

RETOS DE FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROFESOR DE ESTADÍSTICA



Blanca Ruiz Hernández¹, Jesús E. Pinto Sosa², J. Armando Albert Huerta¹, Sergio Hernández González³

bruiz@itesm.mx, psosa@uady.mx, albert@itesm.mx, s_her_gon@yahoo.es

¹ITESM Campus Monterrey, ²Universidad Autónoma de Yucatán, ³Universidad Veracruzana

Didáctica de la Estadística y Probabilidad

Resumen

Desde cuatro perspectivas diferentes de investigación en educación, abordamos la problemática a la que se enfrenta la formación y actualización docente en la enseñanza de la Probabilidad y Estadística: (1) desde la investigación en formación de profesores, que impulsa el desarrollo e implementación de reformas en el currículo de la actualización y formación de los profesores de Estadística; (2) la reflexión de un profesor-investigador indaga los retos que el profesor enfrenta en la enseñanza de la Estadística universitaria; (3) los nuevos enfoques de la enseñanza de la Estadística proponen el desarrollo de un aprendizaje basado en proyectos con el uso de software estadístico apropiado; (4) la innovación educativa como un cuerpo de conocimiento en auge, requiere la conformación de redes de profesores que favorezcan el surgimiento de innovaciones reales. Las perspectivas tienen puntos que convergen y que pretendemos rescatar.

Palabras clave: *Formación, profesores, enseñanza, Probabilidad, Estadística*

1. Introducción

Una de las áreas plenamente reconocidas como prioritarias en el campo de la educación Estadística es la actualización y formación de profesores de Estadística. No obstante, si bien se identifican programas y cursos de formación continua para profesores (generalmente centrados en el aprendizaje de los contenidos o el manejo de algún software estadístico), la investigación en torno a la formación y caracterización de los profesores de Estadística es incipiente (Pinto, Martín y Barrabí, 2007). El desarrollo de investigaciones sobre el conocimiento y la práctica del profesor de Estadística es una necesidad impostergable de atender. Así mismo, estudios como los de Pinto, Martín y Barrabí (2007) y Pinto (2010) dan cuenta de la diversidad de antecedentes académicos de los profesores que imparten Estadística y de la escasa o nula formación en didáctica de la disciplina en los profesores de nivel bachillerato y universitario. También se reconoce la importancia de contar con programas de formación inicial y de educación continua que atiendan esta necesidad percibida y reconocida por los propios profesores.

Mientras tanto, los profesores de Estadística continuamente se enfrentan no sólo a su propia falta de preparación (consciente o inconsciente) sino a la actualización constante de una ciencia en pleno crecimiento, al surgimiento de nuevas herramientas tecnológicas y técnicas didácticas, al cambio que la sociedad impone al ámbito escolar y a las dificultades propias de la misma disciplina (Batanero, 2001). Así, mientras la investigación y los programas de actualización llegan, el profesor debe enfrentar solo su propia problemática y tratar de resolverla, aunque sea de manera parcial y provisional.

El objetivo de esta propuesta de grupo es la discusión en torno a esta problemática que finalmente enfrentan tanto profesores como formadores de profesores de Estadística, centrando la atención en la enseñanza de la Estadística en el nivel bachillerato y universitario. Nuestro reto es la

apertura a distintas perspectivas de análisis de una misma problemática que ha sido tratada con visiones diferentes desde diferentes comunidades: desde los formadores de profesores, desde la reflexión del profesor-investigador, desde la comunidad de estadísticos y desde la innovación educativa. El desarrollo del grupo de discusión y de este escrito estará guiado por estas cuatro visiones.

Cada día se tendría la exposición de dos visiones y un tiempo de discusión. El objetivo a corto plazo es plasmar por escrito las perspectivas personales y de grupo que surjan en la discusión, es decir, ampliar este escrito incorporando la visión de los asistentes y del grupo expositor. A mediano plazo pretendemos impulsar la formación de una comunidad de investigación en enseñanza de la Estadística en México que se enriquezca mutuamente a través de la discusión de diversos problemas alrededor de la enseñanza de la Estadística.

2. La elaboración de proyectos para la formación del profesor

Algunos estudios sobre el profesor de Estadística se han centrado en explorar sus características y necesidades de formación. Por ejemplo, Pinto, Barrabí y Martín (2007), en un estudio con 46 profesores de Estadística a nivel universitario, concluyen que es necesario diseñar un programa *ad hoc* de formación de profesores a partir de la investigación generada en la didáctica de la Estadística y que utilice nuevas y diferentes formas de capacitación, p. e. redes de profesores, comunidades de práctica a partir del estudio de incidentes críticos o de situaciones hipotéticas de enseñanza, formación a partir de entornos virtuales y el uso de reflexión sobre la práctica.

Ortega (2009), por su parte, desarrolló una investigación de carácter descriptivo-exploratorio con 51 profesores de Estadística a nivel bachillerato. Encontró que el 61% de los profesores se preocupan más por el logro de los objetivos de su programa de curso, caracterizando su didáctica en el uso estrategias convencionales de enseñanza y de evaluación; uso de tareas y exámenes escritos (96%) y el libro de texto (92%) como recursos de apoyo. Los resultados evidencian que los docentes presentan carencias en cuanto a estrategias docentes y al uso de la tecnología, por lo que se sugiere cursos de actualización para el desarrollo de habilidades docentes, así como para el uso de materiales tecnológicos en la enseñanza de la Estadística.

Otros estudios se han centrado en explorar el conocimiento didáctico del contenido (CDC). Investigaciones como las de González y Pinto (2008), Espinel, González, Bruno y Pinto (2009), Chan (2009) y Pinto (2010) quedan en esta categoría. Tanto como objeto de estudio como modelo de formación y actualización de profesores, en México recientemente se ha comenzado a investigar al respecto (Pinto, 2010). El CDC es un componente del conocimiento base para la enseñanza y busca reivindicar el valor que tiene el contenido disciplinario. Chan (2009) presenta y describe algunas estrategias para desarrollar el CDC en los profesores como son: curso-taller, estudio de casos, portafolio docente, lecciones, microenseñanza, diario de prácticas, prácticas de enseñanza, aprendizaje en redes, comunidades virtuales de aprendizaje y de entrenamiento.

Uno de los trabajos recientes es el de Pinto (2010), quien exploró el CDC de dos profesores noveles (uno con formación matemática y otro psicólogo) que enseñan Estadística a estudiantes de Educación y Psicología, respectivamente, a partir de un estudio de casos de carácter cualitativo. El análisis se centró en comprender la cognición del profesor, constituida por lo que conoce y hace y las razones por las que actúa. Los resultados dieron cuenta que los profesores sostienen una concepción diferente sobre la Estadística que sobre la representación gráfica, su

aprendizaje y enseñanza; presentan algunas dificultades relacionadas con la adquisición del conocimiento tales como: relacionar el conocimiento del contenido a enseñar con las representaciones instruccionales y el conocimiento del proceso de aprendizaje del estudiante; utilizar una variedad de recursos y materiales para la enseñanza de la representación gráfica; y conocer el contenido y estudio de la representación gráfica, más allá de la construcción de gráficos.

Las investigaciones sustentan la necesidad de planificar, desarrollar, implementar y evaluar programas de formación de profesores con enfoques diferentes a los actuales, a la luz de la educación Estadística, centrados en el desarrollo del CDC en Estadística. De igual forma, se sugiere revisar y modificar el currículo de la enseñanza de la Estadística, así como adquirir bibliografía más reciente que aborde el estudio de los diferentes tópicos a partir de las reformas y tendencias de la educación Estadística.

Proyecto de formación de profesores

De la problemática identificada en las investigaciones anteriores, recientemente se generó un proyecto denominado “Desarrollo de recursos, herramientas y programas para mejorar la formación de profesores de Estadística a nivel medio superior” (Pinto, 2011) cuyo propósito es desarrollar un programa de formación permanente de profesores de Estadística que imparten clases en el bachillerato en el Estado de Yucatán. El proyecto consta de tres fases: (1) diagnóstico de la situación de la enseñanza de la Estadística a nivel medio superior, (2) diseño de recursos, herramientas y programas de formación de profesores, y (3) evaluación y seguimiento de las estrategias de formación de profesores.

En la *primera etapa* se pretende explorar las características de formación y las concepciones de los profesores, así como el CDC de Estadística que desarrollan. Paralelamente se está revisando las características de los programas de formación docente en el Estado, así como analizando los materiales, textos y recursos (impresos y electrónicos) que actualmente están disponibles, de tal modo que nos permita hacer un diagnóstico de la situación actual que guarda la preparación de los profesores.

En la *segunda etapa*, se diseñará un sitio Web que contenga una gama de actividades y repertorio de estrategias y representaciones instruccionales útiles para la enseñanza de la Estadística. Asimismo, se pretende implementar las comunidades de práctica con apoyo del sitio Web y de cursos *b-learning* y el uso de vídeos y lecturas especializadas para el análisis y reflexión sobre la práctica docente. Posteriormente se pretende constituir una Red de Profesores de Estadística del nivel medio superior.

Finalmente, como *tercera etapa* está la evaluación y seguimiento de las estrategias de formación en los profesores, así como la elaboración de los productos de investigación correspondientes.

Retos

El reto del desarrollo de un proyecto de esta naturaleza radica en utilizar entornos y contextos en que trabajen los profesores sobre problemas significativos relacionados con su desarrollo profesional y la reflexión sobre dichas actividades, así como del uso de investigación (Llinares y Krainer, 2006) generada a la luz de la educación Estadística. Sugerencias como las descritas a continuación por Batanero (2009) deberán ser contempladas en los programas de formación de

profesores: (a) el trabajo colaborativo, (b) planificación de una lección para enseñar a los alumnos algún aspecto de la Estadística, (c) trabajo con proyectos, (d) análisis de tareas o ítems de evaluación y respuestas de alumnos a las mismas, y (e) resolución de situaciones problemáticas paradójicas y reflexión sobre su contenido.

Adicionalmente, se deberá incorporar el uso de las TIC (p.e software estadístico, simuladores, uso de recursos disponibles en Internet y la interacción a distancia entre alumnos o alumnos y profesor o profesor y profesor) como un recurso indispensable para la mejora de su práctica docente.

3. Retos del profesor universitario para la enseñanza de la estadística

La Estadística es una ciencia en expansión que está siendo utilizada fuertemente en la generación de conocimiento científico y de ingeniería y en la solución de problemas prácticos a los que las comunidades de investigación se enfrentan día a día. El uso de la Estadística puede observarse en la práctica del agrónomo, por ejemplo, para medir la cantidad de hidrógeno que hay en el suelo, el biólogo para determinar el nivel de contaminación de bacterias de un cultivo, el médico para medir la efectividad de un medicamento, el inversionista para medir el potencial de mercado, el ingeniero en sus procesos de control de calidad, entre muchos otros. Esto mismo da lugar a una gran demanda de formación en Estadística al Sistema educativo el cual ha delegado a la enseñanza universitaria el papel central. De ahí que el profesor de Estadística universitario tenga importantes retos de formación Estadística para sí mismo y para sus jóvenes estudiantes. Tales retos son referidos a los siguientes problemas:

El problema de las comunidades de referencia

En una Didáctica de la Estadística actualizada, se suele recurrir a las comunidades de referencia (biólogos, agrónomos, médicos, físicos, etc.) para obtener de ellos contextos y problemas útiles para la clase que motiven a los estudiantes y provean de nuevos significados de los conceptos y técnicas Estadísticas. Sin embargo, Rodríguez, Albert y Agnelli (2011) muestran que esas comunidades tienen sus propios problemas para el uso adecuado de la Estadística y que deben ser tomados en cuenta para la formación universitaria. Así, por ejemplo, se encontró que una comunidad de investigación en ciencias biológicas, observada a través de sus reportes de investigación, tiene el uso del valor p como determinante para decidir si el resultado es significativo, pero en ocasiones no tomaban en cuenta si el tamaño de la muestra era suficiente. Contribuiría a solución de este problema que estas comunidades de referencia fueran también objeto de estudio de la Didáctica de la Estadística y sus resultados accesibles a los profesores.

El problema de la actualización didáctica, teórica y tecnológica del profesor

Sin duda, la formación continua del profesor universitario de Estadística es indispensable. La Estadística es una ciencia en constante crecimiento: nuevas aplicaciones y mejoramiento de recursos tecnológicos surgen continuamente (Zapata, 2011). También la Didáctica de la Estadística está teniendo un gran desarrollo, lo cual no es nuevo, pues ya el ISI (*International Statistical Institute*) desde 1991 funda una sección con este propósito: la IASE (*The International Association for Statistical Education*). Desde entonces, la IASE a través de sus ICOTS (*International Conference on Teaching Statistics*), SERJ (*Statistics Education Research Journal*), *IASE Round Tables*, la difusión de libros y tesis doctorales, eventos, etc. ha promovido la

investigación en educación Estadística y la difusión de la cultura Estadística. El reto es cómo hacer accesible de manera continuada estos saberes al profesor de Estadística.

Por otra parte, se reconocen los esfuerzos en nuestro país en dirección de formar profesores en Estadística, como el caso del CIMAT (*Centro de Investigación en Matemáticas*) o, entre otros, el PROMEP (*Programa de Mejoramiento del Profesorado*) en la creencia de que elevar su conocimiento disciplinar, a través de cursos o posgrados, sería suficiente para que luego ellos viertan su conocimiento en sus estudiantes. Sin dejar de reconocer que esto es importante en la formación del profesor, nos damos cuenta que es insuficiente para resolver los problemas de la enseñanza de la Estadística como dan cuenta distintas investigaciones de que la Estadística tiene en sí ya su propia dificultad de aprender y de enseñar (Batanero, 2001). Contribuirían significativamente iniciativas de grupos de profesores de nuestro país que ofrecieran Portales en la Web para profesores de Estadística con el propósito de difundir investigación educativa en Estadística, materiales educativos, olimpiadas, etc. También, posgrados enfocados a la necesidad del profesor permitirían que incorpore una didáctica de la Estadística basada en investigación.

El problema de la enseñanza-aprendizaje de la Estadística en el aula

Cualquier profesor de Estadística interesado por el aprendizaje de sus estudiantes se habrá enfrentado a dificultades de naturaleza diferente. Algunas de esas dificultades están referidas a la enseñanza misma como el *qué enseñar* (los contenidos más adecuados y el orden en que deben abordarse); el *cómo enseñar* (si a través de resolución de problemas, exposiciones, proyectos, cuándo incorporar el uso de tecnología, etc.), así como *para qué enseñar* (a qué necesidad de las comunidades de referencia responde la formación que está dando). Las dificultades de aprendizaje de los estudiantes suelen estar relacionadas con: *cómo aprenden* (sobre sus procesos de construcción de conceptos probabilísticos y estadísticos), *de qué son capaces de aprender* en los tiempos escolares asignados para ello, de *qué es lo que realmente aprenden* cuando pretendemos hacerlo de manera escolarizada, entre otras. Ante tales retos sólo hay una manera de abordarlos: colectiva, metódica y abierta. Esto es lo que pretende la investigación en Didáctica de la Estadística desarrollada a través de los últimos 20 años.

El problema de diseñar y evaluar

Al profesor universitario de Estadística no le bastan las buenas ideas para enseñar Estadística, ni los resultados de investigación en la enseñanza de la Estadística, sino que necesita traducirlos en el diseño de propuestas innovadoras que pueda llevar al aula y darles seguimiento. Así, la *innovación en Estadística* se vuelve un área de conocimiento y producción indispensable. Al respecto están surgiendo iniciativas de posgrados, congresos y revistas.

El problema de redes

Un profesor universitario de Estadística entiende claramente que superar las dificultades de la enseñanza de la Estadística le rebasa con mucho. Es por eso que nuestra actividad es eminentemente social, sólo en grupos colaborativos y redes es posible construir camino para superarlas. El fortalecimiento de redes colaborativas de proyectos de investigación e innovación se hacen indispensables en nuestra actividad profesional.

El problema de participar en proyectos reales

La vinculación a proyectos reales de investigación en una comunidad de referencia, si bien es recomendable para otros profesores, en el caso del profesor universitario de Estadística se hace indispensable. Esta vinculación favorecería al profesor en saber qué tipo de conocimientos son más relevantes, cuáles son las dificultades más notables de la comunidad de referencia en la utilidad que hacen de la Estadística, así como tener idea de la influencia real de la formación Estadística universitaria en dicha comunidad.

4. La necesidad de proyectos y uso de software en las clases de estadística.

Las nuevas directrices marcadas por la Unión Europea en la Enseñanza Superior, que fueron dadas tras la declaración de Bolonia en junio de 1999 (Espacio Europeo de Educación Superior, 2006), han sido, entre otras, la de reducir el número de horas presenciales en el aula. Lo anterior implica que se deberá tener un enfoque más práctico en muchas asignaturas instrumentales, entre las que podemos mencionar la Estadística, cuyo contenido teórico hace difícil su aprendizaje inmediato por parte de un buen número de estudiantes.

Las actuales líneas en el nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior, establecen la necesidad de un cambio en el sistema actual de enseñanza en el sentido de que hay que dar más protagonismo a la capacidad y posibilidades de autoaprendizaje del alumno frente a la clásica clase magistral. En esta línea existen numerosos estudios en aras de buscar técnicas didácticas para favorecer este autoaprendizaje (ver, por ejemplo, Bricali, 2000). Una de estas técnicas es la conocida como aprendizaje basado en proyectos.

La reciente investigación en Didáctica de la Estadística ha mostrado que para proporcionar una cultura Estadística a los alumnos, no basta con enfatizar o agregar contenidos al currículo, sino que se tiene que cambiar el enfoque de su enseñanza. Una de las tendencias que surgió con mucho énfasis es la introducción de trabajo con proyectos en el salón de clase. Esta técnica didáctica permite contextualizar los conceptos y las técnicas en situaciones más acordes a la vida real y por lo tanto, propicia que cálculos como el de la media, mediana, moda, varianza, ajustar una recta de regresión a un conjunto de datos, u obtener una tabla del análisis de la varianza, adquieran un sentido dentro de la vida cotidiana o profesional del estudiante.

El uso de proyectos ha sido ampliamente documentado y puesto a disposición de los usuarios en diversas páginas web (por ejemplo, Railsback, 2002), pero también se ha investigado y fundamentado filosóficamente, así por ejemplo Moursund (1999/2008) describe los requisitos de esta estrategia y proporciona las bases para entender el concepto. Intel Educación (2011), por su parte, incluye una colección de planes de clase ejemplares que integran las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en proyectos para el aula.

En particular en la enseñanza de la Estadística, el Grupo de Educación Estadística de la Universidad de Granada, España, se ha preocupado por documentar sus indagaciones al respecto y ponerlas a disposición del público en Batanero (2011). En esta página también se puede acceder a otras comunidades de interés, tales como la del ICOTS, ICMI (*International Commission on Mathematical Instruction*), SERJ e Hipótesis Alternativa (Boletín de IASE para América Latina), así como a libros muy recomendables como los de Batanero y Godino (2001) y Batanero (2001).

Para la realización de proyectos es necesario que los alumnos usen la computadora, tanto para el análisis de datos, ya sea con un software estadístico o con una hoja de cálculo, como para elaborar sus informes en un procesador de textos. Esto significaría que los profesores requieren no sólo de tener acceso a estos paquetes sino también ser capaces de desenvolverse de manera diestra en su uso. Uno de los principales problemas es la disponibilidad. En particular el software estadístico comercial es costoso, por lo tanto, es importante pensar en la alternativa de usar software libre.

Software libre para Estadística

La disponibilidad de paquetes computacionales comerciales en el salón de clases no sólo implica que el profesor pueda tener acceso a ellos sino también que los estudiantes puedan trabajar con ellos. Algunas universidades y escuelas tratan de resolver este problema poniendo a disposición de los alumnos centros de cómputo en donde las computadoras tienen instalado el software que los profesores emplean. Pero este método, además de requerir un trámite administrativo complicado, restringe el uso del software por parte del estudiante (y en ocasiones del profesor) a las instalaciones escolares o bien al número de computadoras o paquetes que el presupuesto pueda poner al alcance de estos centros de cómputo. Esta no es una solución para nuestros actuales alumnos que, en su mayoría, tienen una computadora, que si bien generalmente no es de uso personal, al menos está en su casa. El problema se traslada, de las autoridades, al profesor, quien se ve en la necesidad de instruir y poner a disponibilidad del estudiante software estadístico que pueda obtener fácilmente y sin costo para que sus clases sean realmente interactivas y el software no se use como otra forma de exposición del profesor. Actualmente el internet provee de una gran cantidad de sitios donde obtener esta clase de software. Así por ejemplo, un sitio donde se puede encontrar tanto software libre, software gratuito o software de código abierto, relacionados con la Estadística, es el proporcionado por Corsini (2001-2010). Sin embargo también existe la dificultad de seleccionar y agrupar el software de mayor utilidad para el profesor de Estadística, dentro de toda la gama de opciones que ofrece el internet.

Con el fin de comenzar a atacar este problema, en una experiencia de enseñanza bajo proyectos, a los alumnos de sexto semestre de la Licenciatura en Estadística de la Universidad Veracruzana, en particular en la materia de Cómputo Estadístico II (período escolar Febrero-Agosto 2010), se les pidió investigar sobre software libre para Estadística. Como producto final se lograron explorar y escribir un pequeño manual para cada uno de los siguientes paquetes estadísticos:

- OPENSTAT 4 Ver. 1.9. Escrito en lenguaje C⁺⁺ por Bill Molinero de la Universidad de Iowa. Incluye procedimientos para análisis estadístico univariante y multivariante, Estadística no paramétrica, Control de calidad y simulación.
- KYPLOT Ver. 2.0 beta 13. Desarrollado en el lenguaje Visual Basic por Koichi Yoshioka del Instituto Qalest, Tokio, Japón. Funciona a través de una hoja de cálculo muy similar a las construidas con Excel. Entre las funciones que incluye están: manipulación de matrices, graficación de funciones, aplicaciones de optimización lineal, opciones de análisis estadístico (muy completo) y cálculo de integrales. Produce gráficos de alta calidad.
- R Ver 2.4.1. La herramienta de cómputo actualmente más utilizada en la investigación y desarrollo de la Estadística a nivel mundial. Ofrece una amplia variedad de técnicas y gráficas estadísticas como: modelación lineal y no lineal en varios estratos, pruebas

estadísticas, análisis de series de tiempo, técnicas multivariantes, etc. El grupo principal de desarrollo de R está formado por estadísticos de primer nivel, incluyendo al autor original del lenguaje S, John Chambers de AT&T Labs y los creadores de R, Robert Gentleman y Robert Ihaka

- POPTOOLS Ver. 2.7. Es un complemento que se utiliza en Excel. Creado y mantenido por Greg Hood en Albano Western Australia. Maneja manipulación de matrices, simulación, Estadística univariantes y multivariantes, muestreo, generación de variables aleatorias y cuenta con un interesante demo de muchas técnicas estadísticas.
- CAEST Ver. 1.2. Elaborado en la Universidad de Valencia, España, por Juan Martínez de Lejarza. Es una potente calculadora capaz de realizar diversas funciones avanzadas relacionadas con la Estadística. Se trata de una buena herramienta pedagógica para la enseñanza de la Estadística a distintos niveles.
- WINIDAMS Ver. 1.2. Desarrollado por la UNESCO con la colaboración de expertos de distintas partes del mundo. Se maneja bajo comandos, parecidos a los de R. Maneja varios tipos de análisis estadísticos, tales como: regresión, análisis de varianza, análisis discriminante, análisis de conglomerados, análisis de componentes principales, análisis de correspondencia, entre otros.
- MEGASTAT Ver. 9.1. Es otro complemento que se utiliza en Excel. Creado por J. B. Orris de la Universidad de Butler, Indianápolis, USA. Distribuido por McGraw-Hill/Irwin para uso académico en el siguiente sitio de internet: <http://www.mhhe.com/business/opsci/bstat/>. Tiene las opciones de probabilidad discreta y continua, intervalos de confianza y pruebas de hipótesis, pruebas no paramétricas, series de tiempo y control de calidad.

El software se seleccionó después de una revisión exhaustiva por parte del grupo dentro de un total de 67 paquetes encontrados por los estudiantes. Se eliminaron aquellos que funcionaban sólo para algo en particular o bien porque su “descarga” de internet tenía problemas.

La reflexión final se enfoca al análisis de un proverbio chino, anónimo, que sirve como parangón para enfatizar la actitud que se promueve en los estudiantes bajo diferentes visiones de lo que puede ser una clase de Estadística.

El proverbio chino dice: “Dígame y olvido, muéstreme y recuerdo, involúcreme y comprendo”. A modo de parafraseo, el proverbio diría:

Lo que dice el proverbio chino	Actitud de un alumno que aprende Estadística
“Dígame y olvido”	“Dícteme y escribo” “Deme notas-apuntes-artículos. Los leeré y trataré de aprender” “Deme la clase en el pizarrón, la transcribiré, la pasaré en limpio, la repasaré y trataré de aprender”
“Muéstreme y recuerdo”	“Deme ejemplos en clases (generalmente tomados de los libros) y recordaré” “Déjeme 20 ejercicios de tarea, los hago y recordaré”
“Involúcreme y comprenderé”	“Hagamos un ejemplo con datos reales, donde participemos, tanto el grupo como el maestro (trabajar con proyectos) y comprenderé”

5. La innovación educativa: una necesidad de redes de profesores.

La innovación educativa es un cuerpo de conocimiento ya constituido en varias comunidades de educación en el mundo, como lo muestran la gran cantidad de congresos y reuniones tanto nacionales como internacionales que hay alrededor del tema ya con una tradición consolidada, como el Congreso de Investigación, Innovación y Gestión Educativas (CIIGE), el Congreso Internacional en Innovación Educativa (CIIE) y Virtual Educa. Esta preocupación de congregación alrededor de ella se justifica porque ha sido adoptada como una estrategia de transformación de los sistemas educativos en diversas instituciones educativas de diversos países como España, Argentina, Chile y más recientemente, México. Las innovaciones educativas bien articuladas y el desarrollo de una cultura de innovación se han revelado como una herramienta eficaz para la transformación de las prácticas e instituciones educativas (Rivas, 2000). Sin embargo en los estudios sobre las innovaciones educativas también se ha insistido en el carácter culturalmente situado de las innovaciones y en los riesgos de las transferencias ingenuas de modelos y prácticas exitosas de una región a otra (Ortega, et.al, 2007).

La innovación educativa se suele asociar con aspectos de innovación tecnológica, es decir con elementos materiales que facilitan las actividades humanas, pero también se relaciona con la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de software educativo. Desde estas perspectivas, es vista como un producto algo estático, sin embargo, la innovación educativa se puede caracterizar como:

...un cambio *creativo y duradero* en cualquier nivel de las prácticas educativas, que se realiza de manera *intencional*, que *produce modificaciones profundas* en el sistema de generación y transferencia de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, con la articulación de la *participación de diversos agentes* y que *mejora* la calidad de algún aspecto significativo del hecho educativo (Suárez y Ruiz, 2010, p. 262).

Un *cambio con mejora* implica una situación original y otra, distinta, que será el resultado de la innovación cuando en el plano personal se haya interiorizado y en el organizacional se haya institucionalizado, es decir, cuando se ha convertido en *la nueva normalidad*. Así el proceso innovador en el ámbito educativo es un proyecto ambicioso que suele ser lento y llevarse lustros o décadas (Ortega, et.al, 2007). En este sentido, la innovación constituye la *solución* verificable mediante indicadores adecuados a *un problema bien definido* y es vista como un proceso.

La unidad básica de cambio que se ha revelado como la más adecuada para la realización de innovaciones con impacto en los procesos de educación es el centro escolar o unidad académica (Tejada, 1998). Por otro lado, todos los cambios, mejoras e innovaciones que las reformas necesitan para transformar a la educación miran a los profesores como agentes protagónicos para lograr estos cambios y mejoras. Para desempeñar con responsabilidad este papel se requiere que los profesores adopten el modelo profesional de docencia y realicen un ejercicio sistemático de reflexión sobre su quehacer, sustentado en un marco teórico y en los aportes que las investigaciones les brindan para mejorar la calidad de los aprendizajes en sus alumnos (Ramírez, Suárez y Ortega, 2008). Sin embargo, este ambicioso objetivo no puede ser realizado sin el apoyo de comunidades conformadas por profesores conscientes de que su labor educativa demanda prácticas que van más allá de los esfuerzos individuales.

Así, en la enseñanza de la Probabilidad y Estadística es imprescindible el enfoque en innovaciones que propicien la reflexión del propio docente como una estrategia que favorezca no sólo el enriquecimiento paulatino de las clases de Estadística del profesor, sino también la conformación de comunidades de intercambio que apoyen la actividad individual del profesor. Acorde con esto, el objetivo de la propuesta APETIC (*Actividades de Aprendizaje de Probabilidad y Estadística con uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación*) es aportar elementos que, a largo plazo, favorezcan la conformación de una comunidad de profesores e investigadores interesados en la innovación e investigación en Educación Estadística y que hagan uso de herramientas tecnológicas, particularmente editores de datos y programas de Estadística dinámica, y que tome en cuenta los estados del conocimiento de la disciplina (Ruiz, Suárez, Torres y Flores, 2009).

El APETIC no sólo proporciona al profesor redes de actividades y materiales sobre los que él tenga que decidir y planear para definir secuencias que ponga en práctica en su propio curso, sino también discutir justificaciones y documentos que aporten herramientas que le faciliten la planeación de un curso de Probabilidad y Estadística y que, a su vez, proporcionen un lenguaje común para el intercambio de información entre un grupo de profesores e investigadores (Ruiz, Suárez, Torres y Flores, 2009). Se propone como aspecto metodológico la idea de *historiar los problemas* como una actividad colectiva, que se sustenta en su caracterización según el marco de resolución de problemas (Alarcón, 1995), las evidencias del trabajo de los estudiantes y la experiencia de los profesores en problemas de estructura similar. La historia del problema es abierta y acumulativa: el trabajo sucesivo y a profundidad irá conformando historias de actividades que se robustecerán cada vez que un profesor las trabaje en clase y registre en un blog colectivo los resultados de su experiencia. Al mismo tiempo que la profundización en una actividad permitirá pasar después a la construcción de las redes de problemas y secuencias de actividades aprovechando las historias desarrolladas por el conjunto de profesores e investigadores.

Uno de los ejemplos más *historiados* con este marco metodológico es la red de actividades engendrada a partir de una lectura sobre el método de simulación de Montecarlo del libro ‘Más allá de los números’ de John Allen Paulos (Paulos, 1993, 166-168). En ella se pone de manifiesto la simulación como un medio para la enseñanza de conceptos estadísticos, por ello se denomina red ‘El método de simulación como una estrategia didáctica’ y consta de una lectura, cuatro problemas y una actividad suplementaria (Ruiz, Suárez, Torres y Flores, 2009). A partir del análisis y la profundización de la lectura ‘Montecarlo’ se engendra diversas preguntas que pueden concretarse en diversos problemas. En su conjunto las seis actividades tienen como objetivo principal el uso de la simulación para resolver un problema y para la comprensión de conceptos de Estadística, como la tabla de frecuencias, el histograma, algunas medidas de dispersión y de centralización, y de Probabilidad, como la aleatoriedad y la probabilidad frecuencial, pudiéndose llegar hasta la comparación de una distribución empírica con la distribución teórica y el uso de diversas distribuciones de probabilidad a partir del manejo de datos.

Desde este marco metodológico, historiar las actividades es una forma de recapitular y de aprovechar la experiencia docente. Las primeras versiones de la historia de una actividad pueden ser muy rudimentarias, pero rápidamente las contribuciones de los profesores la convierten en un robusto conjunto de referencias de gran utilidad. Desde esta innovación, la visión que se genera es la de un profesor interesado en una mejor organización y reflexión de su propia experiencia que se enriquece con la experiencia de otros profesores que incorpora los resultados de la

investigación y el uso de las TIC en su clase. Historiar las actividades constituye un buen ejemplo de cómo el quehacer de la comunidad profesional apoya y potencia el trabajo del individuo, por la oportunidad que brinda de organizar y reflexionar sobre los resultados obtenidos con sus estudiantes al tiempo que ofrece referencias a la actividad docente de otros profesores.

6. Conclusiones

Mientras la investigación en esta área es debate entre diferentes posturas y comunidades, los profesores, tanto de Estadística, como los formadores de profesores, tienen la tarea de resolver los problemas a los que se enfrenta diariamente en su práctica: enseñar Estadística o enseñar a enseñar Estadística. Desde las cuatro perspectivas mostradas aquí, notamos semejanzas y diferencias que podrían encaminarse a la conformación de comunidades de profesores que, respetando sus diferencias, favorezcan sus semejanzas y converjan en la generación de marcos de referencia comunes que les permitan tomar decisiones prácticas en sus aulas. La necesidad de comunidad es una de las preocupaciones mencionadas por las cuatro perspectivas demarcadas y, a corto y largo plazo, la más importante.

Otra de las preocupaciones comunes es la necesidad de la enseñanza de un conocimiento en Estadística situado, que vaya más allá de la operatividad. Las reformas educativas y las tendencias de la enseñanza obligan a reflexionar sobre el contenido estadístico a enseñar, buscando centrarlo en la interpretación y significados de los objetos matemáticos. La enseñanza basada en proyectos es un recurso que permite adentrarse en este tipo de contenidos. Con este tipo de técnicas didácticas se requiere de hacer uso de datos reales o de generación de datos a través de simulaciones. El uso de software estadístico es indispensable y su adquisición puede ser facilitada por el uso de software libre que sea factible de obtener por profesores y estudiantes.

En la enseñanza universitaria, no sólo es necesario el uso de ejemplos en contexto, puesto que las comunidades que hace uso de la Estadística como una herramienta para su propia investigación proporcionan reglas y métodos a la Estadística, que piden que se enseñen en las aulas universitarias. La inmersión en las exigencias de las prácticas de la comunidad a la que proporciona servicios la Estadística es necesaria para un profesor de Estadística.

La investigación sobre la caracterización de la situación actual de los profesores se topa con la necesidad de proporcionar soluciones. Los programas de actualización permanente se mencionaron como una necesidad imperiosa. Es necesaria una acción paralela en donde se involucre al profesor como responsable de su propio aprendizaje y constructor de su práctica docente. Se requiere, no sólo actualización en la materia (en constante y continuo crecimiento) sino en conocimientos didácticos y de investigación (reflexión-indagación) del profesor que le permitan reflexionar sobre su misma práctica docente, junto con programas de acercamiento a los resultados de la investigación en la enseñanza de la Estadística. Un punto más dentro de la actualización docente es el desenvolvimiento diestro de los profesores en el uso del software estadístico y de tecnología de comunicación que puedan usar en sus clases.

El diseño de propuestas innovadoras basadas en investigación en la enseñanza de la Estadística exige un esfuerzo que se podría encausar a través de la generación de redes de comunidades de trabajo. Los programas de posgrado enfocados en la necesidad de una didáctica basada en investigación y de la innovación educativa fomentan esta generación de propuestas. Sin embargo, la innovación dentro del salón de clases también se genera a través de comunidades pensantes y

reflexivas de profesores interesados en la generación de innovaciones, que tendrían la ventaja de que estarían directamente vinculadas con la renovación que da el uso constante de la innovación dentro del salón de clases.

La generación de redes de profesores forzosamente se topará con la necesidad de la comunicación a distancia. Es necesaria la implementación de Portales en la Web para profesores de Estadística con el propósito de difundir investigación educativa en Estadística, materiales educativos, olimpiadas, etc., así como de fomentar el trabajo en colectivo y la generación de un lenguaje común que permita un intercambio más rico.

7. Referencias

- Alarcón, J. (1995). Notas del Seminario ‘Precálculo y Resolución de Problemas’ realizado en el DME-CINVESTAV-IPN.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la Estadística*. Granada: Universidad de Granada.
- Batanero, C. (2009). Retos para la formación Estadística de los profesores. *II Encontro de Probabilidade e Estatística na Scola*. Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Batanero, C. (2011). Grupo de Investigación sobre didáctica de la Estadística. Universidad de Granada. Disponible en: <http://www.ugr.es/~batanero/index.htm>.
- Batanero, C. y Godino, J. D. (2001). *Análisis de datos y su didáctica*. Materiales para la asignatura. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.
- Bricali, J. M. (2000). *Universidad 2 mil*. Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, Madrid, España.
- Centro de Formación e Innovación Educativa (2005). *Modelo de Innovación Educativa para el IPN*. Documento interno de trabajo. CFIE- IPN. Disponible en: <http://www.eventos.cfie.ipn.mx/content/innovacion/documentos/modelo.pdf>.
- Chan, I. (2009). *Estrategias para desarrollar el conocimiento didáctico del contenido en la formación de los profesores*. Monografía de Licenciatura en Educación no publicada. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Corsini, A. (2001-2010). Free Statistics. <http://freestatistics.altervista.org>.
- Espacio Europeo de Educación Superior (2006). Declaración de Bolonia, 19 de Junio de 1999. Disponible en http://www.eees.es/pdf/Bolonia_ES.pdf.
- Espinel, M. C., González, M. T., Bruno, A. y Pinto, J. (2009). Las gráficas estadísticas. En L. Serrano (Ed.), *Tendencias actuales de la investigación en educación estocástica* (pp. 133-155). Málaga: Gráficas San Pancraccio.
- González, M. y Pinto, J. (2008). Conceptions of four pre-service teachers on graphical representations. En C. Batanero, G. Burril, C. Reading & A. Rossman (Eds.), en *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. Monterrey: ICMI y IASE.
- Intel Educación (2011). Diseño de proyectos efectivos. Disponible en: <http://www.intel.com/education/la/es/proyectosEfectivos/index.htm>.
- Llinares, S. y Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teacher and teacher educators as learners. En A. Gutierrez y P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp.429-459). Rotterdam: Sense Publishers B. V.
- Moursund, D. (2008). La creación de un proyecto de clase utilizando la metodología del aprendizaje por proyectos. (Traducción y adaptación de Eduteka). *Eduteka* (Original en inglés, 1999). Disponible en: http://www.eduteka.org/tema_mes.php3?TemaID=0007.

- Ortega, K. (2009). *Características de la reflexión sobre la práctica de profesores de Estadística en bachillerato*. Tesis de Maestría en Investigación Educativa no publicada. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ortega, P., Ramírez, M.E., Torres, J.L., López, A.E., Servin, C.Y, Suárez, L., y Ruiz, B. (2007). Modelo de innovación educativa. Un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Vol. 10 (1): 145-173.
- Paulos, J. A. (1993). *Más allá de los números*. Barcelona: Tusquets.
- Pinto, J. (2010). Conocimiento didáctico del contenido sobre la representación de datos estadísticos: estudios de casos con profesores de Estadística en carreras de Psicología y Educación. Tesis de doctorado no publicada. Universidad de Salamanca.
- Pinto, J. (2011). *Desarrollo de recursos, herramientas y programas para mejorar la formación de profesores de Estadística a nivel medio superior*. Proyecto de investigación. Registro SISTPROY: FEDU-2011-001. Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Pinto, J., Martín, G. y Barrabí, B. (2007). Estudio de necesidades de formación de profesores que imparten Estadística en carreras del área social. En G. Buendía Abalos y G. Montiel Espinosa (Eds). *Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (pp. 451-463). México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa (CIMATE).
- Railsback, J. (2002). *Project-Based Instruction: Creating Excitement for Learning*. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. Disponible en: <http://educationnorthwest.org/resource/798>.
- Ramírez, M.E, Suarez, L y Ortega, P. (2008). Las investigaciones sobre las innovaciones educativas para la profesionalización docente en el IPN. *Memorias de Virtual Educa 2008*. Zaragoza, España.
- Rivas, M. (2000). *Innovación educativa*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Rodríguez, M. I., Albert, J. A., Agnelli, H. (2011). Controversias sobre las pruebas de hipótesis: sus implicaciones para su enseñanza. *Primer Encuentro Internacional de la Enseñanza en la Probabilidad y la Estadística*. México: BUAP.
- Ruiz, B., Suárez, L. Torres, J.L. y Flores, C. (2009). Integration of technology use into statistical classroom through networks of learning activities [en línea]. *Proceedings of The 57th Session of the ISI International Statistical Institute*, (Invited Paper, S/paginación). Durban, South Africa: ISI. Disponible en: <http://www.statssa.gov.za/isi2009/ScientificProgramme/Ipms.aspx>.
- Suárez, L. y Ruiz, B. (2010). Matemática Educativa en la Innovación Educativa. En R. Rodríguez, E. Aparicio, M. Jarero, S. Landy, B. Ruiz, F. Rodríguez, J. Lezama, y M. Solís, *Memorias de la XIII Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (pp. 262-267). México: Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa.
- Tejada, J. (1998). Los agentes de innovación en los centros educativos. Málaga: Aljibe.
- Zapata, L. (2011). Algunas reflexiones acerca del conocimiento pedagógico disciplinar del profesor de Estadística. *Didac* 56-57 (2011): 9-14.