

Estructura de las prácticas docentes en probabilidad y estadística en las facultades de ingeniería en Bogotá, Colombia

Structure of the educational practices in probability and statistics in the powers of engineering in Bogota, Colombia

Pedro Rocha Salamanca*

Resumen

El presente trabajo se ubica dentro del campo de investigación denominado Educación Estadística, y expone el desarrollo y análisis de un instrumento de indagación que permite describir algunos elementos relacionados con las prácticas docentes de los profesores de probabilidad y estadística en las facultades de ingeniería en Bogotá, Colombia.

Palabras clave:

Prácticas docentes profesores de ingeniería, didáctica de la estadística, métodos estadísticos, educación estadística.

Abstract

The present work is located inside the field of investigation named Statistical Education and exposes the development and analysis of an instrument of investigation that allows to describe some elements related to the educational practices of the teachers of probability and statistics in the powers of engineering in Bogota - Colombia.

Key words:

Educational practices teachers of engineering, didactics of the statistics, statistical methods, statistical education.

Introducción

Este artículo de investigación presenta algunos de los resultados obtenidos en la tesis doctoral denominada “Las prácticas docentes de los profesores de probabilidad y estadística en las facultades de ingeniería”.

* Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante del énfasis en ciencias del Doctorado en Educación DIE-UD

En dicho trabajo la pregunta de investigación indaga principalmente sobre: ¿Cómo han sido las prácticas docentes utilizadas en los espacios de formación por los profesores de Probabilidad y Estadística en las Facultades de Ingeniería en el contexto socio-cultural bogotano? El objetivo principal es caracterizar a partir de la información obtenida las prácticas docentes que han sido utilizadas en las facultades de Ingeniería en Bogotá para la enseñanza de la Probabilidad y Estadística en correspondencia con los objetos didácticos (diseño, gestión, evaluación).

Uno de los desafíos que nos planteamos

Cuando se habla de relaciones Probabilidad-Estadística-Ingeniería es importante tener en cuenta que en las mismas coexisten una diversa gama de interpretaciones de lo que debe ser una educación que relacione la formación de los ingenieros y la enseñanza de la Estocástica. Esta variedad de representaciones va desde una visión positivista de la Estocástica como parte del conocimiento y como solución a los problemas desde los constructos típicos de la formación de los ingenieros, hasta una visión más crítica de los paradigmas educativos, a la base de la educación de la Probabilidad y la Estadística.

Hay que tener en cuenta que las orientaciones curriculares de nuestro sistema educativo contemplan la incorporación de la Probabilidad y la Estadística como contenido curricular desde la década de los setenta. Sin embargo, dentro de la complejidad que esto supone, hay que resaltar lo que esa línea de investigación propuesta en esta tesis doctoral ha supuesto para la educación estocástica:

1. Abrir espacios de reflexión en cuanto a la historia de la ingeniería y la incursión de la didáctica de la Probabilidad y la Estadística.
2. Describir cuándo se conforma la Estadística y Probabilidad como una disciplina autónoma que debería ser enseñada en las Facultades de Ingeniería.
3. Explicitar qué conceptos estadísticos han sido privilegiados en los espacios de formación por los profesores de Probabilidad y Estadística.

Especificar algunas trayectorias seguidas por los docentes de Probabilidad y Estadística en las facultades de Ingeniería.

En esta oportunidad solo presentaremos los resultados obtenidos al indagar por la planeación, gestión y evaluación de una clase de Probabilidad y Estadística en ingenierías. Por tanto, los resultados que presentamos responden a una parte del trabajo doctoral en lo que se refiere a cómo son actualmente las formas de trabajo de aula de algunos docentes de Probabilidad y Estadística.

Instrumento: desarrollo general de la clase. Perspectiva del profesor

El objetivo principal de este instrumento de indagación es describir y analizar cuáles son los principales factores que inciden en el diseño, la gestión y la evaluación de los espacios de formación en Probabilidad y Estadística de las facultades de ingeniería por parte de los profesores. Se realizó una encuesta autoaplicada a un conjunto de 16 profesores de Estadística de las universidades públicas en la ciudad de Bogotá que enseñan o son responsables de la enseñanza de Probabilidad y Estadística en las facultades de Ingeniería.

Validación del instrumento de indagación Encuesta a docentes

El instrumento utilizado estaba estructurado en tres partes, la primera indagaba sobre las acciones que realizan los profesores durante la etapa de diseño de las clases, la segunda parte sobre las acciones dentro del espacio de formación cuando se enfrentaban al desarrollo del diseño, y la tercera cuando evaluaban el proceso que habían propuesto y gestionado. Además, se encontraba un apartado que preguntaba sobre algunas características específicas de los profesores.

Respetado profesor (a): a continuación encontrará un conjunto de preguntas que hacen parte del trabajo de tesis doctoral denominado: "Las prácticas docentes de los profesores de Probabilidad y Estadística en las facultades de Ingeniería", le pedimos que por favor la responda con la mayor sinceridad.	
Muchas gracias. Formación académica	
Título de pregrado	
Título de posgrado	
Con relación al diseño de sus clases	
Califique de uno a cinco, siendo uno la menor valoración, la importancia de las siguientes actividades que pueden ser realizadas antes de las sesiones de clase en probabilidad y estadística.	
ACTIVIDAD	Calificación
P1. Preparar material escrito de tipo teórico que pueda servir como apoyo a los estudiantes en las clases de Probabilidad y Estadística	
P2. Seleccionar ejercicios de libros de texto para que sean desarrollados por los estudiantes en las sesiones de clase.	
P3. Diseñar presentaciones, del tipo Power Point, para exponerlas en las sesiones de clase como base para la exposición de conocimientos en Probabilidad y Estadística.	
P4. Construir problemas de tipo estadístico o probabilístico con fines de enseñanza para que sean solucionadas por los estudiantes.	
P5. Diseñar proyectos de aula para que los estudiantes los realicen a lo largo del semestre.	
P6. Diseñar secuencias de enseñanza con base en las temáticas por desarrollar.	
P7. Diseñar talleres con las temáticas por desarrollar en las sesiones de clase por los estudiantes durante el semestre.	
P8. Diseñar categorías que permitan la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes.	
P9. Diseñar estudios de caso como elemento principal para abordar las temáticas.	
Con relación al desarrollo de las sesiones de clase en el aula Califique de uno a cinco, siendo uno la menor valoración, la importancia de las siguientes actividades que pueden ser realizadas durante de las sesiones de clase	
ACTIVIDAD	Calificación
P1. Desarrollar ejercicios seleccionados de libros de texto en el tablero como base para la explicación de teorías.	
P2. Presentar los conceptos verbalmente y después desarrollar ejercicios de aplicación en el tablero.	

P3. Presentar en el aula de clase estudio de casos para exponer la aplicabilidad de las teorías en contextos determinados.	
P4. Gestionar formas de trabajo para que se presente dentro del aula negociación de significados en torno a alguna temática en probabilidad y estadística.	
P5. Generalizar los conceptos y procedimientos involucrados en el desarrollo de las temáticas o teorías a partir de exposiciones programadas de los estudiantes.	
P6. Presentar de forma teórica los conceptos y diseñar ejercicios para que los alumnos los desarrollen fuera de la clase como complemento a la explicación.	
P7. Proponer problemas de aplicación y a partir de ellos explicar alguna teoría o temática.	
P8. Discusión grupal de problemas en grupos de estudiantes y posteriormente la presentación de la solución en el tablero.	
P9. Enunciación de teorías a partir del estudio de materiales propuestos con anterioridad a la clase partiendo de las preguntas propuestas por los estudiantes.	
P10. Diseño de sesiones tomando como base la utilización de recursos informáticos para la enseñanza de temáticas a partir de bases de datos.	
P11. A partir de las preguntas de los estudiantes sobre un material proporcionado por el profesor deducir las teorías que se van a enseñar	
Con relación a la evaluación Califique de uno a cinco, siendo uno la menor valoración, la importancia de las siguientes actividades que pueden ser realizadas como elementos de evaluación de sus clases	
ACTIVIDAD	Calificación
P1. Talleres por fuera de la clase tomando como base la resolución de ejercicios o situaciones problema desarrollados previamente en la clase.	
P2. Parciales escritos para mirar el dominio conceptual sobre las temáticas.	
P3. Ejercicios seleccionados de libros para reforzar aprendizajes.	
P4. Presentación y sustentación del desarrollo de Proyectos de trabajo probabilístico o estadístico.	
P5. Ensayos escritos que permitan determinar el grado de avance en la conceptualización de las temáticas por parte de los estudiantes.	
P6. Talleres en clase con la asesoría del profesor.	
P7. Exposiciones de los estudiantes.	
P8. Quices.	
P9. Diseño de categorías para evaluar el avance de conocimientos.	

Con relación a las temáticas que los profesores privilegian en el aula de clase de Probabilidad y Estadística.
Si usted pudiera escoger las temáticas principales para un programa de Ingeniería, califique de uno a cinco, siendo cinco la mayor valoración, la importancia que le otorgaría a cada uno de los siguientes objetos de estudio o temáticas en el campo de la Probabilidad y Estadística.

ACTIVIDAD	Calificación
P1. Distribuciones de frecuencia	
P2. Probabilidad condicional, conjunta y marginal	
P3. Independencia de eventos	
P4. Estimación con intervalos	
P5. Técnicas de conteo	
P6. Modelos de regresión lineal	
P7. Métodos bayesianos	
P8. Series de tiempo	
P9. Muestreo	
P10. Pruebas de hipótesis	
P11. Análisis de varianza	
P12. Medidas de tendencia central (media, moda, mediana, entre otras)	
P13. Medidas de dispersión (varianza, desviación estándar)	
P14. Medidas de forma (simetría Curtosis)	
P15. Medidas de localización (percentiles, cuartiles)	
P16. Diseño de experimentos	
P17. Métodos no paramétricos	
P18. Métodos multivariados	
P19. Probabilidad	
P20. Control de calidad estadístico	
P21. Análisis de datos cualitativos	
P22. Simulación	
Si usted piensa que existe alguna otra temática que deba ser incluida en el diseño de las asignaturas en Probabilidad y Estadística en las facultades de Ingeniería, por favor anótelas en la siguiente tabla y califique el grado de importancia.	

Validación del instrumento de indagación. Desarrollo general de la clase: perspectiva del profesor

Con el propósito de validar la consistencia interna del instrumento se calculó el índice más utilizado en este tipo de instrumentos para evaluar valores de fiabilidad en esta clase de escalas, el denominado

Alfa de Cronbach, que se calcula de la siguiente forma:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right) = 0.779$$

Donde: k= es el número de preguntas o ítems en la prueba (51); s_i^2 = la varianza para cada uno de los ítems; s^2 = la varianza total para la prueba

Resultados

El valor estimado del coeficiente de Cronbach es muy cercano a 0.80, el cual, para efectos de trabajos en Didáctica con características muy parecidas a las de la presente investigación se puede considerar muy aceptable ya que valoraciones mayores a 0,7 son suficientes para determinar una muy buena confianza en la escala, (el valor máximo del coeficiente se acerca a uno) por tanto se puede inferir que esta valoración da en general garantía de la fiabilidad en la escala y el instrumento propuesto.

Análisis de los resultados del instrumento de indagación. Desarrollo general de la clase: perspectiva del profesor. Etapas de diseño, gestión y evaluación

Como una primera aproximación a la descripción de las principales actividades que realizan los profesores de Probabilidad y Estadística se calcularon algunas medidas de tipo descriptivo para las tres fases: diseño, gestión y evaluación, y para los principales elementos conceptuales que enseñan.

Datos multivariantes observados

Como lo indica Cuadras,

El análisis multivariante (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resulten de observar un número $p > 1$ de variables estadísticas sobre una muestra de n individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información

estadística en AM es de carácter multidimensional, por tanto la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, 2010, p. 11).

Matrices de datos

La información está representada en una matriz de datos multivariados que incluyen las calificaciones entregadas por los profesores en cada una de las preguntas. En las filas se ubican cada uno de los docentes y en las columnas las preguntas.

Para las preguntas relacionadas con el diseño de los espacios de formación las puntuaciones fueron:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Profesor 1	5	4	2	4	3	4	3	3	2
Profesor 2	4	5	3	5	4	5	5	4	5
Profesor 3	5	5	5	5	3	3	4	2	2
Profesor 4	5	1	4	5	5	4	4	4	5
Profesor 5	3	3	4	5	5	5	4	5	4
Profesor 6	3	5	1	5	5	2	4	4	5
Profesor 7	4	5	2	5	5	5	5	4	4
Profesor 8	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Profesor 9	1	4	1	5	5	3	4	3	2
Profesor 10	1	1	1	4,5	5	3	1	5	4,5
Profesor 11	4	5	1	5	5	4	5	3	4
Profesor 12	4	4,5	3,5	4	3	4	4	3	4,5
Profesor 13	4	4	3	5	3	5	4	5	3
Profesor 14	4	4	3	5	5	4	3	3	3
Profesor 15	5	5	3	4	5		4	2	3
Profesor 16	4	5	2	3	3	5	5	3	3

Un primer paso para el análisis didáctico de la información consistió en realizar una primera aproximación a la estructura de los datos, para lo cual se calcularon algunas de las principales medidas de tipo descriptivo para la etapa de diseño.

Descripción de la etapa de diseño

En la etapa de diseño los profesores le asignan una gran importancia a construir problemas de tipo

estadístico o probabilístico con fines de enseñanza para que sean solucionados por los estudiantes, este ítem fue valorado en promedio con 4,7. El valor de dispersión también fue el más bajo (0,6), lo que indica que existe un consenso significativo sobre esta manera de diseñar los diferentes espacios de formación. También es importante resaltar que les parece muy apropiado utilizar el proyecto de aula (4,3) con desviación estándar de 0,9 como metodología de resolución de problemas. De otro lado, los profesores le otorgan poca importancia (2,7) a utilizar presentaciones del tipo Power Point para exponerlas en clase, pero el valor de dispersión es muy grande (1,4), lo que indica que puede existir en algunos docentes la utilización de este tipo de material didáctico, la situación es similar con el diseño de estudios de caso. Parece, igualmente, que pasana segundo plano algunas actividades tradicionales como selección de ejercicios de libro, talleres. Por último, todavía no existe el reconocimiento general al diseño de secuencias de enseñanza como propuesta de desarrollo de las clases y el construir categorías para evaluar el aprendizaje en la etapa de diseño de los espacios de formación.

Análisis estadístico de la etapa de diseño de los espacios de formación

En general, los métodos estadísticos clásicos requieren de dos supuestos en torno al conjunto de datos:

- a) Las varianzas de todas las poblaciones son idénticas e iguales a σ^2 (hipótesis de Homocedasticidad).
- b) Cada una de las poblaciones tiene distribución normal (Uriel y Joaquín, 2005,p.145) .

En la etapa de diseño se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett para verificar el supuesto de homocedasticidad, y se encontró una estadística de prueba igual a 1,10 y un p-valor de 0,129, lo que indica que este supuesto de Normalidad la prueba de Kolmogorov-Smirnov, y se encontró que solamente los valores de las preguntastres y nueve cumplen con el supuesto, por tanto, para

el análisis estadístico se recurrió a la utilización de métodos no paramétricos que no necesitan cumplir tantos supuestos como las pruebas clásicas.

	Prueba de Normalidad Kolmogorov-Smirnova		
	Estadístico	gl	Sig.
P1	0,316	15	0,000
P2	0,290	15	0,001
P3	0,157	15	0,200*
P4	0,427	15	0,000
P5	0,377	15	0,000
P6	0,234	15	0,026
P7	0,300	15	0,001
P8	0,244	15	0,017
P9	0,192	15	0,142

Prueba de Friedman para diseños en Bloques completos al azar

“La prueba F_r de Friedman, propuesta por el economista ganador del premio Nobel, Milton Friedman, es una prueba no paramétrica para comparar las distribuciones de medidas para K tratamientos dispuestos en b bloques por medio de un diseño de bloques aleatorizados” (Mendenhall et ál., 2008, p. 657).

Esta prueba permite probar la hipótesis de que las medianas de las preguntas son iguales, contra la alternativa de que existen por lo menos dos, que son diferentes.

Los resultados son:

Estadística de Prueba=32,7068; P-Valor = 0,0000695483

Contrastes significativos			
Pregunta	Promedio	Pregunta	Promedio
P3	2,71875	P6	4,06667
P8	3,625	P2	4,09375
P9	3,6875	P5	4,3125
P1	3,8125	P4	4,65625
P7	4,0		

La prueba de Friedman verifica la hipótesis nula de que las medianas de las nueve preguntas son iguales. Los datos son ordenados o rankeados de menor a mayor en cada una de las filas, y luego se calcula el promedio de los rangos para cada una de las columnas o preguntas. Como el p-valor es menor 0,05 se puede inferir que existe una diferencia significativa entre las medianas de las valoraciones entregadas por los docentes en las diferentes preguntas.

Con el propósito de ordenar de menor a mayor las valoraciones entregadas por los profesores, se realizó un conjunto de contrastes estadísticos utilizando el método denominado máxima diferencia significativa (LSD), se encontró que a un nivel de significancia del 0,05% existen algunos contrastes que son significativos, el primero tiene que ver con el hecho de que la pregunta 3, Diseñar presentaciones del tipo Power Point para mostrarlas en las sesiones de clase como base para la exposición de conocimientos en Probabilidad y Estadística, es la que presenta el menor valor con relación a las demás preguntas. Luego se ubican un conjunto de tres preguntas la 1, la 8 y la 9—Preparar material escrito de tipo teórico que pueda servir como apoyo a los estudiantes en las clases de probabilidad y estadística, Diseñar categorías que permitan la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes, Diseñar estudios de caso como elemento principal para abordar las temáticas—. En un tercer grupo, con valoraciones más altas, se encuentran las preguntas, 7, 6, 2 y 5—Diseñar talleres con las temáticas por desarrollar en las sesiones de clase por los estudiantes durante el semestre, Diseñar secuencias de enseñanza con base en las temáticas por desarrollar, Seleccionar ejercicios de libros de texto para que sean desarrollados por los estudiantes en las sesiones de clase, Generalizar los conceptos y procedimientos involucrados en el desarrollo de las temáticas o teorías a partir de exposiciones programadas de los estudiantes—. Por último, la pregunta que estadísticamente recibió la mayor valoración fue la número 4, Construir problemas de tipo estadístico o probabilístico con fines de enseñanza para que sean solucionadas por los estudiantes.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Profesor 1	4	5	4	2	2	4	5	2	3	4	2
Profesor 2	4	5	5	5	2	5	5	5	5	5	3
Profesor 3	5	5	4	3	4	5	3	2	2	4	2
Profesor 4	1	5	5	4	3	3	5	3	4	3	3
Profesor 5	3	4	3	5	3	3	5	4	4	4	4
Profesor 6	4	5	5	4	5	4	5	3	4	5	3
Profesor 7	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5
Profesor 8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Profesor 9	5	5	2	2	3	5	4	3	3	5	3
Profesor 10	1	1	1	5	1	1	1	5	1	5	1
Profesor 11	5	5	4	3	2	3	5	4	3	4	5
Profesor 12	4	4	4,5	3,5	3	4	4	3	4	3	4
Profesor 13	5	5	5	3	3	5	5	3	4	5	4
Profesor 14	3	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4
Profesor 15	5	5	4	2	3	5	4	4	3	3	2
Profesor 16	5	5	3	5	1	5	3	3	4	3	4

Descripción etapa de gestión

Otra actividad muy importante dentro del proceso de enseñanza de la Probabilidad y Estadística está relacionada con la gestión o el desarrollo del diseño en el aula de clase; para determinar algún patrón de comportamiento se realizaron once preguntas que indagaban sobre las acciones que realiza un profesor en su espacio de formación. Para las preguntas relacionadas con la gestión de los espacios de formación las puntuaciones fueron (ver cuadro):

La valoración promedio más alta para las actividades que tienen que ver con la gestión en el aula están relacionadas con la Presentación de conceptos verbalmente y, posteriormente, con el desarrollo de ejercicios de aplicación en el tablero (4,5) y desviación estándar de 1,0. También se encontró que existen otros tipos de desarrollo que son importantes para los docentes como el Proponer problemas de aplicación y a partir de ellos explicar alguna teoría o temática, que fue valorada con 4,2 y desviación de 1,1. Del mismo modo, el diseño de sesiones tomando como base la utilización de recursos informáticos para la enseñanza de temáticas a partir de bases de datos, que fue valorada con un promedio de 4,1, y con la desviación estándar más baja para todo el conjun-

to de preguntas 0,8, lo que se deriva del hecho de que ningún profesor calificó este ítem con menos de tres. La menor valoración se refiere a desarrollar las sesiones en los diferentes espacios de formación a partir de las preguntas de los estudiantes sobre un material proporcionado por el profesor que permitan deducir teorías, con valoración promedio de 3,3 y desviación estándar de 1,1

Análisis estadístico de la etapa de gestión de los espacios de formación

	Prueba de Normalidad Kolmogorov-Smirnova	
	Estadística de prueba	Niv. Sig.
P1	0,269	0,003
P2	0,373	0,000
P3	0,282	0,001
P4	0,188	0,134
P5	0,207	0,066
P6	0,277	0,002
P7	0,310	0,000
P8	0,220	0,037
P9	0,289	0,001
P10	0,220	0,038
P11	0,227	0,027

Con el propósito de verificar el supuesto de homocedasticidad se desarrolló la prueba de Bartlett, la cual demuestra como hipótesis nula que las varianzas para las once preguntas son iguales, el valor de la estadística de prueba fue de 1,037 y el p-valor de 0,8189, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de dispersión de las preguntas. De igual forma, se calculó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, revisando los p-valor para cada una de las preguntas, se observa que solamente la pregunta 4 resulta tener un buen ajuste a la distribución de probabilidad Normal; consecuentemente, para efectuar los análisis se debe utilizar también la prueba de Friedman.

El valor de la estadística de prueba entonces fue de 30,5217 y el p-valor de 0,00070348, por tanto, se puede inferir que con un alto grado de confianza se rechaza la hipótesis de igualdad en las medianas de las preguntas para las acciones de gestión en el aula.

Al ordenar las valoraciones para las preguntas se encontraron los siguientes contrastes significativos: el primero, la pregunta 5, indica que los docentes en general no aplican como metodología en el proceso de sus clases el gestionar los conceptos y procedimientos involucrados en el desarrollo de las temáticas a partir de exposiciones de los estudiantes, solamente lo calificaron con 3,1 y desviación de 1,3; la segunda diferencia significativa está en las valoraciones entregadas para la pregunta 11—A partir de las preguntas de los estudiantes sobre un material proporcionado por el profesor deducir las teorías—, con una valoración promedio de 3,3 y desviación de 1,1; en estos dos contrastes que son significativos se advierte que tienen como característica que están basados en el trabajo de los estudiantes. Hay también otro grupo de acciones que entre ellas no son estadísticamente significativas y que tienen valoraciones promedio entre 3,6 y 3,7, y están representadas en discusión grupal, de problemas en grupos de estudiantes y posteriormente la presentación de la solución en el tablero —Enunciación de teorías a partir del estudio de materiales

propuestos con anterioridad a la clase partiendo de las preguntas propuestas por los estudiantes, y

Contrastes significativos			
Pregunta	Promedio	Pregunta	Promedio
P5	3,0625	P1	3,9375
P11	3,3125	P10	4,0625
P8	3,5625	P6	4,125
P9	3,5625	P7	4,25
P4	3,65625	P2	4,5
P3	3,90625		

Gestionar formas de trabajo para que se presente dentro del aula negociación de significados en torno a alguna temática de Probabilidad y Estadística—. El anterior grupo de preguntas resulta estadísticamente significativo con las siguientes tres preguntas las cuales conforman un tercer grupo que presenta valoraciones promedio muy cercanas a cuatro puntos —Presentar en el aula de clase estudio de casos para exponer la aplicabilidad de las teorías en contextos determinados, Desarrollar ejercicios seleccionados de libros de texto como base para la explicación de teorías, y Diseño de sesiones tomando como base la utilización de recursos informáticos para la enseñanza de temática a partir de bases de datos—, aquí las valoraciones promedio mayores a cuatro puntos se ubican en las siguientes actividades: Presentar de forma teórica los conceptos y diseñar ejercicios para que los alumnos los desarrollen fuera de la clase como complemento a la explicación, y Proponer problemas de aplicación y a partir de ellos explicar alguna teoría o temática; por último, la mayor valoración estadísticamente significativa con todas las demás entregó un valor promedio de 4,5 con desviación estándar de una unidad a la estrategia, presentar los conceptos verbalmente y posteriormente desarrollar ejercicios para la explicación de teorías.

Descripción etapa de evaluación

En esta etapa, denominada evaluación, se construyeron un total de nueve preguntas que indagaban sobre las diversas maneras que los docentes de Probabilidad y Estadística de las facultades de Ingeniería en la universidades públicas de Bogotá utilizan como recurso para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para esta etapa se recolectó la siguiente información:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Profesor 1	4	5	5	3	2	2	3	3	2
Profesor 2	5	5	5	5	5	5	2	3	3
Profesor 3	5	5	5	4	4	4	4	5	2
Profesor 4	5	4	1	5	5	3	3	4	5
Profesor 5	3	3	3	5	5	4	3	2	5
Profesor 6	4	5	5	5	3	5	2	1	1
Profesor 7	5	5	5	3	4	5	3	5	4
Profesor 8	5	5	5	4	3	5	3	5	
Profesor 9	5	5	5	4	4	5	4	4	3
Profesor 10	1	1	1	5	5	5	5	1	5
Profesor 11	5	5	5	5	4	5	4	5	5
Profesor 12	3,5	4,5	4	3	3	4	3	3,5	3,5
Profesor 13	3	5	5	4	4	5	4	5	3
Profesor 14	4	3	2	4	4	2	3	1	3
Profesor 15	4	5	5	5	3	5	1	1	
Profesor 16	5	5	5	3	3	5	2	5	5

En esta etapa de evaluación de los docentes para las nueve preguntas realizadas se encontró que la principal acción que manejan los profesores en los espacios de formación está representada por parciales escritos para mirar el dominio conceptual sobre las temáticas, con un promedio de 4,4 con desviación estándar de 1,1 puntos; también asignaron valoraciones altas a la realización de talleres en clase con la asesoría del profesor, con promedio de 4,3 y desviación estándar de 1. Las calificaciones más bajas se encuentran ubicadas en realización de exposiciones de los estudiantes con media de 3.0 y desviación estándar de 1, y Quices, con promedio de 3,3 y desviación estándar de 1,3.

Análisis estadístico etapa de evaluación de los espacios de formación

Al realizar primero las correspondientes verificaciones de los supuestos de Normalidad a partir de la prueba de Kolmogorov-Smirnov se encontró que solamente la pregunta 8 se comporta de forma aproximadamente normal, los demás p-valores que

se presentan en la tabla anexa son significativos a niveles de significancia muy altos.

Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov					
	Estadística de prueba	Nivel de significancia		Estadística de prueba	Nivel de significancia
P1	0,275	0,005	P6	0,330	0,000
P2	0,357	0,000	P7	0,238	0,031
P3	0,381	0,000	P8	0,200	0,133
P4	0,268	0,007	P9	0,220	0,064
P5	0,245	0,022			

Con relación a la prueba de Homocedasticidad se puede afirmar que el valor de la estadística de Bartlett es de 1,095, y el p-valor de 0,153, por tanto, no es estadísticamente significativo, el supuesto en este caso se cumple.

Contrastes significativos			
Pregunta	Promedio	Pregunta	Promedio
P7	3,0625	P1	4,15625
P8	3,34375	P4	4,1875
P9	3,535	P6	4,3125
P5	3,8125	P2	4,40625
P3	4,125		

Al calcular la prueba de Friedman se encontró que la estadística de prueba toma un valor de 27,7834, lo que proporciona un p-valor de 0,00051724, por tanto, para este tipo de actividades relacionadas con la evaluación también existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de las valoraciones.

Al realizar los contrastes para las nueve preguntas, se encontraron varios que son estadísticamente significativos; para comenzar, la valoración más pequeña para todo el conjunto está representada en la evaluación a partir de exposiciones de los estudiantes, la segunda más baja por la realización de quices como forma de evaluación, luego se ubica del diseño de categorías para evaluar el avance de los conocimientos, continúa en este orden el proponer ensayos escritos que permitan determinar el avance en la conceptualización de las te-

máticas por parte de los estudiantes; las siguientes dos categorías se encuentran en el mismo valor de valoración: Ejercicios seleccionados para reforzar los conocimientos y Talleres por fuera de la clase tomando como base la resolución de ejercicios a situaciones problema desarrollados previamente en la clase, estos son significativamente mejor calificados que la Presentación y sustentación del desarrollo de proyectos de trabajo probabilístico o estadístico, y Talleres en clase con la asesoría del profesor. En general, las mayores valoraciones se ubican de manera estadísticamente significativa por la utilización de parciales escritos para mirar el dominio conceptual sobre las temáticas.

Conclusiones

Como se puede ver a lo largo de la disertación, al realizar los contrastes para las nueve preguntas se encontraron varios que son estadísticamente significativos; para comenzar, la valoración más pequeña para todo el conjunto está representada en la Evaluación a partir de exposiciones de los estudiantes, la segunda más baja por la realización de quices como forma de evaluación, luego se ubica el Diseño de categorías para evaluar el avance de los conocimientos, continúa en este orden el Proponer ensayos escritos que permitan determinar el avance en la conceptualización de las temá-

ticas por parte de los estudiantes. Las siguientes dos categorías se encuentran en el mismo valor de valoración: Ejercicios seleccionados para reforzar los conocimientos y Talleres por fuera de la clase tomando como base la resolución de ejercicios a situaciones problema desarrollados previamente en la clase; estos son significativamente mejor calificados que la Presentación y sustentación del desarrollo de proyectos de trabajo probabilístico o estadístico y Talleres en clase con la asesoría del profesor. En general, las mayores valoraciones se ubican de manera estadísticamente significativa por la utilización de parciales escritos para mirar el dominio conceptual sobre las temáticas.

Referencias

- Cuadras, C. (2010). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. Barcelona: CMC Editions Manacor 30.
- Rocha, P. (2007). "Educación estocástica. Didáctica de la probabilidad y la estadística". *Cuadernos de Investigación*, 10). Bogotá: Universidad Distrital.
- Uriel, E., y A. Joaquín (2005). *Análisis multivariante aplicado*. Madrid: Thompson.