

Papel de la estadística en la formación del ingeniero mecánico.

E. Fraga Guerra, M. Lucía Brito Vallina.

Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería Mecánica,
Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría"
Ciudad de la Habana. Cuba.
Teléfono (537) 20-2267
FAX: (537) 27-1208
e-mail: efraga@mecanica.ispjae.edu.cu

(Recibido el 25 de Noviembre de 2004, aceptado el 15 de Febrero de 2005)

Resumen

La Estadística es una de las ramas de la Matemática de mayor incidencia en estos tiempos; ya que interviene de forma acentuada en las investigaciones y/o métodos científicos a través de la experimentación y la observación.

En muchas ocasiones, es necesario realizar una adecuada utilización de los modelos y métodos estadísticos para la solución e interpretación de los problemas que se presentan continuamente en el campo de las investigaciones de la Ingeniería Mecánica, de esta forma se garantiza una eficiencia y confiabilidad en los resultados, por lo que lograr una preparación de los futuros profesionales en esta ciencia es fundamental y es responsabilidad de las Universidades en las distintas etapas de formación del estudiante.

En este trabajo se pretende mostrar aspectos fundamentales de la experiencia que se tiene en la enseñanza de la Estadística en pregrado y su extensión a la enseñanza de postgrado en la carrera de Ingeniería Mecánica, en este sentido se ha logrado, en primera instancia, vincular la asignatura con el perfil del ingeniero mecánico mediante la realización por parte de los estudiantes de trabajos extraclases en donde se plantean problemas de la especialidad, donde sean necesarios la utilización de estas técnicas, con vistas a incentivar la motivación por la carrera y desarrollar el espíritu investigativo en los alumnos. Por otra parte, se utilizan software profesionales dentro del proceso de la enseñanza que agilizan la obtención de los resultados que con posterioridad serán interpretados por los estudiantes, lo que posibilita un campo más amplio de problemas a abordar en la asignatura.

Palabras Claves: Enseñanza, estadística, formación, experimentación, observación.

1- Introducción.

En la actualidad, la Estadística es el resultado de la unión de dos disciplinas que evolucionan independientemente hasta confluir en el siglo XIX: la primera es el cálculo de Probabilidades, que nace como teoría matemática de los juegos al azar y la segunda es la Estadística que estudia la descripción de datos y tiene raíces más antiguas. La integración de ambas líneas del pensamiento da lugar a una ciencia que estudia como obtener conclusiones de la investigación empírica mediante el uso de modelos matemáticos. [3]

En nuestros días se especula que la Estadística se colocará en las primeras décadas del próximo siglo como una de las ciencias fundamentales para el desarrollo de las investigaciones, dado que sus

procedimientos le permiten la toma de decisiones ante situaciones de incertidumbre.

La Estadística a menudo ha sido clasificada como un método de investigación, asociado con o en contraposición a, métodos tales como el estudio de casos, el análisis cronológico y la experimentación. En muchos casos esta clasificación es inadecuada, es mejor considerar la Estadística como "el suministro de un conjunto de herramientas sumamente útiles en la investigación". [2]

En este trabajo se pretende mostrar los aspectos fundamentales de la experiencia que se tiene en la enseñanza de la Estadística en la enseñanza de pregrado y postgrado en la Ingeniería Mecánica.

2- La enseñanza de la estadística en la ingeniería mecánica.

Dado el desarrollo acelerado de la Ciencia y la Técnica en estos tiempos, cada día crecen de forma continua las investigaciones en esta rama del saber y con ello los problemas en donde es necesaria la utilización de técnicas estadísticas para el análisis y obtención de resultados en forma racional. Por consiguiente, los futuros ingenieros y científicos deben tener una amplia y adecuada preparación estadística, que comprende además de los conocimientos teóricos que abarca esta rama de la matemática, una correcta interpretación de los resultados de la investigación y la utilización de las herramientas de cómputo tan eficaces en la actualidad.

Dentro de las ingenierías, en Ingeniería Mecánica, la aplicación de la Estadística juega un papel fundamental; ella interviene de forma directa en el estudio de procesos tales como:

1. Calor transferido por unidad de tiempo a través de un material aislante.
2. Fiabilidad de máquinas herramientas.
3. Estudio de fatiga de metales.
4. Normalización de ajustes y tolerancia en las partes que conforman una máquina.
5. Prever las averías de un taller y diseñar el equipo de mantenimiento.
6. Estudios de corrosión, etc.

A partir de lo planteado anteriormente, es indiscutible que dentro de la formación de los profesionales de la Ingeniería Mecánica, se contemple dentro del plan de estudio la formación Estadística, dividida en dos etapas: Pregrado y Postgrado.

En la etapa de pregrado se imparte la asignatura de “Probabilidades y Estadística”, con una duración de 48 horas, en el segundo semestre de segundo año. Su

contenido está concebido de manera tal que contribuye a desarrollar habilidades en los estudiantes para que sean capaces de modelar e interpretar adecuadamente los resultados experimentales en el estudio de los procesos mecánicos, además de que para su concepción se tuvieron en cuenta los objetivos planteados en el Plan de Estudio de la carrera, con respecto al perfil del profesional y que de una forma u otra están relacionados directamente con la asignatura, estos son:

- Crear en el alumno el espíritu crítico en el análisis de los problemas y en la selección de los métodos para resolverlos que le permitan tener determinado nivel de confiabilidad en los resultados obtenidos.
- Desarrollar el hábito de utilizar el método científico de trabajo como herramienta para el enfoque y solución de problemas, entre otros objetivos.

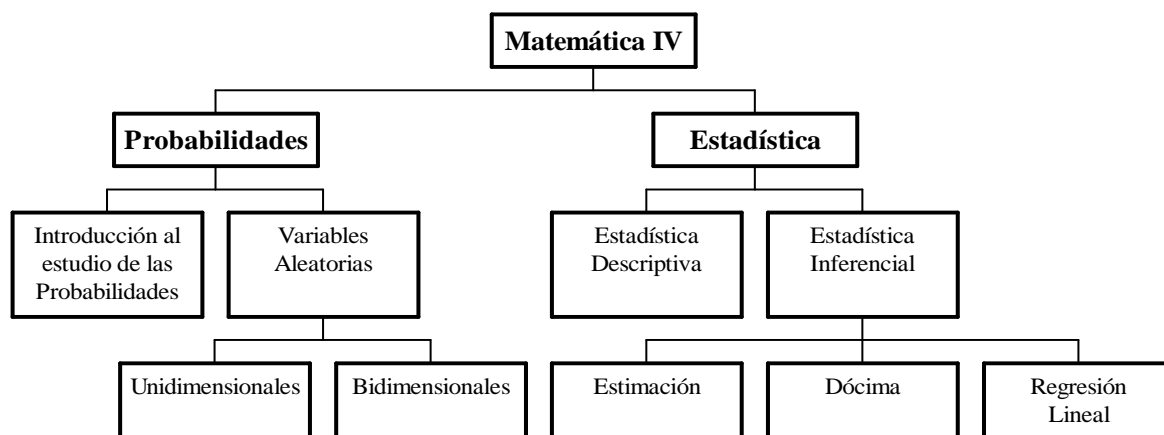
En el objetivo general de la asignatura se tienen en cuenta habilidades generales y específicas: resolver problemas, identificar, modelar, interpretar, calcular y graficar.

Como objetivos instructivos de la asignatura se plantean los siguientes:

1. Analizar los fenómenos aleatorios e interpretarlos correctamente con la utilización de los conocimientos de Probabilidades y Estadística.
2. Analizar la información obtenida y situaciones problemáticas vinculadas a la Ingeniería Mecánica utilizando las herramientas estadísticas y los software profesionales.

Dentro de la organización del proceso de asimilación se ha tenido en cuenta el sistema de tareas para la autpreparación, la utilización de métodos y técnicas participativas en el proceso de enseñanza y actividades que permiten la vinculación de la asignatura con la computación y con otras de la carrera.

La asignatura está estructurada de la siguiente forma:



Dentro de su plan de estudio se contempla la implementación de Laboratorios de Computación donde se imparten programas de computación profesionales que le permiten, a través de la actividad del estudiante, que este se apropie de los conocimientos y las técnicas estadísticas que necesita. Para estudiantes de alto rendimiento se imparte un curso facultativo de Diseño de Experimentos y además de la utilización de programas de computación profesionales para estos análisis. También se realizan trabajos con grupos científicos estudiantiles, donde se emplean todas estas técnicas. Además se ha concebido desarrollar en las distintas formas de enseñanza métodos activos con vistas a lograr un estudiante más independiente, se han implementado en el desarrollo de las clases las técnicas de trabajo en grupo y el trabajo en pareja.

Como un ejemplo de lo antes expuesto, se ha confeccionado un seminario integrador de los contenidos que se imparten en Estadística, en el que por equipos, los estudiantes presentan un informe de investigación de un problema vinculado a la especialidad, en el que para su resolución se necesita la utilización de técnicas estadísticas y la profundización de los contenidos impartidos en la asignatura, lo que permite fomentar la discusión entre profesor y alumno y entre los propios alumnos, el trabajo práctico apropiado, la consolidación y la práctica de técnicas fundamentales, la resolución de problemas que muestran la aplicación de las Matemáticas a situaciones que se presentan en la práctica y el trabajo de investigación. El seminario se ha diseñado de tal manera que el estudiante se encuentra en una situación aproximada a la que se le pudiera presentar en su vida laboral y a partir de ello tomar sus propias decisiones.

Por otra parte, es conocido que en el proceso de enseñanza y aprendizaje la motivación constituye un eslabón fundamental; por lo que es esencial mostrar que los contenidos que se desarrollan en estas asignaturas contribuyen a resolver problemas reales de la especialidad, lo que posibilita que de una manera consciente los estudiantes participen de forma activa en la solución de problemas vinculados a la Ingeniería Mecánica; por lo que en "Probabilidades y Estadística" se establece como uno de los objetivos primordiales de la asignatura, la realización por parte de los estudiantes de trabajos extraclases en donde se plantean problemas vinculados con la especialidad, con vistas a incentivar la motivación por la carrera y desarrollar el espíritu investigativo en los alumnos. Igualmente, en el desarrollo de las clases se plantea la necesidad de mostrar ejemplos de casos reales de la especialidad en los cuales sean aplicadas las técnicas estadísticas que le correspondan.

Es importante señalar que esta asignatura constituye el cierre de la disciplina Matemática que se imparte en

el perfil mecánico; de una forma u otra aborda conceptos que se han impartido en las asignaturas de esta disciplina que le han precedido y tributa de forma directa a asignaturas de la especialidad como "Intercambiabilidad" (segundo semestre, tercer año) y "Explotación del transporte II" (segundo semestre, cuarto año) que contemplan dentro de su contenido temáticas en la que son necesarias la utilización de técnicas estadísticas con vistas a solucionar situaciones problemáticas planteadas en estas asignaturas.

Dentro del perfeccionamiento del plan de estudio vigente para la carrera de Ingeniería Mecánica está contemplada la impartición de la asignatura "Metodología de la investigación experimental" en el 3er. año con una duración de 30 horas lectivas.

Esta asignatura tiene como objetivos instructivos:

1. Analizar información vinculada a su perfil profesional aplicando modelos probabilísticos y estadísticos, utilizando en lo posible las técnicas de computación.
2. Identificar que tipo de diseño debe utilizar para lograr una experimentación eficiente, de acuerdo a los intereses de un problema propuesto.
3. Resolver el problema propuesto a partir de la utilización de la técnica de diseño seleccionada.
4. Interpretar los resultados obtenidos a partir del análisis del diseño de experimentos utilizado.

Los contenidos que se abordan en esta asignatura son:

- Introducción al diseño estadístico de experimentos. Finalidad del diseño de experimento y características del mismo.
- Análisis de varianza de clasificación simple y clasificación doble: Diseño completamente al azar, bloques al azar y cuadrado latino.
- Diseños factoriales. Diseño factorial completo: Caso 2^2 y generalización al diseño 2^k .
- Diseños 3^k .

Las habilidades que el alumno debe lograr son:

- ♦ Identificar de acuerdo a un problema planteado el tipo de diseño a utilizar.
- ♦ Resolver el problema planteado utilizando las técnicas estadísticas.
- ♦ Interpretar los resultados obtenidos una vez realizado el diseño apropiado a cada caso.

Se ha logrado un trabajo conjunto entre las distintas esferas de aplicación de la Ingeniería Mecánica y la implementación de análisis de los resultados experimentales mediante técnicas estadísticas de forma tal que se ha estipulado, en cada uno de los proyectos integrales que desarrollan los estudiantes de 4to y 5to año de la especialidad, la necesidad e importancia del uso de estas técnicas.

En la enseñanza de postgrado se imparte la asignatura "Metodología de la Investigación Experimental", en

donde las actividades lectivas están dirigidas al adiestramiento en el Diseño Estadístico de Experimentos, con una duración de 45 horas en las Maestrías de: Ingeniería de Mantenimiento, Diseño Mecánico, Energía Térmica e Ingeniería de Tecnología Mecánica, utilizando en estos casos también programas de computación profesionales que contribuyen a un mejor análisis de los resultados de un experimento. Se han desarrollado cursos de postgrado de esta temática, de Fiabilidad de sistemas, Calidad de procesos industriales, Didáctica de la enseñanza de las Probabilidades y Estadística, fuera y dentro del centro universitario solicitados por los usuarios que respondan a sus intereses.

Uno de los problemas a los cuales se puede enfrentar el egresado de Ingeniería Mecánica y en los que la Estadística contribuye en la búsqueda de una solución será mostrado a continuación:

Fiabilidad de las Maquinas:

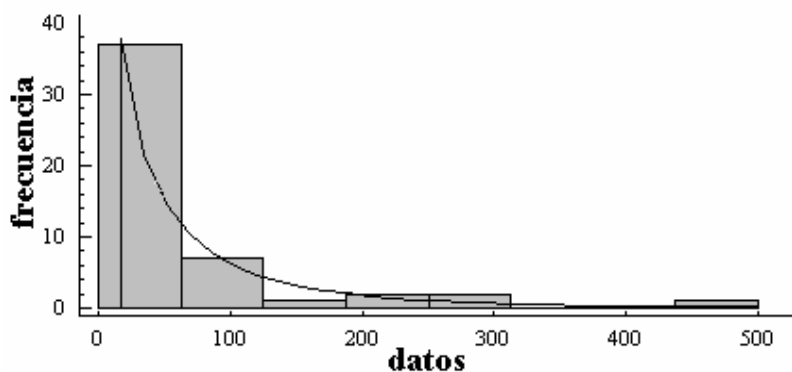
Como se conoce, la fiabilidad es una disciplina científica que se ha formado producto del estudio teórico y experimental de las regularidades relacionadas con el aseguramiento de trabajo sin fallos de los artículos técnicos. En la actualidad la fiabilidad se ha convertido en una ciencia independiente que utiliza la teoría de las probabilidades y la estadística, entre otras ciencias, para el desarrollo de sus investigaciones. Uno de los aspectos fundamentales que ella investiga es la fiabilidad de las máquinas para establecer el sistema de mantenimiento más adecuado a utilizar, necesidades de piezas de repuesto, presupuestos económicos, etc.

Se ha tomado una muestra aleatoria del recurso de trabajo hasta el fallo de una determinada pieza por diferentes causas. Los datos obtenidos son los siguientes:

72.2	265.8	0.5	5.5	100.9	7	5.3	21.8	17.8	2.8
0.2	115.1	486.1	12.4	239.9	51.2	8.3	45.9	52.6	158
2.6	35.8	3.2	2.1	6.6	32.3	48.9	56.3	38.4	72.8
10.1	3.6	10.8	72.9	10.1	57.7	62.3	16.8	3.5	24
265.8	0.6	26.2	0.8	5.2	18.1	85	228.1	3.2	82.6

Tabla de frecuencias.

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa Acumulada
		0		0	0	0	0
1	0	62.5	31.25	37	0.74	37	0.74
2	62.5	125	93.75	7	0.14	44	0.88
3	125	187.5	156.25	1	0.02	45	0.9
4	187.5	250	218.75	2	0.04	47	0.94
5	250	312.5	281.25	2	0.04	49	0.98
6	312.5	375	343.75	0	0	49	0.98
7	375	437.5	406.25	0	0	49	0.98
8	437.5	500	468.75	1	0.02	50	1
	500			0	0	50	1



El histograma de frecuencias se muestra a continuación:

Aplicando la prueba de bondad de ajuste χ^2 los datos se ajustan a una distribución de Weibull, con parámetros $a = 5.55$ y $b = 0.52$. Por tanto $F_x(t) = 1 - e^{-\frac{t^{0.52}}{5.55}}$ siendo $F_x(t)$ la probabilidad de que el equipo falle antes del tiempo t y $R(t) = 1 - F_x(t)$ la probabilidad de que el equipo no falle antes del tiempo t , siendo esta última la función de fiabilidad.

3- Conclusiones.

Teniendo en cuenta que los modelos estadísticos constituyen una herramienta fundamental de apoyo a la toma de decisiones técnicas vinculadas a un determinado problema planteado a los especialistas cuando son empleados adecuadamente, es importante que la formación estadística que reciben los Ingenieros Mecánicos sea amplia y requiere además de una mayor articulación con las disciplinas del plan de estudio que reciben los estudiantes.

La introducción de resultados investigativos obtenidos de la aplicación correcta de los modelos estadísticos ayuda considerablemente al desarrollo del proceso docente, tanto en pregrado como en postgrado, siendo además de una herramienta de motivación, muestra al estudiante como proceder de forma correcta en las investigaciones relacionadas con su especialidad que requieran del uso de técnicas estadísticas.

4- Bibliografía.

- 1- Juran y otros "Manual de control de la Calidad" Segunda parte, McGraw-Hill, 1993, España.
- 2- Ostle, Bernard. "Estadística Aplicada". Editorial Científico-Técnica. 1984
- 3- Peña Sánchez de Rivera, Daniel "Estadística. Modelos y métodos" Tomo 1 Alianza Editorial, 1992, España.
- 4- Planes de estudio de la carrera Ingeniería Mecánica.

The paper of the statistic in the formation of the mechanical Engineer.

Summary.

The Statistic is one of the branches of Mathematics of great incidence in the present time; since it takes accentuated part in investigations and/or scientific methods by means of experimentation and observation. In several occasions, it is necessary to make a suitable use of the models and statistical methods for solution and interpretation of the problems that appear continuously in the field of investigations of Mechanical Engineering, in this manner is guaranteed the efficiency and trustworthiness in results, reason for which to obtain a preparation of the futures professional in this science is fundamental, and is responsibility of the Universities in different stages in the formation of the student.

In this paper is shown fundamental aspects of the experience in education the Statistical in predegree and its extension to the education of postdegree in Mechanical Engineering, in this sense has been obtained, in first instance, to tie the subject with the profile of the mechanical engineer by means of the accomplishment by the students of extra classes duties in where they create problems of the specialty, in which it is necessary the use of these techniques, in order to stimulate the motivation in the field of studies and to develop the investigative spirit in the students. On the other hand, the use of professional software within the process of education makes agile the obtaining of results that later will be interpreted by the students, which makes possible a wide types of problems to approach.

Key words: Education, statistic, formation, experimentation, observation.