

# **La matemática para la formación de un ingeniero: ¿cuál es?**

*Beatriz Deiros Fraga y Regla M. Calderón Ariosa*

Departamento de Matemática. Facultad de Ingeniería Mecánica.

Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (ISPJAE). Cuba

bdeiros@mecanica.ispjae.edu.cu    margara28@yahoo.es

## **Resumen**

Los ingenieros durante su preparación y después en su vida profesional utilizan los métodos de la matemática clásica. El estilo usual de exposición de la matemática está influenciado por la elaboración de los fundamentos lógicos de esta ciencia, lo que en ocasiones dificulta la comprensión de conceptos y procesos de gran utilidad para el ingeniero. Por ello, en muchas ocasiones los profesores de las asignaturas de la especialidad llevan a sus alumnos sus propias ideas de cómo usar el aparato matemático y cuales son los procedimientos más sencillos por cuyo intermedio se pueden dominar los métodos que necesita el ingeniero.

Entonces se tienen varias interrogantes a responder, entre ellas: ¿Cuales son los objetivos de la matemática en ingeniería? ¿Cuales son las habilidades sobre las cuales se debe trabajar? En este grupo de discusión se profundizará en las interrogantes anteriores, y en general en los elementos que intervienen en el diseño de una asignatura de Matemática para ingeniería, así como en aquellos que deben atenderse durante el desarrollo del proceso docente y que inciden favorablemente en la actitud de los estudiantes de ingeniería hacia el estudio de las asignaturas de matemática y en su formación profesional.

## **Introducción**

En nuestros días resulta necesario diseñar las disciplinas no para la simple acumulación de conocimientos, sino para que contribuyan a garantizar formas de pensamiento y de adquisición independiente de esos conocimientos a partir de los elementos esenciales que los relacionan con los ya estudiados y de la aplicación de métodos generales. En tal sentido, resulta imprescindible realizar transformaciones en la enseñanza tradicional. La educación superior debe lograr en el estudiante la capacidad de "aprender", es decir, la tarea de la universidad no consiste en dar una gran cantidad de conocimientos sino enseñar al alumno a pensar, a orientarse independientemente. Para ello es necesario organizar el proceso de enseñanza aprendizaje de modo tal que impulse el desarrollo de esta capacidad.

Es conocido que muchos de los logros que se producen, en el campo de la ingeniería, están respaldados por teorías matemáticas de alto nivel, que, desde luego, no han estado ajenas al impetuoso auge de la computación. La tecnología computarizada, que progresa de un modo acelerado, permite en un breve plazo lograr la aplicación de conceptos matemáticos a problemas de ingeniería. Por eso se dice que, en la actualidad, la ingeniería está altamente matematizada.

Ello explica que el estudio de las matemáticas resulte priorizado en los planes de estudio de las carreras de ingeniería y es objeto de atención por parte de organizaciones y eventos internacionales sobre la enseñanza de la ingeniería.

En la literatura relacionada con el tema (D'Attelis, 1993; Letelier, 1993) se señala la necesidad de considerar el "como se enseña", tanto o más que el "que se enseña", con el objetivo de que la matemática se convierta en un recurso educativo de mayor eficacia en la enseñanza de la ingeniería y se resalta la necesaria vinculación de la matemática a las ciencias de la ingeniería, proponiendo la conveniencia de darle un carácter más creativo (y no reproductivo) a la educación matemática de este tipo de enseñanza. En este trabajo se profundiza en los elementos que intervienen tanto en la etapa del diseño de una asignatura de Matemática como en los que deben atenderse durante el desarrollo del proceso docente y que pueden incidir favorablemente en la actitud de los estudiantes de ingeniería hacia el estudio de las asignaturas de matemática y de manera positiva en su formación profesional.

### **Objetivos, contenidos, habilidades e indicaciones metodológicas**

Es frecuente encontrar en la literatura reportes acerca de problemas con la articulación entre la enseñanza media y la superior, en particular en el caso de la disciplina matemática, la que necesita de un dominio adecuado de los conocimientos y habilidades precedentes para poder enfrentar con éxito los nuevos contenidos. Sin embargo, las dificultades no se limitan a la entrada del estudiante al nivel universitario. En el caso de los estudiantes de ingeniería, se confrontan también dificultades entre los contenidos y el enfoque de la matemática que recibe un estudiante en los primeros años de la carrera y el tratamiento brindado a esos mismos aspectos por los profesores de la especialidad.

A lo anterior hay que añadir que el estudiante que ingresa a una carrera de ingeniería espera, desde sus inicios, una formación académica en esa dirección, por lo que en muchas ocasiones rechaza un enfoque de la matemática de corte tradicional o no está preparado para aceptarla. Los más capaces logran adquirir el aporte que ella les brinda para su formación. Otra gran cantidad aprueban a pesar de todo, sin haber alcanzado un adecuado nivel de asimilación (Rodríguez, 1991). Otro grupo finalmente suspende la asignatura o abandona los estudios. Una vía para encontrar solución a estas dificultades parece estar relacionada con el diseño de la disciplina y de cada una de las asignaturas que la componen, así como del enfoque con el que se desarrolle el proceso docente.

La Didáctica deja claro que los objetivos constituyen los fines o resultados previamente concebidos a lograr por los estudiantes, por lo que deben jugar una función rectora. A partir de ellos se define el Sistema de conocimientos correspondiente; las orientaciones para el trabajo del docente de ingeniería quedarían inconclusas, si no se incluyen en el diseño de la disciplina y de las asignaturas, las habilidades generales del quehacer matemático.

En su tesis doctoral, la Dra. Herminia Hernández (1989) presenta su Sistema Básico de habilidades matemáticas. Como integrantes de dicho Sistema Básico se encuentran, entre otras, las habilidades: Definir, Demostrar, Identificar, Interpretar. Otros trabajos (Camarena, 2000) le conceden gran importancia a la habilidad de Modelar en las carreras de ingeniería.

Resulta necesario seleccionar aquellas que participan, de manera sobresaliente, tanto en la formación del ingeniero como en su quehacer cotidiano, entre las que podemos destacar las siguientes: Interpretar, calcular, algoritmizar, graficar, modelar y optimizar. El trabajo con estas habilidades contribuye a que, durante la formación matemática del profesional, se vayan estableciendo los hilos que unen las teorías matemáticas y los problemas profesionales.

En efecto, para un ingeniero es muy importante:

1. Trabajo con gráficos. Los ingenieros usan los gráficos para representar el comportamiento de muchas magnitudes y fenómenos; ellos deben ser capaces de interpretarlos y usarlos en su quehacer cotidiano.
2. La interpretación del concepto de derivada como “razón de cambio”. Magnitudes de trabajo sistemático como velocidad, calor específico, etc. así lo patentizan.
3. La interpretación del concepto de “integral” como suma para poder usarla en el cálculo de diversas magnitudes físicas, como momentos, etc.
4. La habilidad de expresar en lenguaje matemático (modelar matemáticamente) fenómenos y procesos de la realidad.
5. La habilidad de interpretar los resultados obtenidos, identificando las limitaciones que corresponda.
6. La habilidad en el empleo de tablas.
7. La habilidad para el empleo de las NTIC.

En el programa de la asignatura Matemática I, que se imparte en el primer año de la carrera de Ingeniería Mecánica del ISPJAE, se ponen de manifiesto las ideas que se han ido expresando en el trabajo.

Los objetivos finales que se persiguen con esta asignatura de 96 horas son los siguientes:

- Que los estudiantes interpreten los conceptos de función, límite, continuidad, derivada diferencial, derivada parcial, derivada direccional y gradiente e integral indefinida y comprendan como ellos reflejan características de fenómenos y procesos de la realidad.
- Que los estudiantes apliquen los conceptos del cálculo diferencial y de la integral indefinida para interpretar modelos ya creados y en algunos casos para modelar problemas sencillos de índole geométrico, físico o técnico.
- Que los estudiantes apliquen los teoremas y métodos del cálculo diferencial para analizar el comportamiento de funciones, así como para resolver diferentes problemas modelados con los conceptos esenciales que se estudian en las asignaturas.

El Sistema de conocimientos de esta asignatura incluye los siguientes tópicos:

Funciones. Límite y continuidad. Propiedades del límite y de las funciones continuas. Derivada y diferencial. Teoremas fundamentales del cálculo diferencial. Derivada parcial, derivada direccional. Diferencial total. Gradiente. Función compuesta. Función implícita. Extremos de funciones. Extremos condicionados. Integral indefinida. Métodos de integración. Si se compara este listado de contenidos con lo que aparece en otros programas, es probable que no se diferencie de lo que se recoge en muchos de ellos. Por ello lo anterior debe completarse con la definición de las habilidades generales que serán objeto de trabajo en el curso.

Sistema de habilidades.

- Obtener e interpretar las propiedades analíticas y geométricas de una función de una o varias variables, especialmente para funciones dadas en forma explícita, aplicando los conceptos, teoremas, propiedades y métodos del cálculo diferencial.
- Resolver problemas sencillos e índole física, geométrica o técnica (vinculado con la especialidad) aplicando las interpretaciones geométricas y físicas del concepto de derivada

y de integral indefinida.

- Resolver problemas sencillos de estimación de errores aplicando la interpretación del concepto de diferencial como linealización del incremento de la variable dependiente.
- Resolver problemas sencillos de optimización que puedan ser interpretados como la búsqueda de extremos condicionados o no de una función dada en forma explícita aplicando los conceptos, teoremas, propiedades y métodos del cálculo diferencial.
- Calcular integrales indefinidas aplicando métodos de integración y/o usando las tablas de integrales.

Para la mejor orientación del desarrollo del propio proceso docente, a continuación se relaciona el conjunto de indicaciones metodológicas que, unido a lo anterior, conforman y definen el modo de actuar del profesor de matemática en el aula de ingeniería.

#### Indicaciones metodológicas.

1. Debe trabajarse sistemáticamente en la formulación de modelos matemáticos de situaciones que se vinculen con problemas del perfil mecánico, con situaciones relacionadas con sus estudios anteriores (fundamentalmente de física y geometría), o incluso con otras relacionadas con la vida cotidiana.
2. Se promoverá la interpretación de modelos matemáticos ya creados, mediante el empleo de las teorías y los conceptos que se estudian en la asignatura
3. Siempre que sea posible se presentarán ilustraciones y/o interpretaciones gráficas de problemas, definiciones y teoremas.
4. Se promoverá el uso de las herramientas informáticas desde la matemática. En las clases que se desarrollan con el asistente matemático DERIVE, se concederá relevancia a la necesidad de dominar los conceptos y procesos vinculados con el tema tratado y de interpretar siempre los resultados obtenidos (Deiros, 2000).
5. El examen final se realizará con el uso de Tablas matemáticas. Esto debe tenerse en cuenta, fundamentalmente, en las clases de métodos de integración.
6. Las orientaciones anteriores se tendrán en cuenta en la confección tanto de las pruebas parciales como del examen final.

El desarrollo del proceso docente teniendo en cuenta lo antes expuesto, conduce a que la matemática no resulte fuera de contexto, al mantenerse un estrecho vínculo no solo con el resto de las asignaturas de la carrera sino también al relacionarse positivamente con el modo de actuación de la futura profesión del estudiante. Con ello se amplía el aporte de la matemática a la formación del ingeniero.

#### **Conclusiones**

La enseñanza de la matemática debe contribuir a que el estudiante de ingeniería se desarrolle con una visión del mundo que favorezca la formación de un pensamiento productivo, creador y científico. El propio contenido de la matemática como disciplina de estudio, los principios de su estructuración, la metodología de introducción de nuevos conceptos, teoremas y procedimientos, son elementos que pueden y deben influir positivamente en este sentido. Sin embargo, este aporte real que la matemática puede hacer a la formación del ingeniero, muy a menudo queda oculto para los estudiantes; los temas tratados en las clases pueden parecer muy abstractos y los profesores se desgastan en el logro de habilidades que poco

tributan al perfil que nos ocupa.

Desarrollar el proceso docente vinculado a las asignaturas de matemática procurando que los profesores presten atención no sólo a los contenidos declarados en el Programa de la asignatura, sino muy especialmente a los objetivos que se persiguen y a las habilidades que se pretenden desarrollar en función del colectivo hacia quien va dirigido, constituye una excelente guía para promover el interés del alumno por el estudio de la asignatura y para contribuir a la formación del profesional de ingeniería desde el inicio de sus estudios universitarios.

### **Algunas conclusiones del trabajo del Grupo**

Coordinadora: *Beatriz Deiros Fraga (Cuba)*

Participaron:

*Regla M. Calderón Ariosa (Cuba)*

*Lourdes Hernández Rabell (Cuba)*

*Patricia Camarena Gallardo (México)*

*Fernando Cajas (Guatemala)*

*Claudia Muro Urista (México)*

*Alexander Bell Mejía (México)*

1. Los participantes han trabajado en la problemática de la matemática en ingeniería y coinciden en que la matemática en ingeniería cumple con funciones diferentes a las correspondientes a los otros niveles educativos y perfiles de estudios.
2. Hace más de 10 años que en este evento académico se han estado presentando investigaciones acerca de la matemática en ingeniería, por lo que se considera necesario que el tema tenga un espacio propio dentro de la RELME.

El tema que nos ocupa no se ajusta a ninguno de los 22 campos de investigación que se listan para clasificar los trabajos de las RELME, y es necesario que se incluya uno más: *Matemática para ingeniería*

### **Referencias bibliográficas**

- Camarena G., P. (2000). Los Modelos matemáticos y el contexto de la ingeniería. *Acta Latinoamericana de matemática Educativa*. Volumen 13.
- Deiros F., B. y Álvarez S., J.(2000). La informática en la enseñanza del calculo para ingenieros: algunas experiencias. *Acta Latinoamericana de matemática Educativa*. Volumen 13.
- D'Attelis, C. E. (1993). Acerca de la enseñanza de las Matemáticas en carreras de ingeniería. *Revista Iberoamericana de enseñanza de ingeniería*, UPADI.
- Hernández, H. (1989). *El perfeccionamiento de la enseñanza de la matemática en la educación superior cubana. Experiencia en el Álgebra Lineal*. Tesis Ph D., La Habana.
- Letelier, M. A.(1993). La enseñanza de las Matemáticas en carreras de ingeniería. *Revista Iberoamericana de enseñanza de ingeniería*, UPADI.
- Rodríguez, T. (1991). *Enfoque sistémico en la dirección de la asimilación de los conceptos básicos de la disciplina matemática superior*. Tesis Ph D, La Habana.