel de comprensión*, palabras clave: Clasifica, describe, discute, explica, expresa, identifica, indica, localiza, restablece, traslada. El estudiante, interpreta información, con base en conocimientos previamente obtenidos. Aquí aparece un valor agregado por parte del estudiante. Ejemplos: Explica la relación entre la media y la desviación estándar. En la distribución que se presenta a continuación establece la posición relativa de la media y la mediana. Clasifica cada una de las siguientes variables como discretas o continuas. *Nivel de aplicación*: Aplica, elige, demuestra, emplea, interpreta, opera, esquematiza, resuelve, usa. El estudiante transfiere, usa datos y principios para completar un problema o tarea, con escasa dirección. Ejemplo: mediante un proceso de fabricación se produce tornillos con un diámetro medio de una pulgada con una desviación estándar de 0.05 pulgadas; se consideran no conformes los tornillos que resultan muy largos o muy cortos. En el actual proceso el 4% de los tornillos resultan no conformes. Si se reduce la desviación estándar en un 20%, ¿cual será el nuevo porcentaje de defectuosos que se espera?. *Nivel de análisis*: Analiza, calcula, categoriza, compara, contrasta, critica, diferencia, separa, examina, experimenta, prueba. El estudiante distingue y relaciona las suposiciones, hipótesis y evidencias o estructura una afirmación o una pregunta.

⁹ Jerry A. Warren, University of New Hampshire, Director del proyecto "Microfiche Copy of the Data Base for the Statistical Test Item Collection System"(STICS) realizado con apoyo de la National Science Foundation, Project No. SED 76-12191, en el cual se ha construido un extenso banco de preguntas de estadística, clasificadas por diferentes criterios, entre los cuales se destaca el tipo de objetivo de aprendizaje, adaptando a Bloom(1956) han clasificado en cuatro grupos los objetivos: computación, Comprensión, aplicación y análisis.

Ejemplo: Se sospecha que los dos conjuntos de datos que se dan a continuación pertenecen a la misma población. Analiza los datos y concluye. *Nivel de síntesis*: Arme, componga, construya, diseñe, desarrolle, formule, organice, prepare, proponga. El estudiante origina, integra y combina ideas en un producto, plan o propuesta que es nueva para él. Ejemplo: una empresa de productos cárnicos, usa como materia prima pernils de cerdo para sus embutidos. Proponga un plan de muestreo para estimar la cantidad de pernils que es necesario agregar para obtener el contenido final de proteína, que establece una receta. *Nivel de evaluación*: Argumente, evalúe, compare, juzgue, prediga, soporte. El estudiante evaluará o criticará con base en criterios y estándares específicos. Ejemplo: El gerente de una industria cree que las condiciones de operación de su actual proceso pueden ser modificadas para mejorar el rendimiento. Estudie el proceso, realice un plan de experimentación si lo considera necesario y recomiende las condiciones de operación del proceso mas adecuadas. Una habilidad que se pretende en este nivel, es convertir un embrollo (problemática amorfa y difusa), en un verdadero problema con estructura, a partir del cual se vislumbre el alcance y las limitaciones de la estadística en la solución del mismo.

Se observa que entre mas complejidad presenta el objetivo de aprendizaje que se pretende lograr, mejor ha de ser el manejo de las relaciones entre conceptos y el alcance de la transferencia.

En este marco, se puede visualizar de mejor manera, cómo algunas actividades que se realizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, privilegian algunos de estos objetivos, pero son inocuas en el desarrollo de otros. Así, la llamada clase magistral, una buena conferencia, siempre tendrá una cota que hace que por muy buena que sea, no podrá alcanzar objetivos de los niveles altos, en los cuales se exige un tipo de aprendizaje activo, en el cual el estudiante es el protagonista. En disciplinas de carácter tecnológico, en los cuales la solución de una situación problema, implica el compromiso con una o varias heurísticas, la práctica personal, la experiencia vivida de manera íntima, es insustituible. Guardando las proporciones, puede ilustrarse con el caso del aspirante a torero. Vale que se le explique con tiza y pizarra, la "psicología del toro", que se le den buenas conferencias sobre las virtudes que caracterizan a un buen torero, las diversas suertes, los riesgos y como evitarlos, el arte de "la pica" y de las banderillas, los utensilios, las posturas, las normas, el esquema de premios y hasta la historia del toreo. Sin embargo, es claro que por mas brillante que resulte su evaluación escrita, después de soberbias y brillantes cátedras, si lo sueltan frente al toro, seguramente lo arrastrará con diploma de grado incluido. No hay que argumentar mucho, para ponerse de acuerdo, que el proceso de formación está incompleto. Sería conveniente, que el aspirante "vea" torear, muchas corridas, que practique con el "toro simulado", algunas destrezas, que ejercite su cuerpo, que posteriormente se enfrente con algunas vaquillas, novillos y por supuesto que por fin, enfrente varios toros, todo esto

frente a los calificados, que le observarán sus virtudes y sus flaquezas, para retroalimentar su capacitación..

Esta retroalimentación que ofrece una verdadera evaluación, es la que proporciona y acumula experiencia. Un ingeniero que ha diseñado 100 puentes, pero nunca a evaluado la eficiencia de sus obras, está diseñando el puente número 100, con la misma experiencia del primero. De igual manera, un profesor que solo califica a sus estudiantes, pero no realiza un verdadero proceso de evaluación, estará dictando sus mismas clases, seguramente mejorando algunas presentaciones, pero sin saber si esos cambios, están surtiendo efecto.

Acerca de los métodos o estrategias de enseñanza.

La discusión sobre la naturaleza de los objetivos y los estilos de aprendizaje y la motivación, permiten ahora, definir algunas heurísticas para basar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Surge de manera natural, la posibilidad de plantear una estrategia, en la que se ofrezca una gama amplia de actividades de aprendizaje que proporcione no solo la robustez, frente la realidad individual de los estilos de aprendizaje, sino que cubra de abajo hasta arriba, el espectro de objetivos de aprendizaje 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 y colaboradores (1995), explica que la reforma a la enseñanza de la estadística que se ha implementado en la Universidad Politécnica de Valencia (España), descansa entre otras, en la consideración de que lo que los estudiantes aprenden, en el proceso tradicional, no tiene mucho que ver con su motivación intrínseca, ni tampoco con lo que se les examina. Plantea que lo que ellos realmente aprenden tiene que ver con lo que ellos estarán en capacidad de hacer en su trabajo muchos años mas tarde, es decir, con el aprendizaje a largo plazo.. Otra de las premisas básicas de esta reforma descansa en el principio de 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.

Gary Smith (1988), plantea mas de veinte proyectos que están al alcance de los estudiantes en el tiempo previsto en un curso introductorio.

Si se comparten estos rasgos básicos del proceso de aprendizaje, se tienen buena parte de las variables de respuesta para decidir frente a un menú de estrategias, métodos o actividades de aprendizaje o inclusive énfasis. Bradstreet (1996), propone algunos elementos a manera de guía para tomar en cuenta en un curso introductorio

de estadística, entre las cuales están las siguientes: anticipar la ansiedad estadística, enseñar orientado hacia el empirismo, no hacia la estadística teórica, enseñar primero conceptos y luego métodos, Enfocar las aplicaciones estadísticas al campo de interés de los estudiantes, probar 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 amigable. También hace algunas sugerencias de tipo general: Conozca su auditorio, proporcione enseñanza de manera amigable, incentivar el aprendizaje interactivo, proveer ejemplos relevantes, mostrar energía y entusiasmo en el salón de clase, salpicar de humor las clases, ajustar las clases en longitud y tiempo de acuerdo a las restricciones existentes, minimizar la toma de notas entregando a los estudiantes el material apropiado, recibir retroalimentación de los estudiantes, ser accesible a los estudiantes, proveer una ambiente agradable de aprendizaje.

Gordon (1995), plantea que no solo hay un vacío en el conocimiento del profesor y los estudiantes, sino que el profesor y los estudiantes, frecuentemente tienen diferentes metas y expectativas. Esto significa que hay un vacío entre nuestras percepciones de como aprenden los estudiantes y aquellas que tienen nuestros reacios alumnos. El tema es entonces, ¿Cómo hacemos para tratar de puentear el vacío? ¿Cómo podemos proporcionar a nuestros estudiantes actividades apropiadas a sus necesidades?. Para proveer actividades educacionales apropiadas para las necesidades de los estudiantes, el profesor de estadística debería direccionar no solo el área cognoscitiva sino también la del desarrollo de la identidad, ayudando a que la persona avance en sus objetivos en el razonamiento y en la lógica de la estadística, pero también lo valide como persona, es decir, confirmando su identidad.

Gordon, Compara la experiencia de aprender estadística con la suya, aprendiendo a patinar sobre el hielo, reconociendo que existían factores específicos como su capacidad de coordinación, equilibrio, condiciones de seguridad y riesgo, la calidad de la guía, temor a hacer el ridículo, perdida de autoestima etc. A partir de esta analogía plantea tres principios útiles para guiar la enseñanza: primero, se debe crear un ambiente de soporte. Los estudiantes no podrán aprender si sienten amenazados y ansiosos. Ellos deben estar seguros, para tomar riesgos. Se necesita reconocer que la clase es el lugar donde se recibe instrucción, sino una estructura social donde se forma las acciones de los estudiantes. La clase de estadística puede estructurarse para que los estudiantes tengan la seguridad de que pueden tomar la iniciativa, discutir con otros. Por ejemplo, aprendizaje cooperativo puede ayudar a los estudiantes a avanzar tanto intelectualmente como psicológicamente. Segundo, la guía es importante. No puede esperarse que los estudiantes espontáneamente den grandes saltos y lo descubran todo por si mismos. El aprendizaje es un proceso de enculturación, en el cual el novato es guiado hacia

la experticia. Sin embargo el tipo de guía es crítico. Si en la clase el profesor es el único creativo y pensador y los estudiantes solo esperan para reaccionar, entonces la guía no tendrá éxito en apoyar a los estudiantes para que desarrollen independencia y confianza en su aprendizaje. Tercero, la enseñanza requiere ser construida sobre la base de experiencias personales de quien esta aprendiendo, tratar de conectar conceptos abstractos con experiencias personales, analogías, símiles y metáforas, pueden ser herramientas instruccionales muy útiles. Por ejemplo, lo relativo a la hipótesis nula, y el esquema de toma de decisión, puede hacerse análogo a lo que ocurre en juicio legal, donde la hipótesis nula es que el reo es inocente hasta que se demuestre lo contrario, si no se logra obtener pruebas contundentes de la culpabilidad, no significa que el reo sea inocente. Es decir, que "no rechazar" la hipótesis nula, no es equivalente con aceptarla.

Frente a otro supuesto tácito del proceso tradicional de enseñanza-aprendizaje: *Los estudiantes aprenden al mismo ritmo*, una mayor flexibilización y robustez del proceso podría lograrse con base en el uso de la tecnología sobre todo para lograr, objetivos de cierto nivel, através, por ejemplo, de aplicaciones multimedia, para la ilustración y entendimiento de conceptos. La tecnología como un medio plausible para hacer un mejor uso del tiempo disponible y un replanteamiento del rol del profesor.

No hay que mitificar el uso de la tecnología en el proceso aprendizaje, pues ella en sí misma, no resuelve ningún problema y por el contrario, usada sin responsabilidad, puede ser mas peligrosa como remedio que la propia enfermedad, sin embargo, usada adecuadamente puede convertirse en un excelente aliado para el aprendizaje del estudiante, especialmente para objetivos del nivel de comprensión.

La tecnología, el software estadístico, el multimedia y el aprendizaje de la estadística.

La tecnología es una de las dimensiones que mas desarrollo ha tenido en el presente siglo, en el cual hemos pasado literalmente de la mula al jet, el hombre a ido a la luna, el desarrollo de la microelectrónica y de la informática, ha sido especialmente acelerado, sin embargo su impacto en la educación no ha sido tan espectacular, como lo afirman Marasinge, Meeker, Cook, Shin (1996), cuando dicen "... Mas recientemente, software estadístico muy popular ha sido colocado en los ordenadores y en las estaciones de trabajo y nuevos procedimientos y capacidades han sido agregados a los paquetes. Estos cambios, sin embargo, no han producido un cambio sustantivo en la enseñanza de la estadística. De nuestras observaciones, puede colegirse que los instructores continúan usando el software computacional, principalmente para que los estudiantes realicen tareas rutinarias". Esto significa que se ha posibilitado abordar problemas de mas grande envergadura, que se ha ganado tiempo en la clase, pues ya no es necesario enseñar las 5 maneras de calcular la varianza y sus métodos abreviados, etc., sin embargo, los

cambios que se han producido en la metodología de la enseñanza, son bastante tímidos, comparados con el potencial que la tecnología ofrece.

En 1996, en el marco de la reunión de la IASE¹⁰, se realizó en La Universidad de Granada, España, la mesa redonda sobre *Investigación sobre el Rol de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de la estadística* en la cual se realizaron varias presentaciones invitadas y se desarrolló una interesante discusión orientada por las siguientes preguntas: ¿Qué constituye tecnología educacional? ¿Cual es el presente y el futuro de la tecnología educacional? ¿Cuales usos y abusos se están produciendo con la tecnología educacional? ¿Que nos enseña la investigación sobre el papel de la tecnología? ¿Que necesitamos ahora? ¿Cuales metodologías son apropiadas para evaluar la efectividad de la tecnología en el proceso educativo?. Estas preguntas son muy sugerentes de la problemática actual acerca de la tecnología en educación. Los tópicos que resultaron en la discusión incluyen: 1. *La necesidad de información sobre el software existente* para no "reinventar la rueda". Se notó la necesidad de desarrollar marcos comunes para ser usados en la evaluación de software, tomando en consideración los distintos usos: Demostración de conceptos, análisis de datos, tutorial de aprendizaje asistido por ordenador. 2. *El cambio de papel del profesor en el aula de clase*. Capacitación de los profesores para el uso de tecnología y de software correspondiente. El papel de la tecnología para reemplazar al profesor en contextos particulares, optimizando su valioso tiempo. 3. *La necesidad de buenos instrumentos de evaluación*. Uno de los puntos mas importantes es la falta de métodos apropiados para la evaluación del aprendizaje. Se requiere métodos y procedimientos válidos, confiables e informativos. Esto permitiría valorar el verdadero impacto de la introducción de tecnología en la enseñanza de la estadística. 4. *Dirección de futuras investigaciones*. La escasez de buenas investigaciones empíricas sobre el papel de la tecnología en la educación estadística indica la necesidad de algunos acuerdos sobre metodologías apropiadas tanto como métodos de evaluación. Se necesita un profundo entendimiento del aprendizaje de la estadística y del proceso de pensamiento en el marco de lo tecnológico. Se recomienda la lectura de las memorias de la mesa redonda, editadas en forma de libro por Garfield J. And Burril G. (1997).

Por otra parte el pasado mes de Agosto de 1999, se realizó la tercera reunión de *Beyond the formula Statistics Conference*¹¹, la cual estuvo dedicada a la "Tecnología y la enseñanza de la estadística.". Una de los invitados fué George Cobb, quién ofreció la conferencia "*Course content: The clothes are there, but is the emperor wearing them?*", en la cual hace énfasis en que la tecnología está allí, esperando a que los profesores la usemos en la enseñanza, que son múltiples la posibilidades y las formas como podemos hacer uso de ellas.

¹⁰ International Association for Statistical Education.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos introductorios, es presencial, es decir, el alumno y el profesor coinciden en el tiempo y el espacio. Generalmente el tiempo es limitado y es necesario desarrollar los contenidos básicos previamente definidos.

En la explicación de algunos conceptos, su naturaleza abstracta, dificulta su entendimiento, haciendo que en ocasiones el estudiante no capte la esencia de los mismos y su aprendizaje, avance hasta el desarrollo de ciertas habilidades, pero se pierda de una parte conceptual que le permitiría en su futuro profesional, tomar mejores decisiones en situaciones donde la estadística es un instrumento conveniente.

El tiempo en clase, podría ser mejor aprovechado, llegando al estudiante, mediante una imagen que ilustre el concepto, que ponga en evidencia el impacto de modificar algunas condiciones, que le permita "vivir" ciertos análisis de sensibilidad en forma casi inmediata e interiorice el alcance y las posibles limitaciones de un método o una técnica específica, en un ambiente propicio para que el alumno desarrolle su propia motivación.

Por otro lado, sería muy conveniente flexibilizar el proceso presencial en el sentido de permitir al estudiante que en forma personal asuma su aprendizaje, reforzando de acuerdo con sus necesidades, mediante un instrumento pensado para ello, que podrá acceder de acuerdo con su disponibilidad de tiempo.

En este sentido, la informática puede jugar un papel importante. No para reemplazar al profesor, pero si para brindarle apoyo en su tarea y darle una opción mas al estudiante para la consolidación de su aprendizaje.

El enfoque de la mejora continua de la calidad total (TQM¹²) en el aprendizaje de la estadística.

Cuando se menciona esta temática asociada con procesos humanos, como es el aprendizaje de la estadística, aparecen reacciones diversas. Suele producir cierto escozor, parece que se torna prosaico y exageradamente simplificado un proceso que se muestra tan complejo. No parece de buen recibo hablar de cliente y de producto, pues adquiere la educación, en esta jerga, un sabor a mercancía.

Sin embargo, como lo plantea Cobb (1993), si se rescata del TQM su esencia, resumida en que: Solo se

puede mejorar lo que se mide, es decir, hacer énfasis en la definición clara de instrumentos de medida, que permitan evaluar el proceso y establecer en forma lo mas objetiva posible, el impacto de algunas variaciones realizadas en las actividades y métodos de enseñanza-aprendizaje, este enfoque puede ser de gran utilidad. Otro principio del TQM, se refiere a la orientación del proceso, es decir, constancia en el propósito, lo cual podría traducirse en una actitud permanente de mejoramiento, sin perder el objetivo. Cada profesor podría intentar en su nicho y por cuenta propia, el mejoramiento de su curso, sin embargo, si se pretende que las mejoras logradas se mantengan, se aseguren, el mejoramiento debe ser institucionalizado. La otra faceta, es el enfoque hacia el cliente. Esto significa que el objetivo a conseguir no es dictar buenas clases, hacer buenos shows. El propósito, es que el estudiante adquiera el conocimiento y las destrezas que se han establecido y mientras esto no ocurra, no vale dictar clases magistralmente. Es un llamado a abandonar la postura de "Yo soy el experto y punto".

Cobb (1993) propone distinguir varias maneras de pensar acerca del TQM y la estadística: El TQM como una aplicación de la estadística. El control estadístico de procesos, es un buen ejemplo, que no genera mucha controversia, pues suena muy razonable refiriéndose al currículo, que es importante *planear*, con base en lo que se pretende (*objetivos*), definir estrategias para lograrlo, luego, implementar dichas estrategias, verificar si se están produciendo los resultados esperados y con base en esta información actuar, como retroalimentación al proceso. También puede pensarse como estrategia para mejorar parte del proceso, por ejemplo, dictar clases mas agradables y mas entretenidas.

El enfoque de TQM, hace más justicia, en el juicio de responsabilidades, pues el profesor no podrá descargar la responsabilidad del fracaso en el aprendizaje, en espaldas del estudiante, como suele hacerse a menudo. La responsabilidad es compartida. No cabe la fácil conclusión de "Yo soy el bueno y el experto y los estudiantes son malos y no estudian". La conclusión ante el fracaso, es que "el proceso no está logrando los resultados deseados" y por lo tanto habrá que examinar todos los intervinientes en dicho proceso y sus relaciones pertinentes, incluyendo por supuesto el papel que juega el profesor, la administración, el estudiante. La justificación: "...los estudiantes no estudian suficiente...", no se mira como una causa, sino como un hecho que requiere explicación y que seguramente podría encontrarla, en la naturaleza de la motivación, los métodos, los recursos disponibles, etc.

En este marco, por ejemplo, puede mirarse como respuesta parcial, la motivación, como un importante elemento que

¹¹ Beyond the Formula Statistics Conference puede accederse en la web <http://www.monroecc.edu/depts/math/beyond3.htm>

¹² TQM son las letras iniciales de *Total Quality Management*

gobierna la relación profesor-estudiante, sin la cual, el proceso disminuye su factibilidad de éxito. Con esta orientación, el rol del profesor esta orientado a colocar sobre el estudiante la responsabilidad de su propio aprendizaje, procurando que la principal motivación del estudiante, sea mejorar la calidad de su proceso de aprendizaje. Por esa razón, el enfoque de TQM propone que el currículo, esté basado sobre aprendizaje activo y autentica evaluación.

Gary (1998), hace la siguiente patética afirmación: "...la mayor parte de 25 años de enseñanza del curso introductorio de estadística, yo sentí que mi papel era ofrecer conferencias claras, transmitir información del experto (yo) a los novatos (los estudiantes). Esta perspectiva narcisista, yo creo que es equivocada, pues el enfoque no debe ser sobre el profesor, sino sobre el estudiante. La pregunta no debe ser. ¿Cómo hacer para dictar clases mas brillantes? sino, ¿cómo puedo ayudar a que mis estudiantes aprendan?".

El rol de la evaluación en el 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 la evaluación en términos de exámenes y aprobaciones: pruebas cortas, exámenes, tareas, etc, que serán usados como mecanismos de calificación y aprobación.

Debido a que el aprendizaje de la estadística a menudo se mira como el dominio de un conjunto de habilidades, procedimientos y vocabulario, consistentemente con esto, la evaluación se ha limitado a la aplicación de exámenes o pruebas que intentan medir si el estudiante ha adquirido este dominio, a través de probar sus destrezas computacionales o su habilidad para retener información de memoria. Las preguntas que aparecen en los exámenes tradicionales, se orientan típicamente a la medición de destrezas, aisladas del contexto de un problema y no prueban si el estudiante a 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. Algunas invstigaciones han probado que es posible que los estudiantes produzcan una "solución" correcta a una pregunta sin haber entendido lo que se esta solución encierra detrás de ella. Jolliffe (1991).

Con menos frecuencia de la deseable, los exámenes cumplen el importante rol de evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje, desperdiándose la oportunidad de retroalimentarlo de manera permanente. Suele suceder que la evaluación se realiza prácticamente al finalizar el curso, cuando ya no existe ninguna posibilidad de intervenir en el proceso.

Por otro lado, el contenido de la evaluación, generalmente permite conocer sobre algunos objetivos de aprendizaje, no necesariamente los de mas alta jeraquía, sino aquellos que

están relacionados con la repetición de algunos algoritmos para resolver aspectos parciales de un problema o la aplicación de métodos a problemas completamente planteados. En este sentido, Hubbard R. (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 con la aprobación del curso, memorice procedimientos y algoritmos para responder "las preguntas" que con mucha seguridad, le harán en su examen. Esta memorización, puede ir hasta el punto de construir fórmulas de respuestas para la solicitud "...Interprete el intervalo de confianza hallado en el contexto del problema..". cumpliéndose así la ya mencionada afirmación de Goldrath(1995) : "...dime como me evalúas y te diré como me comporto..". Cuando las tareas, los ejercicios realizados en clase, los ejercicios del texto guía, le demuestran al estudiante que puede tener éxito en el resultado del examen, sin necesidad de comprender la esencia de lo que hace, el aprendizaje es necesariamente superficial y de muy corto plazo.

Hubbard(1997) plantea la conveniencia de la creatividad permanente en la evaluación y algunas sugerencias sobre la manera como esto puede lograrse, las cuales se expresan a continuación: Proponer proyectos en los cuales el estudiante creo o colecta los datos, los presenta y analiza y los discute. Esta es una poderosa herramienta para desarrollar el entendimiento. El profesor requiere asegurarse que es el estudiante ha entendido los conceptos fundamentales, mediante la elaboración de algunas preguntas, en este sentido Steinhorst and Keeler (1995), manifiesta que una buena pregunta conceptual tendrá la cantidad correcta de ambigüedad, que obligue al estudiante a reflexionar sobre varias posibles respuestas. Otra sugerencia es crear preguntas no estándares. Por ejemplo: a) dar una respuesta, una salida de un programa estadístico como Minitab y pedir al estudiante que se invente un problema, compatible con la solución entregada. b) Pedir al estudiante explicar el impacto que tendría en la solución o un aspecto específico, el cambio de alguno de las aristas involucradas en el problema. c) Ligar representaciones gráficas y simbólicas.

Para evaluar la comprensión de términos y definiciones, mejor que pedirle al estudiante que defina una unidad experimental, un tratamiento, variable de respuesta, aleatorización, bloques, etc. es plantearle una situación problema y pedirle en ese contexto específico, que identifique los anteriores elementos.

Aquí se ha abordado un aspecto de la evaluación, que toca con la evaluación como instrumento, que pretende cambiar el comportamiento típico de un estudiante con baja motivación

intrínseca, intenta presionar al estudiante para que asuma un rol en su aprendizaje, compatible con los objetivos de lograr el desarrollo del pensamiento estadístico, cerrando con la evaluación, las posibilidades de aprobar sin entender. Pero, ¿es ese el único fin de la evaluación?. Cabe la pregunta: ¿La evaluación para qué? Garfield (1994), plantea que el propósito primario de cualquier evaluación, debería ser mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Algunos propósitos secundarios podrían incluir: proveer información al estudiante, sobre que tan bien el aprendió un tópico en particular y qué actividades adicionales sería aconsejable que realizara o si está preparado para otro tópico.

También sirve la evaluación para proveer de un información diagnóstica al profesor acerca del entendimiento individual de los estudiantes o las dificultades que se presentan en la comprensión de nuevo material. Proveer información a los profesores acerca de la percepción de los estudiantes y las reacciones a la clase, al material, a la materia o a algunas actividades en particular. Proveer un indicador general del éxito de los estudiantes en lograr las metas propuestas. Ayudar a los estudiantes a determinar sus fortalezas y debilidades en el aprendizaje del material del curso.

Hawkins et Al (1992), critica los métodos de evaluación tradicionales, basado en computos y ausentes de conceptos. Propone entre otras alternativas, la del *ensayo*, pedir por ejemplo a los estudiantes que evalúen un diseño de investigación propuesto o que escriban un comentario crítico a un análisis de datos que se presenta. También discute la posibilidad de una evaluación práctica y con base en proyectos. Como guías que orienten el trabajo y su evaluación pueden considerarse los siguientes aspectos: ¿Las metas y objetivos están claramente establecidos? El plan operacional definido y ejecutado es claro y las decisiones basadas en el plan lógico? ¿los métodos propuestos fueron acordes con las intenciones establecidas? ¿Es el diseño eficiente? Es decir, hay evidencia de que fue guiado por algún criterio económico, o en aspectos de índole práctica? o por su rapidez y comodidad? Por su fiabilidad?. Otra pregunta guía: ¿Las propuestas, la descripción de la investigación y las interpretaciones fueron claramente comunicadas?, por ejemplo, podría un asistente de investigación poner en operación la propuesta? ¿Han sido tomadas en cuenta consideraciones de personal y de tipo administrativo? La definición de la significancia ha tomado en cuenta en estado de desarrollo en la área particular que estudia o ha sido asumido aisladamente? ¿ha habido una consideración apropiada de las posibles fuentes de información y se presenta un balance adecuado entre fuentes primarias y fuentes secundarias? ¿Existe alguna deficiencia en el uso de las técnicas estadísticas? ¿La significancias y sus implicaciones han sido sometidas a laguna evaluación crítica? ¿El uso de recursos técnicos

ha sido eficientemente incorporado? ¿Los estudiantes hacen referencia a la necesidad de un estudio piloto y lo sustentan?.

Sobre la temática de la evaluación en estadística, Gal I. And 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. Sobre esta problemática han trabajado en los últimos años Delmas, Garfield and Chance (1997), quienes han propuesto algunos instrumentos de evaluación de las distintas temáticas que componen un curso introductorio, han elaborado en cada uno de los tópicos un pretest y un postest, además de un software de dominio público, escrito por ahora para plataforma Macintosh, para explicar algunos de los mas básicos conceptos estadísticos¹³. Es un valioso trabajo.

Garfield J. And Gal I. (1999), listan los principales retos que deberá afrontar la investigación sobre evaluación de la enseñanza de la estadística: 1. Evaluación de los estudiantes en ambientes asistidos por ordenador. 2. Evaluación de la "lectura y escritura" en estadística. 3. Evaluación del entendimiento de las "grandes ideas" estadísticas. 4. Evaluación de la intuición y el razonamiento involucrados en los conceptos de probabilidad y sus procesos. 5. Evaluación de los resultados del trabajo en grupo. 6. Desarrollo de modelos para usar en la evaluación y comparación de currículos. 7. 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.

Conclusión.

De la anterior síntesis, se puede deducir la complejidad de la problemática del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística, empezando desde el enfoque del curso, sus contenidos, la secuencia, los énfasis. Queda planteado que no todos los estudiantes aprenden de la misma manera y que cada uno tiene su propio *estilo de aprendizaje* que hace que tenga mas afinidad con unas estrategias que con otras, razón por la cual es conveniente involucrar una amplia gama de actividades que hagan robusto el procesos a los estilos de enseñanza. Por otro lado, existen diferentes niveles en los objetivos de aprendizaje, 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 mas efectiva cuando existe una motivación intrínseca y el estudiante disfruta con el aprendizaje, en este

¹³ Puede accesarse en la web http://www.gen.umn.edu/faculty_staff/delmas/stat_tools/

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 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, que le permitiría enfatizar algunos aspectos en los cuales el profesor es prácticamente irremplazable. La utilización de la tecnología debe hacerse de manera responsable, pues de lo contrario, podría ser contraproducente.

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 es claro, que 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 claras metas, ejecutando el proceso planeado, verificando la satisfacción de los objetivos y con base en ello, retroalimentando el proceso con acciones correctivas. Para aplicar esta filosofía, es necesario tener una medida clara del logro en términos del aprendizaje, la cual la constituye la evaluación, pues no se puede mejorar lo que no se puede medir. Aquí en este campo tenemos todo un reto. La investigación sobre instrumentos confiables de evaluación en uno de los pilares y prioridades de la investigación en educación estadística, pues de esta manera, se avanzaría en el grado de generalización de los resultados de investigaciones empíricas. Con instrumentos bien definidos de evaluación podrían medirse más objetivamente los impactos producidos por cambios en los métodos, estrategias, o medios de aprendizaje.

Son mil una dimensiones que tienen el espacio del aprendizaje de la estadística, pero también son mil y una oportunidades de mejorar, sujeto a las limitaciones o restricciones que se tienen en cada ambiente específico. Solo queda reflexionar sobre la manera de producir motivación intrínseca en los colegas profesores para empezar pronto a actuar en el sentido del mejoramiento. No es un camino fácil, pero con seguridad tiene un alto beneficio para la sociedad.

Referencias Bibliográficas.

American Statistician (1999). "Special section: Undergraduate statistics education: What should Change? Vol 53, Nº1. February.

Barlow, Roger (1990): "Statistics". Wiley. New York

Barnett V. (1983). "Statistical Education-Enseñanza de la Estadística". Vitoria, Bogierno Vas, Dirección de estadística, Spain. (Bilingual edition).

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. Nº 1(61).

Belli, G.M.(1993a). "Student Type, Statistics Attitude, and Course Preference in Graduate-Level Applied Statistics Course". Annual meetings of American Educational Research Association, Atlanta, April 12-16, 1993.

Belli, G.M.(1993b). "Students Views On Effective and Ineffective learning In Graduate level Applied Statistics Courses". Proceedings of the First Scientific Meeting of the International Association for Statistical Education, Perugia, Italy, 23-24 August 1993.

Bibby J. (1986). "History of teaching Statistics". John Bibby, London U.K.

Bloom B. S., David R. Krathwohl (1984). "Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1 : Cognitive Domain".

Bloom B.(1984). "Taxonomy of Educational Objectives : Handbook 2 Affective Domain"

Bradstreet T.E. (1996). "Teaching Introductory Statistics Courses So that Nonstatisticians Experience Statistical Reasoning". The American Statistician. Vol. 50 Nº1.

Burril G. (Ed.) (1991): "Guidelines for the Teaching of Statistics". ASA, Alexandria, Virginia, USA.

Cobb G. W. (1993). "Reconsidering Statistics Education: A national Science Foundation Conference". *Journal of Statistics Education*, v.1, n.1.

Dallal, Gerard E (1990). "Statistical Computing Packages: Dare We Abandon Their Teaching to Others?". The American Statistician, November 1990, Vol. 44, No. 4, p. 265-6.

Delmas, Garfield and Chance (1997). "The Assessment the effects of a computer microworld on statistical reasoning" paper presented at the joint Statistical Meeting, Anaheim, C.A.

Efron, Bradley and Tibshirani, Robert J. (1993). "An Introduction to the Bootstrap" Chapman and Hall. New York

Ferris M. And Hardaway D. (1994). "Teacher 2000: A new Tool For Multimedia Teaching of Introductory Business Statistics". *Journal of Statistics Education* v.2 n.1.

Franken, R. (1994). "Human Motivation". Pacific Grove, CA: Brooks/Cole

Freedman, David, Robert Pisani, Roger Purves, and Ani Adhikari. (1991). "Instructor's Manual for Statistics". Norton (second edition) New York.

Gal I. y Garfield J.(1997). "The Assessment Challenge in Statistics". ISI, Voorburg. The Netherlands.

Garfield and Ahlgreb (1988). "Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for Research". *Journal of Research in Mathematics Education*. Vol. 19, Nº 1.

Garfield, B. Joan (1991), "Reforming the Introductory Statistics Course" paper presented at the American Educational Research Association Annual Meeting, Chicago.

Garfield J. (1994). "Beyond Testing and Grading". *Journal of statistics Education* v.2, n.1.

Garfield J.(1995). "How students learn statistics? Interantional Statistics Rewiew, 63, 25-34.

Garfield J. And Burril G. (1997). "Research on the Role of Technology in Teaching and Learning Statistics". Proceedings of the 1996 IASE Round Table Conference. Granada, Spain, 23-27 July, 1996. ISI.

Gal I. And Garfield J. (1997), editoron el libro "The assessment challenge in statistics education". IOS Press. Amsterdam.

Garfield J. And Gal I. (Eds)(1999). "Assessment and Statistics Education: Current challenges and directions". *International Statistical Review*. Vol. 67 Nº1.

Garfield J. Delmas R. And Chance B.(1999) "Tools for Teaching and Assessing Statistical Inference" en la web. http://www.gen.umn.edu/faculty_staff/delmas/stat_tools/

Gary S. (1998). "Learning Statistics By Doing Statistics". *Journal os statistics Education* v6, n.3.

Gordon S. (1995). "A theoretical Approach to Understanding Learners of Statistics". *Journal os Statistical Education*, v.3, n.3.

Green (1992). "data analysis: What Research Do We Need?" Loughborough University. England.

Hawkins A. (Ed.)(1990) "Training Teacher To Teach Statistics". ISI, Voorburg. The netherlands.

Hawkins A., Jolliffe F., Glickman I. (1992). "Teaching Statistical Concepts". Logman. U.K.

Herrmaann N.(1989). "The Creative Brain" Lake Lure, N.C: Ned Herrmann Group.

Hey, John D.(1983). "Data in Doubt: An Introduction to Bayesian Statistical Inference for Economists" Martin Robertson. Oxford.

Hogg, Robert V(1991). "Statistical Education: Improvements are Badly Needed". The American Statistician, vol. 45, Nov. 1991, 342-343.

Hubbard R. (1995). "53 Ways to ask Questions in Mathematics and Statistics". Technical and Educational Services, Bristol.

Hubbard R. (1997). "Assesment and Process of Learning Statistics". *JSE*, v5. N.1

Jolliffe F. (1991). "Assessment of the understanding of Statistical Concepts". Proceeding ICOTS-3, Vol. 1. Ed. D. Verejones, Otago, NZ: Otago University Press.

Julian L. Simon (1996) "Resampling: A Better Way To Teach (and Do) Statistics". Libro en la pagina Web "Remembering Julian Simon" <http://www.freemarket.net/features/heartland/simon.html>

Kempthorne, Oscar (1980). "The Teaching of Statistics: Content Versus Form" The American Statistician, February, vol. 34, no. 1, pp. 17-21.

Kleinginna and Kleinginna (1981). "A Categorized List of moti-

El proceso de aprendizaje de la estadística: ¿Que puede estar fallando?

- vations definitions, with suggestions for a consensual definition". *Motivation and Emotion* 5, 263-291.
- Macnaughton (1997). "The introductory Statistics Course: A new approach".
- Marasinge, Meeker, Cook, Shin (1996). *American Statistician*
- Moore D. (1997). "The active practice of statistics: A text for multimedia Learning". Freeman and Company. USA.
- Peña D., A. Prat y R. Romero (1990). "La enseñanza de la Estadística en las escuelas técnicas ". *Estadística Española*. Vol 32. Núm. 123. pp 147-200.
- Prat A. y Peña (1989). " Modifying the engineering curricula in Spain". *Proceeding Conference on Statistics and Probability in Engineering Education*.
- Prat A. y P.Grima (1997). " Una experiencia de Planificació , Control i Millora de l'activitat docent".pp 207-211. *Memoria de Jornades sobre la reforma Académica de la UPC*. UPC. Barcelona. España
- Ramsden P. (1992). "Learning to Teach in Higher Education". New York: Routledge.
- Roiter K. y Petocz P. (1996). "Introductory Statistics Courses—A New Way of Thinking". *JSE* v4, n2.
- Romero et Al (1995). "Teaching Statistics to Engineers: An Innovative Pedagogical Experience" *Journal of Statistics Education*, v3,n.1.
- Rosenthal (1992). "No mas sadística, no mas sadísticos, no mas víctimas editorial de la *Journal UMAP*.
- Ruberg, Stephen J.(1992) "Biopharmaceutical Report", Vol 1, Summer.
- Sahai H;A. Khurshid; S. Ch.Misra; (1996)"A Second Bibliography on the Teaching of Probability and Statistics. *Journal of Statistics Education* v.4, n.3 .
- Sahai H., Behar R. y Ojeda MM. (1998). "Un replanteamiento del problema de la educación estadística: perspectiva desde el aprendizaje". *Biometrical Education: problems, experiences and solutions*. International Biometric Society Network for Central American and Caribbean. Costa Rica.
- Snee R.D. (1993). "What's missing in Statistical education?"*The American Statistician*, 47, 149.154.
- Sowey E.R. (1995). "Teaching Statistics: Making It Memorable". *Journal of Statistics Education*. [On line], 3(2). (<http://www.amstat.org/publications/jse/v3n2/sowey.html>)