

La educación estadística en la formación de ingenieros¹

Statistical education in the training of engineers

Educação estatística na formação de engenheiros

Recibido: septiembre de 2012
Aceptado: diciembre de 2012

Pedro Rocha Salamanca²

Resumen

Este trabajo forma parte de uno de los interrogantes que llevaron al desarrollo de la tesis doctoral denominada “Las prácticas docentes de los profesores de probabilidad y estadística en las facultades de ingeniería en Bogotá”. Se hace una exposición de algunos referentes teóricos sobre los que se estructuró la tesis doctoral, enmarcados en el campo de la Educación Estadística; particularmente dentro del objeto de estudio denominado componente profesor, se destacan principalmente tres elementos: el saber o conocimiento docente de los profesores de Probabilidad y Estadística, la experiencia práctica y su reflexión como elemento principal del saber docente.

De la misma forma se incluye un apartado donde se muestra la aproximación teórica que permite una mirada a los elementos constitutivos de la didáctica de la Probabilidad y la Estadística reunidos como objetos de estudio que componen la didáctica de la estocástica vista como un campo de investigación.

Palabras clave: educación estadística, formación de profesores, prácticas docentes en ingeniería, didáctica de la estadística.

Abstract

The work presented here is part of one of the questions that led to the completion of the doctoral thesis called teaching practices of teachers of probability and statistics in engineering schools. Here, we present the main theoretical framework on which the thesis was structured and framed within the elements related to the creation of the object of study called teacher component, among them are those related to: the knowledge or teaching knowledge of teachers of Probability and Statistics, practical experience and reflection as the main element of teacher knowledge.

Just as there is a section where we present the theoretical approach that allows a look at the components of the teaching of probability and statistics gathered as objects of study that make up the teaching of stochastic seen as a field of research.

Keywords: statistical education, teacher training, teaching practices in engineering, didactics of statistics.

1 Artículo de Investigación derivado de la Tesis Doctoral realizada para optar al título de doctor en Educación en el énfasis de Ciencias de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
2 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia. Contacto: pgrocha@udistrital.edu.co

Resumo

Este trabalho faz parte de uma das questões que levaram ao desenvolvimento da tese de doutorado intitulada “As práticas pedagógicas de professores de probabilidade e estatística nas escolas de engenharia em Bogotá.” É uma exposição de alguns fundamentos teóricos em que a tese está estruturada, enquadrado na área de Estatísticas da Educação em particular no âmbito do estudo chamado componente professor, destaca, principalmente, três elementos: o conhecimento ou o ensino do conhecimento dos professores probabilidade e Estatística, experiência prática e reflexão como o principal elemento de conhecimento dos professores.

Assim como há uma seção que mostra a abordagem teórica que permite um olhar para os elementos do ensino de probabilidade e estatística reunidos como objetos de estudo que compõem o ensino da estocástica visto como um campo de pesquisa.

Palavras-chave: estatísticas da educação, professores de formação de professores em práticas de engenharia, ensino da estatística.

Introducción

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX la didáctica de la probabilidad y estadística en el contexto internacional ha tenido un gran desarrollo conceptual y metodológico, hasta el punto de que hoy es considerada como un campo importante de investigación o como la ciencia de enseñar estadística y probabilidad. Actualmente los investigadores trabajan desarrollando teorías, modelos de intervención en el aula, marcos conceptuales y metodológicos rigurosos, que dan cuenta explicativa y descriptivamente de un conjunto de problemas relacionados con el mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje en todos los niveles educativos; se han conformado comunidades de especialistas en los órdenes regional, nacional e internacional; que se mantienen en permanente comunicación; que convocan a simposios, encuentros y congresos, con miras a someter al criterio de los pares académicos los resultados de sus trabajos de investigación, tesis doctorales y de maestría; los resultados de estas investigaciones circulan en revistas especializadas e indexadas y en numerosos portales en la Web.

Pero no solamente en estos espacios los profesores interactúan con el conocimiento estadístico y probabilístico; también es necesario que los profesores,

cuando realizan investigación en su campo de acción o en educación, recurran, para analizar, inferir y validar sus resultados, a los métodos y teoría estadística, o simplemente cuando desean como ciudadanos tomar decisiones en situaciones de incertidumbre objetivando el mundo.

Durante los últimos años se han venido desarrollando investigaciones en torno al problema de la enseñanza-aprendizaje de la probabilidad y la estadística; la mayoría de ellas se encuentran ubicadas en la educación básica y media, ignorando o incluso olvidando la enseñanza universitaria, más concretamente, en las facultades de Ingeniería.

El anterior panorama y las consultas bibliográficas realizadas nos permiten afirmar que las investigaciones en didáctica de la estocástica universitaria han estado centradas alrededor de la perspectiva de los contenidos conceptuales, orientadas a la distribución de la disciplina en la malla curricular. Sin embargo (y en eso hemos encontrado escasos referentes), es necesario considerar algunos problemas estructurales que nos permiten ver de forma compleja el estado del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería y la problemática de la enseñanza de la probabilidad y estadística. Entre ellos se destacan los siguientes:

Con relación a la enseñanza:

- Las escasas investigaciones encontradas en torno a la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y estadística en el país. ¿Cómo caracterizan los profesores de la educación superior los fenómenos aleatorios?, ¿qué concepciones tienen en torno a la probabilidad?, ¿bajo qué modelo explicativo caracterizan el mundo de la incertidumbre y su tratamiento?
- La falta de desarrollo en torno a las herramientas metodológicas para la enseñanza de la estadística (material didáctico, libros de texto, formas de trabajo de aula, etc.). Por lo cual muchas veces la dejan en el último lugar, en el mejor de los casos, o en el peor la omiten de sus programas.
- Los profesores de probabilidad y estadística provienen de áreas diferentes, lo que complica en algunos casos el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Con relación al conocimiento:

- La falta de formación en las temáticas de la asignatura a enseñar se ve reflejada en la escasa utilización de la estadística y la probabilidad en los diferentes ámbitos donde se desenvuelven profesores y estudiantes. Es fácil detectar que un porcentaje muy bajo de los profesores admiten poseer bases sólidas y actualizadas en métodos y técnicas estadísticas; como consecuencia, les gustaría hacer parte de un grupo de estudios sobre métodos y técnicas estadísticas,
- El predominio del pensamiento determinístico en los diferentes ámbitos sociales, culturales y algunos académicos, argumentado desde creencias y conocimientos elaborados a partir de su experiencia personal, lo cual provoca en sus explicaciones una débil concepción de la aleatoriedad y pocos instrumentos operativos ante situaciones que presentan algún nivel de incertidumbre.

Con relación al conocimiento de los profesores:

- La casi inexistencia de programas de formación y actualización de profesores en el campo de la estadística y probabilidad no ha permitido la discusión en torno a qué enseñar, a los profesores y futuros profesores, acerca del conocimiento probabilístico y su enseñanza.
- La ausencia de una comunidad académica que oriente y oxigene los procesos a desarrollar dentro de la enseñanza y el aprendizaje de la estadística.

Podríamos referir, en el mismo sentido, que el dominio superficial o incipiente de los conocimientos en didáctica de la estocástica por parte de los profesores de Ingeniería constituiría una primera y grave limitación para la docencia; una segunda dificultad procede de la concepción heredada de las didácticas empíricas, en el sentido que la probabilidad y la estadística se pueden enseñar de la misma forma que se enseñaban las matemáticas.

Cuando se sitúa la mirada sobre las prácticas docentes es fácil observar que estas por sí mismas no producen un nuevo conocimiento, solamente generan un conjunto de experiencias que se ubican dentro de espacios de saber del tipo anecdótico; es decir, son dominios del sentido común, sin mayor espacio para la reflexión, de conocimiento reducido y muy difíciles de movilizar; más bien, se basan en la inclusión de artificios o trucos con los que se puede rápidamente abordar la enseñanza de la probabilidad y la estadística de manera demasiado superficial.

Problema y preguntas de investigación

Una vez admitido el interés del estudio de las prácticas docentes de los profesores de Ingeniería, la investigación se orientará aprovechando los desarrollos alcanzados por muchos investigadores en el intento por conseguir un aprendizaje significativo de la probabilidad y la estadística, entre ellos Borovnick y Peard, Shaughnessy, Christine Franklin, Batanero, Godino, a nivel internacional, y Zapata, Fernández, Behar, Yañes, Pacheco, Rojas, en Colombia. En el mismo sentido, hemos sido

espectadores en los últimos años del desarrollo de una línea de investigación particular en el campo de la educación estadística que se interesa por las prácticas docentes; así lo evidencian las numerosas publicaciones de autores como Perrenoud (2005), Altet (2005), Behar (2007), Chamorro (2003), Paguay (2005), entre otros.

Estos estudios insisten en la necesidad de orientar a los profesores hacia la importancia de realizar reflexiones en torno a sus propios modelos epistemológicos relacionados con la probabilidad y la estadística, pero también es necesario que los estadísticos de profesión apoyen y promuevan todas estas acciones que permitirán el desarrollo del conocimiento estadístico de los ciudadanos en el país y particularmente en Bogotá. Y, tomando como referentes los anteriores elementos sobre la génesis, desarrollo y estructuración de las prácticas docentes de los profesores de probabilidad y estadística en las facultades de ingeniería en Bogotá, la necesidad de describirlas, analizarlas y reflexionar sobre su estructura, enunciarnos la pregunta de investigación de la siguiente manera:

¿Cómo han sido las prácticas docentes utilizadas por los profesores en los espacios de formación de probabilidad y estadística en las facultades de Ingeniería en las universidades públicas de Bogotá?

Las prácticas docentes, entonces, deben ser observadas, estudiadas y comprendidas durante espacios de tiempo, incluyendo de manera metódica dentro de las labores del docente el reflexionar, sistematizar, documentar, diseñar, evaluar y reajustar. En definitiva, pensarlas como un proceso de investigación permanente.

Considerar las prácticas docentes de los profesores de Ingeniería en estos términos nos permite entenderlas como un proceso estocástico, ya que pueden evolucionar en el tiempo, de tal manera que los nuevos roles respondan de forma compleja a las condiciones que actualmente articulan los procesos de enseñanza-aprendizaje en el nuevo siglo, razonando críticamente sobre las acciones y las consecuencias que tienen en los espacios de formación y construyendo una nueva perspectiva enmarcada dentro de la concepción de un profesor

universitario que admita una mayor complejización del conocimiento profesional.

Para complicar la situación, no es posible en la actualidad para los investigadores en educación estocástica presentar de forma parcial y, mucho menos, organizada respuestas a: cuáles fueron las principales razones para incluir los objetos de estudio estocásticos en los currículos, cómo ha sido su desarrollo, qué cambios en las prácticas docentes se han realizado en las fases de diseño, gestión y evaluación en las facultades de Ingeniería.

Por lo tanto, es necesario estudiar, clasificar y categorizar los métodos que permiten convertir la probabilidad y estadística en una teoría enseñable, estableciendo cuáles son sus componentes didácticos específicos, es decir, los principios teóricos, metodológicos y axiológicos, de tal manera que los profesores puedan mejorar la planeación, gestión y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estocástica.

Para cerrar este apartado, queremos mencionar que existen actualmente en el medio colombiano un grupo importante de investigadores que están interesados en resolver problemas ubicados en el campo de la enseñanza de la probabilidad y la estadística.

La importancia de la estadística en la formación de ingenieros como referente teórico

Hoy en día es posible afirmar, con un alto grado de confianza, que es impensable encontrar un programa de Ingeniería donde no se incluya el estudio de muchos conceptos relacionados con la probabilidad y la estadística. Las razones para su inserción están directamente relacionadas con la necesidad de tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, como afirma Suárez en su tesis doctoral cuando señala: “La Estadística es un área de conocimiento de fundamental importancia en toda situación del campo de la Ingeniería que requiera del análisis de datos para la toma de decisiones informadas en presencia de incertidumbre y variación” (Suárez, 2008, p. 11).

La probabilidad y la estadística se pueden relacionar con la ingeniería desde mediados del siglo XVII, cuando el saber estadístico ya estaba constituido, principalmente, por los fundamentos de la teoría de la Probabilidad. Así lo evidencian los trabajos de autores como Fermat y Pascal, quienes a partir de la idea de resolver problemas en el juego realizaron planteamientos conceptuales y metodológicos de gran importancia; siguiendo con Laplace y Gauss, quienes realizaron aportes significativos que la convirtieron en una teoría estructurada. Posteriormente, los estadísticos Quetelet y Durkheim en el siglo XIX plantearon variaciones de los fenómenos sociales, pero tal vez la figura más importante en este campo de estudio está representada por el ruso A. Kolmogorov, quien propuso una completa axiomatización para la teoría de la Probabilidad. De la misma manera, en Estadística se habían desarrollado diversas teorías sobre las cuales reposa la inferencia. Autores como R. Fisher, K. Pearson, Kruskal y Wallis, W. Gosset, de J. Neyman y E. Pearson ya habían presentado sus resultados más importantes. En este periodo la enseñanza de la estadística estaba relacionada con la elaboración de una gran cantidad de procedimientos conectados con la realización de operaciones de cálculo, y la producción de resultados se presentaba a partir de índices o en cifras; empezó a vislumbrarse la necesidad de realizar investigaciones sobre los componentes que influyen de forma directa con los propósitos de la enseñanza y el aprendizaje. Es claro que la adaptación de la enseñanza de muchos de estos conceptos y métodos a las necesidades que deben cumplir los ingenieros para estar en consonancia con la sociedad actual, en general era insuficiente. Esta situación produjo históricamente muchos problemas en el uso de los recursos estadísticos por parte de los egresados de las facultades de Ingeniería, que tenían como propósitos los indicados por Albéniz y otros, entre los que tenemos: la elevación de la calidad de vida de la sociedad a través de la gestión adecuada de sus recursos, mediante el uso del conocimiento y el respeto por la diversidad de saberes, profesiones y disciplinas; el aprovechamiento racional de los recursos mediante la aproximación de las demandas de la sociedad con los criterios de preservación ambiental, desarrollo sostenible y productividad; la promoción del diálogo de la sociedad con la

naturaleza a través de la planeación, desarrollo y evaluación de proyectos inscritos en un ambiente de rigor científico, actualidad tecnológica, pulcritud administrativa y fundamentadas consideraciones éticas; la consolidación de una comunidad académica que ejerza liderazgo sobre la sociedad, facilite la comprensión y uso inteligente de los logros tecnológicos y estimule la comunicación con otras culturas y formas de organización social (Albéniz Laclaustra, Cañón Rodríguez, Salazar Contreras & Sánchez, 2007, p. 14). Dados estos planteamientos, a manera de hipótesis, pensamos que una de las causas principales de esta limitada utilización puede estar representada en la falta de comprensión de la probabilidad y estadística como disciplina científica, lo cual se ve reflejado en la tendencia curricular de incluir los cursos de probabilidad y estadística dentro de las asignaturas que están relacionadas con las matemáticas aplicadas a la ingeniería. Es evidente que la estadística utiliza muchos conceptos matemáticos, pero no es posible su enseñanza sin contemplar un análisis histórico y epistemológico, teniendo en cuenta que, como toda ciencia, se ha desarrollado a partir de problemas sociales y que posee aplicaciones en diversos campos del saber. En esto radica la estrecha relación con la ingeniería, ya que estos saberes le permiten y ayudan al ingeniero a estudiar conjuntos de datos, diseñar modelos y ampliar su capacidad de análisis en situaciones de incertidumbre en sus diferentes áreas de acción, como afirma Behar. El ingeniero deberá inferir información de otras situaciones que a su parecer se han producido en circunstancias similares a la de su interés, generándose así posibles errores, cuya magnitud deberá ser considerada por él en la toma de decisiones. Por otro lado, muchos problemas en Ingeniería involucran procesos y fenómenos naturales que presentan variabilidad y aleatoriedad inherentes, haciendo que ellos no puedan ser descritos o caracterizados de manera exacta. Por estas razones los procesos de planeación y de diseño en Ingeniería deben tomar en consideración, casi obligatoriamente, estas consideraciones de aleatoriedad y de incertidumbre (Behar & Yepes, 2007, p. 23).

Atendiendo a la solución de muchos de los problemas que afectan el nivel académico, una gran cantidad de profesores se dedican diariamente a pensar,

indagar e investigar sobre las diversas maneras de mejorar sus prácticas docentes. En este sentido, los profesores de probabilidad y estadística en las facultades de Ingeniería no han sido ajenos a la reflexión sobre esta problemática educativa; es fácil detectar que desde hace varias décadas sus métodos didácticos también han estado en una fase de desarrollo académico, investigativo y curricular.

Desde esta perspectiva se puede afirmar que conviven diversas posiciones en torno a la inclusión de la enseñanza de la estadística en el campo de la educación matemática, que van desde aquellas que se ubican en el extremo, cuando muchos profesores apoyan la opinión que es posible realizar cursos de estadística y probabilidad sin necesidad de recurrir a las matemáticas, apoyándose en la utilización de la informática y la tecnología en los espacios de formación a partir de los diversos tipos de software, como SAS, SPSS, MINITAB y S-plus/ R, que están siendo manejados por estadísticos profesionales, ingenieros y otros profesionales para realizar análisis de datos; con este tipo de herramientas es posible obtener resultados fácilmente durante todo el proceso, y en consecuencia no sería necesario hacer frente a cualquier formulación matemática, lo que lleva a algunos profesores de las facultades de Ingeniería a defender la hipótesis de que las matemáticas no son indispensables a la hora de estudiar probabilidad y estadística. También se encuentran docentes que defienden la estadística, desde una perspectiva matemática, en las facultades de Ingeniería. Sin embargo, la comunidad académica ha llegado a un consenso entre las partes, afirmando que los problemas a los que se enfrentan en los espacios de formación de manera más frecuente están relacionados con la falta de comprensión de algunos conceptos matemáticos claves en estadística y con la importancia del análisis basado en la evidencia que resulta del análisis de datos, lo que lleva a replantearse muchos de los enfoques curriculares que hasta ahora se habían propuesto.

Con relación a la formación de los ingenieros, no podemos olvidar que estos, debido a las repercusiones sociales de su tarea, están obligados a saber por qué hacen las cosas, para qué las hacen y, sobre todo, para quién las hacen y, en consecuencia, deben vencer el marco siempre estrecho que

ofrece la técnica, para lo cual, en lugar de adiestrarlos para aceptar mecánicamente el compromiso de transformar el mundo físico, o aprovechar sus recursos, se les orienta hacia la indagación crítica de lo que significa habitar o modificar el espacio, las razones históricas que gobiernan y determinan tales modificaciones, y las circunstancias sociales y culturales que definen la forma como se vive en aquel (Albéniz Laclaustra, Cañón Rodríguez, Salazar Contreras & Sánchez, 2007, p. 16). Por lo tanto, los docentes encargados de la formación de estos profesionales deben someterse a una rigurosa formación pedagógica y didáctica que les permita estar preparados, tanto en sus conocimientos de estadística y probabilidad como en los métodos pedagógicos para la implementación de los estándares y lineamientos curriculares. Un trabajo indispensable y planteamientos innovadores son una exigencia urgente que estaría encaminada en diseñar un plan de formación para profesores de probabilidad y estadística, no solo orientado hacia la formación de ingenieros, sino incluso a la formación básica y media. El objetivo de la formación no solo estaría enfocado en la actualización de los métodos estadísticos y teoría de la probabilidad, sino también en mejorar las habilidades de los alumnos en el razonamiento estadístico necesario para una utilización inteligente de la estadística en niveles superiores. Los principales elementos a tratar estarían conformados por el diseño de encuestas, recolección de la información y resúmenes de datos, y cálculo, análisis e interpretación de los resultados. Para llevar a cabo esta tarea es necesario implementar investigaciones sobre la acción del profesor en el aula y cursos de formación docente destinados a romper con los paradigmas que se estructuraban bajo el modelo denominado constructivista para la formación. Los primeros resultados que arrojaron estas investigaciones apuntaban a que no solo basta con intentar transformar lo que los profesores y los estudiantes hacen en clase, también se hace necesario cuestionar y reflexionar en torno a las concepciones de estos colectivos en torno a cómo ser un buen profesor, qué debe saber este, cuáles son los elementos constitutivos de la profesión, etc. Paralelamente, los responsables de la enseñanza de la estocástica comenzaron también a plantearse las mismas cuestiones; ya no era suficiente el conocimiento profundo de la ciencia

Estadística, los métodos estadísticos y modelos probabilísticos que se habían desarrollado en ese momento; era necesario incluir algunos otros elementos que permitieran el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje. Entre otros problemas, la comunidad académica se preocupó por las denominadas hasta hoy prácticas docentes, caracterizadas desde entonces como los modos de integrar de forma compleja los diferentes saberes que componen el conocimiento profesional de un docente de probabilidad y estadística que quiera desenvolverse en la educación superior. En estas nuevas condiciones, el trabajo de los profesores en las facultades de Ingeniería se podría enfocar a procedimientos estadísticos más elaborados, lo que permitiría un desarrollo del razonamiento estadístico mucho mayor de los egresados de dichas facultades, y en los demás espacios de formación del ingeniero, como lo indican Albéniz y otros. La sociedad espera del profesor universitario contribuciones como orientador de la formación de nuevas generaciones de profesionales imbuidas de un compromiso serio con el mejoramiento de las condiciones generales de vida de la población, incluido el respeto por el ambiente como parte de un estricto conjunto de valores ciudadanos y un irreprochable sentido ético en el manejo de los recursos públicos. A su turno, la educación superior exige de los profesores universitarios un sólido compromiso con las tareas esenciales de las declaraciones misionales y altos niveles de desempeño en las labores docentes, en su participación en proyectos de investigación, en el ejercicio de funciones directivas y en las crecientes relaciones con la industria y el Estado a través de ejercicios de consultoría y asesoría (Albéniz Laclaustra, Cañón Rodríguez, Salazar Contreras & Sánchez, 2007).

El profesor de Ingeniería como profesional reflexivo y crítico de su práctica

Responde al segundo ítem propuesto en esta disertación, una de las profesiones que durante las últimas décadas ha venido siendo observada, vigilada e investigada por la sociedad, en sus diferentes aspectos (epistemológicos, sociales, culturales, económicos, etc.). Esta vigilancia no es nueva ya que desde mediados del siglo pasado existen fuertes tensiones entorno al mito de que para ser

profesor solo basta con conocer la disciplina a impartir, algo de experiencia y un conjunto de técnicas para desarrollar las clases. En este punto, en cuanto a los estudios llevados a cabo en el ámbito de la reconstrucción histórica de la consolidación de la profesión docente, investigadores nacionales (Martínez, Castro, Noguera, entre otros) han dedicado esfuerzos importantes estudiando el surgimiento, desarrollo y consolidación de la profesión docente desde época antiguas; por ejemplo, durante el Nuevo Reino de Granada ya se afirmaba que los papeles y los sujetos que cumplen ciertas funciones se irían diferenciando progresivamente, pero surgiría también otro tipo de funcionarios. Así aparece definido el maestro como el sujeto fundamental de la práctica pedagógica, diferenciado del cura y del bachiller de pupilos. Él aparece como un individuo secular y público que deberá someterse al control del Estado (Martínez, 1986, p. 26).

El nacimiento de la profesión de profesor le ha permitido al docente pensar, reflexionar e investigar sobre las acciones que tiene y debe realizar dentro de su espacio laboral, pero también diferenciarla de las demás profesiones. En este sentido, existen definiciones que apuntan a describir la naturaleza y los elementos que componen la profesión docente. Los estudios sobre la profesionalización docente de todas maneras son insuficientes, es decir, a través del tiempo se ha constituido una limitada comprensión, por parte de los profesores, de las acciones, responsabilidades, interacciones y funciones que diferencian su profesión de las demás. Para complicar la situación, existen profundas discusiones y muchos debates sobre las componentes de la profesión de profesor; de hecho, se presentan diversas posiciones, algunas veces antagónicas, que van desde las que intentan construir una epistemología en torno a la profesión de profesor hasta las que postulan su fracaso. Para efectos teóricos de esta tesis, defendemos la definición propuesta por Tardif y Gauthier cuando afirman:

Los maestros son profesionales dotados de razón, como cualquier otro profesional; que emiten juicios y toman decisiones en estos sistemas de acción complejos que son la clase y la escuela; que a menudo se comportan según determinadas reglas, y que sus pensamientos,

juicios y decisiones –basados en ciertas exigencias de racionalidad que pueden elaborar de inmediato– guían su conducta (Tardif & Gauthier, 2005, p. 339).

Sin importar las posturas desde las cuales se enfoque el debate, existe un consenso sobre el trabajo del profesor que permite ubicarlo como un profesional con unos saberes específicos y que se desenvuelve en diferentes espacios de formación; según el nuevo lenguaje, la profesionalización hace referencia a la calidad, identidad (conocimiento especializado) y valor social del conocimiento y tecnología contenida en la profesión y en la formación, teniendo en consideración dos dimensiones: la especialización del saber y la calidad del desempeño o aplicación de este saber (Martínez, 2004, p. 383).

De la misma manera, en las facultades de Ingeniería se ha venido reflexionando sobre la naturaleza de la profesión de profesor; es fácil encontrar definiciones que están en concordancia con el talante pragmático que caracteriza a muchos de los ingenieros, es decir, tomando como referente las funciones o roles que realiza, en una visión muy práctica de esta profesión. En todo caso, es evidente que ya no existen dudas sobre la diferencia entre ser profesor y ser ingeniero. González propone la siguiente definición:

El ingeniero profesional debe ser capaz de desarrollar ciencia, tecnología, técnica, etc. El ingeniero profesor deberá desempeñar ciertos roles para transmitir conocimientos y hacer que otros aprendan, formar, informar y educar. Trabajar en educación es asumir un conjunto de acciones diversas y sistemáticamente organizadas y dirigidas a la formación de jóvenes futuros ingenieros (González, 2002, p. 123).

Para poder cumplir con todas las responsabilidades inherentes a su profesión y resolver todas las dificultades, el profesor está en la obligación de conocer y asimilar toda la tradición pedagógica, que ha sido registrada en las costumbres, prácticas, tradiciones y hábitos de la profesión; en resumen, la docencia como profesión involucra una

diversidad de saberes que le permitan tomar decisiones racionales en función de su acción. Sobre ese tema, Albéniz *et al.* indican:

Un aspecto esencial en el pensamiento de un profesor de Ingeniería estará constituido en el “amor a la profesión” que proclamaba Francisco José de Caldas, en el reconocimiento de la “alta responsabilidad social que conlleva la profesión”, el compromiso con la “habitabilidad del mundo” y el entendimiento de que la “Ingeniería es un asunto de defensa de la nacionalidad”. Una primera aproximación normativa que refuerza la propuesta de profesionalización de la enseñanza de la Ingeniería aparece en la ley que regula el ejercicio profesional de la Ingeniería (Ley 842/03) en cuyo parágrafo del artículo 2 se determina que “la enseñanza de la Ingeniería constituirá el más alto grado del ejercicio profesional” (Albéniz Laclaustra, Cañón Rodríguez, Salazar Contreras & Sánchez, 2007, p. 59).

En suma, las investigaciones en torno a las prácticas docentes en probabilidad y estadística empezaron a ser consideradas a finales del siglo pasado como un conjunto de acciones recurrentes en el tiempo que permiten diferenciar el quehacer de los profesores en los espacios de formación, logrando ser transformadas a partir de la investigación y la reflexión. El resultado es entonces la configuración de unas formas de proceder en el aula denominadas trayectorias. Estas prácticas están inmersas en un proceso que puede evolucionar en el tiempo, de tal manera que los roles pueden responder de forma compleja a las condiciones que actualmente articulan los procesos de enseñanza-aprendizaje. De todas formas es obligatorio que el docente tenga el convencimiento de la necesidad de razonar críticamente sobre las acciones y las consecuencias que sus actos producen en los espacios de formación, construyendo una nueva perspectiva enmarcada dentro de la concepción de profesor universitario que admita una mayor complejización del conocimiento profesional.

No obstante, hay que tener en cuenta otras variables y espacios académicos, en que la probabilidad

y la estadística influyen de forma notable, como es el caso de la formación de ingenieros, donde hemos encontrado escasas investigaciones sobre cómo es la enseñanza de la probabilidad y la estadística en los niveles universitarios, particularmente en las facultades de Ingeniería, y cómo son utilizados los conceptos de probabilidad y estadística por los ingenieros cuando desarrollan su actividad como profesionales o cuando toman decisiones utilizando información estadística como ciudadanos, es decir, cuando pasan de la retórica a la acción. Igualmente, no se tiene mucha información de quiénes son los responsables de la educación estadística en las universidades, de las formas de enseñanza, de las maneras de evaluación, en qué medida las propuestas de enseñanza se han desarrollado, cómo se estructuraron los diseños curriculares en los espacios de formación en estocástica y cómo se han venido transformando en el tiempo, así como las razones de tales evoluciones.

Coincidiendo con nuestras conjeturas y los avances de la didáctica de la estocástica, podemos concluir que se hace necesario implicar a los profesores en procesos de formación donde se identifiquen los posibles conflictos causados por la inestabilidad de posturas filosóficas, históricas y epistemológicas, que han sido generadas por la ausencia de un consenso sobre la naturaleza de la estocástica, su actividad científica y su enseñanza. Resituando la discusión sobre los referentes que actúan como organizadores del conocimiento y práctica del profesor y las acciones que lleva a cabo en el aula, se hace necesario referirnos a algunos trabajos que pueden dar respuesta a las “creencias y referentes” del profesor, ya que estamos convencidos que esto influye de forma significativa en las circunstancias específicas que demandan las prácticas docentes.

Esta diferenciación del docente como profesional debería permitir la institucionalización de un campo de conocimientos especializados, que son puestos en práctica en el discurso y actuación específica de los profesores en los diferentes espacios de formación y que deben ser controlados por los diversos actores sociales, como son el Estado, los padres de familia, las organizaciones, etc. En la actualidad, hay que destacar los esfuerzos

que se están realizando por cambiar todos estos paradigmas sobre la profesionalización docente, inclinándose hacia una reflexión epistemológica de las diferentes disciplinas y sus diferentes enseñanzas. La literatura reciente muestra experiencias, por ejemplo en el caso de las ciencias naturales, en que estos temas son abordados en los cursos de formación del profesorado (Porlán, Rivero & Pozo, 1998). En resumen, parece que existe un consenso en cuanto a que la conceptualización de la profesionalización docente es fundamental y es la base del proceso de enseñanza-aprendizaje y constituye una infraestructura que encierra teorías implícitas y explícitas, las cuales deben ser las condiciones necesarias para comprender las acciones del profesor y sus prácticas docentes.

Componentes del saber docente de los profesores de probabilidad y estadística

Con el ánimo de responder a nuestro tercer ítem y delimitar los elementos que estructuran las prácticas docentes de los profesores de probabilidad y estadística, a continuación se presenta una aproximación teórica que permite exponer algunos componentes del conocimiento de los profesores de probabilidad y estadística en general, y en particular de las facultades de Ingeniería.

El conocimiento didáctico del contenido como componente del saber docente

Al hacer referencia al conocimiento didáctico del contenido (CDC), se puede resaltar que su origen se ubica en 1983 cuando Shulman, en una conferencia que denominó “El paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza”, en la Universidad de Texas, lo definió de la siguiente forma: “La capacidad de un profesor para transformar su conocimiento del contenido en formas que sean didácticamente poderosas y aun así adaptadas a la variedad que presentan sus alumnos en cuanto a habilidades y bagajes”. Esta nueva forma de mirar el trabajo del profesor contradecía muchas ideas de la época, ya que desde mediados del siglo pasado la formación de los profesores se proponía a partir de un conjunto de componentes aislados que no están relacionados; por tanto, en los diversos niveles, incluido el universitario, se ideaba tomando como

referente principal el conocimiento disciplinar. Es decir, dominaba la concepción, que en muy pocos espacios aún se conserva, de que para ser buen profesor es suficiente con saber la disciplina a enseñar.

En esta medida, según Shulman (1987), el conocimiento base para la enseñanza de un profesor debe incluir al menos siete categorías: i) conocimiento del contenido, ii) conocimiento didáctico general, iii) conocimiento curricular, iv) conocimiento didáctico del contenido, v) conocimiento de las características, los aspectos cognitivos, la motivación, etc., de los estudiantes, vi) conocimiento de los contextos educativos y vii) conocimiento de las finalidades educativas, los valores educativos y los objetivos (Acevedo Díaz, 2009, p. 4).

En el modelo de Shulman, además del conocimiento disciplinar, en este caso el estadístico y probabilístico, y del saber pedagógico, los profesores deben desplegar un conocimiento que es más específico: cómo enseñar en probabilidad y estadística específicamente. No hay duda alguna que es imprescindible un saber de tipo disciplinar, pero este no genera por sí mismo las formas de cómo presentar un contenido particular a estudiantes específicos; entonces es necesario, desde esta perspectiva, otro tipo de conocimiento que es particular del trabajo del profesor.

El trabajo del profesor entonces inicia con el diseño o planificación de las actividades por desarrollar en los espacios de formación, dependiendo de los objetivos curriculares, los conceptos que va a enseñar y las preconcepciones que tiene sobre el conocimiento a enseñar; decide sobre los problemas a abordar, el tipo de material didáctico a utilizar, la forma de abordar los elementos teóricos y las formas de evaluación. Dentro del ciclo que desarrolla deben existir momentos de reflexión sobre cada una de las acciones a realizar.

Es necesario, por tanto, implementar acciones de tipo didáctico que permitan el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los objetos de estudio estocásticos desde la perspectiva de la acción docente, ya que no es posible en la actualidad para los investigadores en educación estocástica presentar de forma parcial y, mucho

menos, organizada cuáles fueron las principales razones para incluir los objetos de estudio estocásticos, cómo ha sido su desarrollo, qué cambios en las prácticas docentes se han realizado en las fases de diseño, gestión y evaluación en las facultades de Ingeniería. Clasificar, categorizar los métodos que permiten convertir la probabilidad y estadística en una teoría enseñable, estableciendo cuáles son sus componentes didácticos específicos, es decir, los principios teóricos, metodológicos y axiológicos, de tal manera que los profesores puedan mejorar la planeación, gestión y evaluación.

Los saberes prácticos del profesor

Numerosos estudios coinciden en señalar las causas principales del fracaso académico y por consiguiente de la deserción de los estudiantes; estas razones pueden ser aplicadas también a los alumnos de las facultades de Ingeniería y permiten reflexionar sobre qué saberes pone en juego el profesor para tratar de abordar esta problemática. A manera de hipótesis queremos resumir algunas de las acciones que pueden ser responsabilidad de los profesores y que afectan en diverso grado los niveles de repitencia y deserción en los siguientes aspectos:

1. La gran mayoría de los profesores no le otorgan la importancia que merece la didáctica como ciencia dentro de su trabajo diario en los espacios de formación.
2. Los profesores continúan utilizando modelos de prácticas tradicionales dentro de los espacios de formación, privilegiando los contenidos de la materia a enseñar.
3. El principal material didáctico utilizado por los profesores en el diseño, desarrollo y evaluación de los espacios de formación son los libros de texto (en nuestro caso los relacionados con la probabilidad y estadística).
4. El profesor, en el desarrollo de sus clases, privilegia los elementos teóricos que según su criterio son los más importantes, pero además limita el acceso del estudiante a toda la información que conoce, es decir, la convierte en un monopolio; por lo tanto,

los alumnos solo ven de manera parcializada unas imágenes del conocimiento abordado.

5. El profesor a la hora de la evaluación privilegia la que le permita ser más eficaz y deja a un lado la valoración a partir del proceso desplegado por los estudiantes durante el periodo de instrucción.

6. El profesor mantiene el tradicional y anticuado principio de autoridad como base para la imposición de contenidos; por tanto, es incapaz de interpretar, comprender y tolerar las nuevas condiciones de sus estudiantes; por consiguiente, limita su participación dentro y fuera de los espacios de formación.

7. El profesor, dependiendo de sus creencias, impone el orden y las regulaciones dentro del aula de clase.

Premisas como las anteriores dirigen la atención hacia reflexiones didácticas relacionadas con la acción de los profesores, la estructura conceptual de los textos que utilizan, la forma en que se diseñan los programas, la manera en que se pueden gestionar las sesiones de clase y su correspondencia con la evaluación del proceso. Se trata de sugerencias relacionadas con los distintos componentes de las prácticas docentes y que, en sí mismos, permiten un abanico inmenso de preguntas prioritarias en los procesos de investigación docente en didáctica de la estocástica. De todas maneras, están enfocadas a reflexionar sobre algunas de las dificultades más frecuentes dentro de la labor de los profesores (en particular de aquellos que no han tenido formación) en el momento de enfrentarse a desarrollar sus clases, ya que se encuentran con auténticas barreras, asumidas muchas veces inconscientemente, con las consiguientes repercusiones de no saber cómo actuar en situaciones de incertidumbre. La búsqueda de relaciones entre el diseño y la planificación de forma sistemática en cada una de las sesiones (en el mejor de los casos) no los exime de la existencia de diferentes variables difíciles de controlar que ponen en duda la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas situaciones pueden poner al profesor en un estado de inseguridad y por tanto de miedo al realizar su trabajo, y es posible que sus respuestas en el aula sean

incompletas, sesgadas o simplemente evasivas. De la misma manera, es probable entonces que sea la situación o el contexto el que dirija la acción del profesor en el aula, abriendo una serie de perspectivas sobre los problemas que deben ser abordados por los investigadores en didáctica. En este sentido, López sostiene:

Los docentes saben hacer cosas, pero no saben muy bien por qué las hacen o en qué principios se apoyan esas actuaciones. Ello es especialmente evidente en el enfoque transmisivo de enseñanza, en el que los profesores desarrollan una serie de tareas sin conocer explícitamente los supuestos pedagógicos y didácticos en que se sustentan (López, 1999, p. 95).

Con relación a los saberes fusionados con el trabajo práctico en particular interviene otra variable denominada la adaptación a las situaciones; esta variable está fuertemente influenciada por el contexto en el que se desenvuelve el profesor y afecta las prácticas docentes. El docente debe desarrollar habilidades que le permitan en los espacios de formación reconocer cuáles de sus acciones se acomodan mejor a las nuevas condiciones. En este proceso de adaptabilidad juega un papel trascendental la experiencia que ha logrado el docente en ambientes o situaciones vividas a lo largo de su trayectoria docente, las reflexiones que ha realizado de estas experiencias y la significancia que les asigna. Con relación a este tema, Altet afirma: “Parece que la construcción del saber práctico y su transferencia se lleva a cabo mediante la articulación de dos dimensiones; la de los saberes existentes y la de ‘adaptación de estos saberes a la acción’, y esto en dos niveles. Por un lado, el de las rutinas interiorizadas, no conscientes; por el otro, en el nivel consciente de los esquemas” (Altet, 2005, p. 46).

La trascendencia de la experiencia en el trabajo del profesor

Queremos señalar en primer lugar que los profesores que se enfrentan por primera vez al problema de enseñar alguna temática en probabilidad y estadística, si no han tenido una formación en didáctica de la estadística, poseen recursos muy

escasos en cuanto a teorías que existen para diseñar, gestionar y evaluar los diferentes espacios de formación. Esta problemática lleva a que seguramente el profesor novato recurra a las memorias y representaciones elaboradas como estudiantes, es decir, sus actos responden a una serie de elementos experienciales que pertenecen al conjunto de recuerdos de los profesores que probablemente los impactaron. Entonces su trabajo en los espacios de formación se fundamenta en una epistemología desviada e incipiente.

En esta etapa inicial como docentes, es muy posible que la mayor parte de su tiempo privilegie el trabajo expositivo, tratando de mantener el énfasis en la introducción de conceptos, convirtiendo la enseñanza de la probabilidad y la estadística en un montón de informaciones a impartir. El profesor entonces se encuentra en una condición que es dependiente de las situaciones que ocurren en los espacios académicos, las interacciones entre el profesor y los estudiantes seguramente son muy pocas y se basan exclusivamente en la discusión sobre cuestiones metodológicas de la sesión. Es decir, el profesor durante la mayor parte del tiempo entrega consignas e imparte procedimientos para que sus estudiantes respondan de la manera que, según su opinión y experiencia, es la más acertada.

La reflexión de la acción docente como componente que permite desarrollar teoría

Una idea principal dentro de nuestra propuesta teórica está relacionada con definir los espacios de formación como lugares donde la variabilidad se presenta de manera natural. Por tanto, el profesor se enfrenta a numerosas situaciones de incertidumbre en el desarrollo de sus clases, y a pesar de ello debe tomar decisiones sobre la marcha. Del mismo modo, cuando diseña un plan de trabajo, determina cuáles son las temáticas que debe abordar, escoge los problemas a resolver y alguna forma de evaluación *a priori* del proceso que ha seguido a partir de su acción en el aula, realiza de alguna manera una actividad de pronóstico o predicción. En el mismo sentido, cuando realiza la evaluación podría determinar la validez y suficiencia de los resultados. Todas estas funciones coinciden o se pueden encontrar de manera sistemática en el

trabajo del estadístico profesional. El enfrentarse diariamente con estos espacios enmarcados dentro de la incertidumbre presiona y compromete al profesor a tener que ser reflexivo de su accionar como docente. No es difícil descubrir que la razón principal para involucrarse en este espacio de introversión consiste en que este elemento permite organizar muchas acciones y decisiones que toman los profesores en su actividad práctica. Desde esta perspectiva, concebimos que los procesos de enseñanza-aprendizaje se insertan dentro de campos caracterizados por la incertidumbre, pero esta incertidumbre no es obstáculo para el desarrollo de modelos de trabajo en el aula; más bien, es necesario que los profesores actúen sobre el fundamento que la información en general es incompleta y contiene un componente incierto.

A manera de conclusión

Sin entrar en consideraciones sobre la naturaleza de estas interacciones, nos atrevemos a afirmar que los docentes, con base en el desarrollo del diseño que han propuesto a partir de las variables que intervienen en el aula de manera experimental, del escaso conocimiento de las perspectivas que tienen sus estudiantes con relación a las temáticas que enseña, de la formación con la que estos llegan a las aulas, del espacio de interacción, toman decisiones sobre estos temas durante la marcha de la clase, en ocasiones de forma inconsciente o a partir de la experiencia adquirida en la acción y configuran unas prácticas docentes.

Muchas de las acciones del docente en los espacios de formación con el tiempo se van convirtiendo en rutinas de acción; es el caso de preguntar, presentar alguna actividad, manejar el tiempo de las actividades, regular las acciones de los estudiantes en la clase, mantener el orden, controlar, entre otras. Cuando estas acciones, a criterio del docente, funcionan de forma efectiva, se constituyen en su sistema de prácticas, como leyes de actuación en el tiempo y las repite de manera constante, hasta que se convierten en formas de actuar inconscientes. Cuando el profesor se encuentra con nuevas situaciones o situaciones extremas, escoge de sus sistemas de prácticas una o más acciones conocidas o variaciones de estas, para comprobar si funcionan

o pueden ser desarrolladas en las nuevas circunstancias según lo esperado, para luego determinar y comprobar su grado de validez.

Referencias

- Albéniz Laclaustra, V., Cañón Rodríguez, J. C., Salazar Contreras, J. S. & Sánchez, E. (2007). *Tres momentos del compromiso docente en Ingeniería. Análisis crítico de la experiencia colombiana*. Bogotá: ARFO.
- Altet, M. (2005). La competencia del maestro profesional o la importancia de saber analizar las prácticas. En: L. Paguay, M. Altet, É. Charlier & P. Perrenoud, *La formación profesional del maestro. Estrategias y competencias* (pp. 33-54). Nantes: Fondo de Cultura Económica.
- Behar, R. & Yepes, M. (2007). *Estadística. Un enfoque descriptivo*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- González, R. (2002). El ingeniero como profesor y educador. *III Encuentro Iberoamericano de Instituciones de la Enseñanza de la Ingeniería* (pp. 124-140). Madrid: Opciones Gráficas.
- López, J. I. (1999). *Conocimiento docente y práctica educativa*. Málaga: Aljibe.
- Martínez, A. (2004). *De la escuela expansiva a la escuela competitiva. Dos modos de modernización en América Latina*. Bogotá: Anthropos.
- Martínez, A. (1986). *Escuela, maestro y métodos en Colombia, 1750-1820*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Olivo Suárez, E. (2008). *Significado de los intervalos de confianza para los estudiantes de ingeniería en México*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Porlán, R., Rivera, A. & Pozo, I. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Rocha, P. (2007). *Educación estocástica. Didáctica de la probabilidad y la estadística* (vol. 10 de Cuadernos de Investigación). (I. D. Educativas, Ed.). Bogotá: Universidad Distrital.
- Tardif, M. & Gauthier, C. (2005). El maestro como “actor racional”: racionalidad, conocimiento, juicio. En: L. Paguay, M. Altet, É. Charlier & P. Perrenoud, *La formación profesional del maestro. Estrategias y competencias*. Nantes: Fondo de Cultura Económica.