

Las Matemáticas en el Proyecto Integrador de Ingeniería Mecánica.

E. Fraga Guerra, M. L. Brito Vallina.

Facultad de Ingeniería Mecánica, CUJAE, Calle 127 s/n

Marianao, Ciudad de la Habana, Cuba

Teléfono: 537- 2602267, Fax: 537 - 2671644

E-mail: efraga@mecanica.ispjae.edu.cu

lucy@mecanica.ispjae.edu.cu

(Recibido el 15 de Octubre de 2003; aceptado el 22 de Marzo de 2004).

Resumen.

Con el desarrollo vertiginoso que tiene lugar en la ciencia y técnica, en estos tiempos, cada día aumentan de forma continua las investigaciones en estas ramas del saber y con ello los problemas en donde es necesaria la utilización de métodos de modelación matemática o de selección de modelos matemáticos adecuados para efectuar el análisis correspondiente y obtener resultados lo más racional posible. Por consiguiente, los futuros profesionales deben poseer una amplia y adecuada preparación matemática que comprende, además de los conocimientos teóricos, una correcta interpretación de los resultados y la utilización de herramientas de cómputo tan eficaces en la actualidad.

En este trabajo se expone la experiencia llevada a cabo en la enseñanza del tema Diseño y Análisis Estadístico de Experimentos, como apoyo a la solución de proyectos concretos de Ingeniería Mecánica. Esta se realiza con pocas horas de docencia presencial, empleando métodos participativos de enseñanza y las ventajas que brindan las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones en el proceso de enseñanza - aprendizaje; lo que ha contribuido a que los estudiantes desarrollen el hábito de utilizar el método científico de trabajo como herramienta para la solución de problemas y se les muestra como proceder de forma correcta en las investigaciones

Palabras claves: Diseño, estadística, análisis, proyecto, simulación.

1. Introducción.

Es conocido que numerosos logros que a nivel mundial tienen lugar en el campo de la Ciencia y de la Ingeniería, se respaldan en numerosas teorías matemáticas de alto nivel. Por otra parte, no se puede olvidar un elemento trascendente en nuestros días: la introducción de las tecnologías de la información y de la comunicación, que progresa de modo acelerado y posibilita, en un breve plazo, el logro de la aplicación de conceptos matemáticos a los problemas que se presentan en la Ingeniería. En la actualidad se dice, que la Ingeniería está altamente "matematizada".

Cada día, el campo de aplicación de las Matemáticas se amplía rápidamente, ya que estas no solo se desarrollan bajo la acción de otras ciencias, sino que ella por su parte introduce en otras ciencias los métodos matemáticos de investigación.

Igualmente se considera que, tanto las matemáticas como el resto de las ciencias básicas, juegan un papel importante en la formación de ingenieros, por cuanto estas constituyen disciplinas de apoyo a las Ingenierías y fundamentos de otras disciplinas de la propia especialidad.

En muchas ocasiones, es necesario realizar una adecuada utilización de modelos y métodos matemáticos para la solución e interpretación de los problemas que se presentan frecuentemente en el campo de las investigaciones de la Ingeniería Mecánica, de esta forma es posible asegurar confiabilidad y eficiencia en los resultados obtenidos en las mismas; 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 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 de 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 estos tiempos, donde las investigaciones juegan un papel fundamental en el desarrollo científico y técnico de la sociedad, la enseñanza de las Matemáticas dentro de las Ingenierías no se debe limitar a la simple transmisión de conocimientos; es muy importante que el alumno aprenda a pensar y aprender, lo que presupone un reto importante para el cual el claustro docente debe estar preparado.

En particular, la carrera de Ingeniería Mecánica contempla dentro de su plan de estudios la disciplina Matemática Superior, que incluye las asignaturas siguientes:

1er. Semestre – Cálculo Diferencial de una y varias variables, Álgebra Lineal y Geometría Analítica.

2do. Semestre – Cálculo Integral de una y varias variables.

3er. Semestre – Series, Ecuaciones Diferenciales y Métodos Numéricos.

4to. Semestre – Probabilidades y Estadística.

2. La enseñanza de los métodos estadísticos de investigación en la Ingeniería Mecánica.

Una de las metas actuales dentro de las Universidades, es lograr que los futuros egresados posean una amplia y adecuada preparación en los métodos y herramientas matemáticas que sustentan las investigaciones científicas, dentro de estos, el Diseño y Análisis Estadístico de Experimentos juega un rol fundamental, por cuanto interviene en las investigaciones y/o métodos científicos a través de la experimentación y la observación.

En la carrera de Ingeniería Mecánica, al finalizar el tercer año (6to. Semestre) los estudiantes ya han recibido las asignaturas básicas y básicas específicas de la especialidad y se plantea según el Plan de Estudios de la carrera la realización del Proyecto Integrador de Ingeniería Mecánica I y II, que forman parte de la Disciplina Integradora.

Cada uno de los proyectos debe comprender un conjunto de conocimientos y un grupo de habilidades que se articulan con el sistema general de habilidades de la carrera, para garantizar las premisas rectoras del plan de

estudio de formar profesionales de perfil amplio, con un elevado nivel en la formación básica y capaces de resolver de modo activo, independiente y creador los problemas más generales y frecuentes que se presentan en la industria a nivel de base.

Desde el punto de vista metodológico, esta disciplina contribuye a la consolidación e integración de conocimientos entre el resto de las disciplinas que conforman el plan de estudios. Igualmente, permite desarrollar habilidades profesionales en el análisis y solución de tareas técnicas y en la elaboración de información científico - técnica, contribuye a interpretar fenómenos técnicos, económicos y sociales vinculados a la actividad laboral y a integrar las formas de pensamiento lógico y las capacidades cognoscitivas en la dirección de formar un enfoque ingenieril de la actividad laboral.

En esta disciplina se incluyó la asignatura de Metodología de Investigación con el objetivo de incrementar el nivel de conocimientos y habilidades de los ingenieros en el método científico de trabajo, pues el mismo resulta de vital importancia para garantizar la adquisición de nuevos conocimientos y niveles superiores de formación del futuro profesional.

Dentro de la asignatura Metodología de la Investigación, se incluye como uno de los temas el estudio del Diseño y Análisis Estadístico de Experimentos, 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, 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 el tema, 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:

- Analizar información vinculada a su perfil profesional aplicando modelos probabilísticos y estadísticos, utilizando en lo posible las técnicas de computación.

- Identificar que tipo de diseño debe utilizar para lograr una experimentación eficiente, de acuerdo al objetivo de un problema propuesto.

- Resolver el problema propuesto a partir de la utilización de la técnica de diseño seleccionada.

- Interpretar los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico del experimento realizado.

Se imparte durante 10 horas de clases presenciales en las que se incluyen los siguientes tópicos:

- Introducción al estudio del diseño y análisis estadístico de experimentos.
- Conceptos y principios básicos.
- Criterios de clasificación de los planes de experimentación.
- Estudio de los principales planes experimentales de aplicación en la Ingeniería Mecánica.

Tradicionalmente la enseñanza de esta rama de la matemática ha requerido de múltiples actividades para el aseguramiento de su desarrollo; por lo que se hace necesario explorar diferentes alternativas metodológicas que contribuyan al mejoramiento del proceso de enseñanza - aprendizaje y al desarrollo del pensamiento lógico deductivo e inductivo de los estudiantes.

Dentro de la organización del proceso de asimilación se ha tenido en cuenta el sistema de tareas para la autopreparación y actividades que permiten la vinculación de la asignatura con la computación y con otras de la carrera.

Para el estudio de este tema se han implementado métodos y técnicas participativas de enseñanza, tales como Debate por Equipos y en Grupo, el Estudio de Casos y el Método de Simulación.

En la primera actividad lectiva se exponen los conceptos más importantes de esta temática y se debaten por equipos varios ejemplos de situaciones problemáticas de carácter investigativo vinculados con la Ingeniería Mecánica, en las que los estudiantes identifican aspectos comunes en todos estos ejemplos que son propios del diseño estadístico de un experimento, posteriormente se lleva a cabo un debate en el grupo de estos aspectos, lográndose mostrar su aplicación práctica y la identificación por parte de los estudiantes de las definiciones básicas y principios del diseño estadístico de experimentos.

El debate de estas situaciones problemáticas se desarrolla según el siguiente cuestionario:

Describe el problema

Precise los objetivos del experimento, indicando que se desea esclarecer como resultado del análisis de los resultados experimentales

Caracterizar el diseño experimental identificando:

-la unidad experimental u elemento sometido a experimento.

-como se asignan los experimentos correspondientes a cada uno de los elementos que se someterán a experimentación.

-la(s) variable(s) independientes y los valores a los que se realizaron los experimentos.

-la(s) variable(s) dependientes.

-indicar la cantidad total de puntos experimentales se tienen y si hubo repeticiones de los puntos experimentales.

Valore si las conclusiones de este experimento le pueden ser útiles para continuar con otra iteración experimental o es concluyente

Comente cualquier otro aspecto que le resulte de interés

Compare las situaciones trabajadas estableciendo aspectos comunes y aspectos diferentes

En la segunda actividad lectiva se presenta a los estudiantes una problemática de carácter investigativo también vinculada con la especialidad, en la que para su solución es necesario aplicar los métodos y técnicas del diseño y análisis estadístico de experimentos. A partir de la misma se le muestra al estudiante como a partir de una misma problemática que se le puede presentar en su vida laboral, es factible aplicar distintos tipos de diseños experimentales según el alcance de la investigación planteada y las condiciones de investigación, con este estudio de casos se exponen los tipos de planes experimentales con que mayor frecuencia intervienen en la Ingeniería Mecánica que son: Diseños completamente al azar, Diseños en bloques al azar y Diseños Factoriales.

Ya en la tercera actividad lectiva se imparten los métodos de análisis estadístico de los resultados experimentales, correspondientes a los diferentes planes experimentales estudiados. Merece destacar que en esta actividad se hace gran hincapié a los estudiantes en la correcta interpretación de estos análisis desde el punto de vista ingenieril y la decisión más conveniente a tomar de acuerdo al resultado obtenido.

Igualmente, se aprovechan las bondades que brindan las tecnologías de la información y las comunicaciones como medio de apoyo al proceso de enseñanza, lo que ha posibilitado un mejor aprovechamiento docente, en tanto los estudiantes pueden acceder de una forma rápida y amena a información actualizada del tema, posibilitando la búsqueda de forma independiente, de materiales que le permiten profundizar sus conocimientos y realizar una ejercitación de forma independiente con valoración inmediata de su respuesta.

Dentro del sistema de evaluación, se tiene establecido la defensa de un trabajo final en el que el alumno debe ser capaz de definir una problemática relacionada con su especialidad, teniendo en cuenta el tema del Proyecto Integrador que desarrolla, en el que para su resolución se necesite la utilización de técnicas estadísticas y la profundización de los contenidos impartidos en la asignatura, efectuar el diseño del experimento en cuestión, simular los resultados experimentales correspondientes a sus puntos experimentales y presentan un informe de investigación, lo que permite

promover, entre otros aspectos:

- La discusión entre profesor y alumno y entre los propios alumnos.
- La práctica y consolidación de los métodos fundamentales del diseño estadístico de experimentos.
- La resolución de problemas que muestran la aplicación de las Matemáticas a situaciones que pueden presentarse en la industria y el trabajo de investigación.
- La defensa del trabajo 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.

3. Conclusiones.

Teniendo en cuenta que los modelos y métodos 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 aplicación correcta de los métodos estadísticos para las investigaciones ayuda considerablemente a la marcha del proceso docente, desarrollando en el estudiante el hábito de utilizar el método científico de trabajo como herramienta para el enfoque y solución de problemas.

Esta experiencia ha posibilitado un mayor y mejor desenvolvimiento en cuanto a la actividad cognoscitiva de los estudiantes, la creatividad y el autoaprendizaje.

Por otra parte, permite establecer un estrecho vínculo entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica, además de que promueve el desarrollo de

actitudes favorables hacia el conocimiento y la profesión.

Contribuye al desarrollo del trabajo en grupo y a un mayor grado de independencia en el proceso de enseñanza - aprendizaje, lo que trae aparejado un aumento de las relaciones interpersonales, estimulando la cooperación entre los participantes y a la formación de valores en el individuo.

4. Bibliografía.

1. Batanero Carmen, 1998, Recursos para la educación estadística en Internet, Universidad de Granada, UNO, 15, páginas13-26.
2. Fraga Guerra, Elena y Brito Vallina, María L (2000) La enseñanza de la Estadística en la Ingeniería Mecánica, Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Volumen 13, Grupo Editorial Ibero América S.A. de C .V, México.
3. González Peñalver, María de los Ángeles (2000) Algunas ideas sobre el uso de métodos participativos de enseñanza y asistentes matemáticos en temas de la asignatura Análisis Matemático I para funciones de una variable real. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Volumen 13, Grupo Editorial Ibero América S.A. de C. V, México.
4. Montgomery Douglas C., (1991), Diseño y Análisis de Experimentos, Grupo Editorial Ibero América S.A. de C. V, México.
5. Sánchez Rodríguez, José (2000) Nuevas Tecnologías (NNTT) y Enseñanza. Revista electrónica: QuadernsDigital.Net, No.20, artículo 11. www.ciberaula.es/quaderns/Hemeroteca/quaderns.html
6. Planes y Programas de Estudio de la Carrera de Ingeniería Mecánica, MES, Cuba. 1999

The Mathematics in the Integrating Project in the teaching of Mechanical Engineering.

Abstract.

Due to the vertiginous development in science and technology in these days, research on these matters continuously increases as well as problems where it is necessary to use methods of mathematical modelling or to select suitable mathematical models to carry out the proper analysis to get results as rational as possible. Therefore, future professionals must have a wide and proper mathematical preparation that will comprise not only the theory, but also the accurate interpretation of results and the use of calculating tools, which are so effective today. This paper presents the experience gained while teaching the subject: *Design and Statistical Analysis of Experiments* used in support of providing solutions for mechanical engineering concrete projects. This subject is taught with a few actual teaching hours, using participative teaching methods and the advantages of the new technologies provided by the computer science and the communications in the teaching-learning process. This has contributed to the fact that students have become accustomed to using the scientific method for their work as a tool for the solution of problems and they have also learned the proper procedure through a research project.

Key words: Design, statistics, analysis, project, simulation.