

# Disciplina Matemática en la carrera de Ingeniería Eléctrica: objeto de estudio

*Ángela Miyar Chávez, Armando Taillacq Montalvo*  
Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.Cuba.  
Amiyar@mfc.uclv.edu.cu taillacq@mfc.uclv.edu.cu

## Resumen

En este trabajo se resume la investigación pedagógica realizada para llegar al diseño de un Programa de la disciplina Matemática para Ingeniería Eléctrica. Se hace referencia a los pasos seguidos en la investigación pedagógica, así como los resultados obtenidos en cuanto a la determinación del objeto de estudio de la Matemática en la carrera en cuestión y la obtención de los objetivos generales instructivos acordes con la derivación de los mismos a partir del modelo del profesional.

También se incluyen algunos problemas con los cuales se obtienen los modelos matemáticos que dan lugar a la determinación del objeto de la Matemática en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. El programa confeccionado se está aplicando desde el curso 97-98 con buenos resultados.

## Tareas parciales de la investigación pedagógica realizada.

En lo que sigue se describirá cada una de las tareas parciales realizadas y los resultados obtenidos. Simultáneamente se realizaron las tareas de revisión de literatura docente y científica, entrevistas-encuestas a profesores principales de las diferentes disciplinas, investigadores relacionados con la carrera, así como a profesionales de la producción y a estudiantes de la maestría relativa a la carrera, análisis de los programas del Plan de Estudio C y del documento Modelo del Profesional elaborados por la Comisión de Carrera. El problema que le plantea la sociedad a la educación, en este caso a la Educación Superior, relacionado con la necesidad que debe ser satisfecha por la carrera de Ingeniería Eléctrica es el siguiente:

- Necesidad de satisfacer la demanda creciente del uso racional de la energía eléctrica.

El **objeto** de estudio de la carrera que brinda medios para la solución de dicho problema es:

- Conjunto de medios electrotécnicos empleados en la generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Los **objetivos** que debe satisfacer el profesional egresado de dicha carrera son:

- Proyectar sistemas eléctricos sencillos.
- Explotar eficientemente el equipamiento eléctrico, utilizando racionalmente los recursos humanos asignados.

De acuerdo al análisis con las disciplinas se arribó a los siguientes resultados:

- En el caso de las disciplinas **Química, Dibujo, Idiomas y Computación** se analizaron los vínculos existentes y las posibilidades de intercambio con las mismas, principalmente con la última, Computación, puesto que al añadir una asignatura a la disciplina, Simulación, se estrecha el nexo por las posibilidades que brinda al estar en segundo año, segundo semestre; al relacionarse con Circuitos Eléctricos II y Métodos Numéricos.

- Los temas de Matemática son usados directamente por la propia Matemática y por la Física. También algunos tópicos como números complejos, álgebra matricial, aproximación de funciones, entre otros, son usados por disciplinas como Circuitos Eléctricos, Máquinas Eléctricas y Sistemas Electroenergéticos.
- En la disciplina **Máquinas Eléctricas** se manifiesta al utilizar conceptos como derivada, integral y ecuación diferencial, entre otros, para describir la potencia máxima, la intensidad de campo en el diente de una máquina de ranura rectangular, comportamiento de los motores de corriente directa, serie y compuesto.
- **Sistemas Electroenergéticos** emplea la Matemática para representar el flujo interno en el conductor, línea asimétrica no transpuesta, líneas de transmisión, por medio de una integral, una matriz o un sistema de ecuaciones diferenciales respectivamente.
- Para **Circuitos Eléctricos** los conceptos matemáticos de integral, derivada, series sirven para la descripción de magnitudes tales como: corriente eficaz, intensidad de la corriente y análisis de circuitos rectificadores.
- La **Física**, disciplina que utiliza los diferentes conceptos matemáticos para describir magnitudes que le son inherentes. Por ejemplo trabajo, flujo, velocidad, definidas a partir de integrales de línea, de superficie, derivada.
- **Computación**, en este caso tiene dos vertientes: la utilización de programas para la resolución numérica de una ecuación no algebraica, o diferencial, un sistema de ecuaciones o aproximar una función real y por otro lado la utilización de los conocimientos de computación para programar los algoritmos de cálculo estudiados en Matemática numérica. Por último, la lógica de la ciencia determina que haya temas que deben ser desarrollados con antelación a otros y por tanto la Matemática misma es la disciplina usuario en este caso. Por ejemplo las series numéricas y series funcionales.

### **Sobre fundamentación y objeto de estudio de la disciplina**

A partir de las premisas obtenidas del análisis con los especialistas: problema, objeto y objetivos de la carrera se determinan aquellos contenidos que deben ser desarrollados agrupándolos en disciplinas, una de las cuales es la disciplina Matemática. Estos contenidos en las disciplinas responden a los objetivos de la carrera y en particular en la disciplina Matemática se determinan los objetivos derivados de los de la carrera, acorde con el problema que debe resolver la disciplina dentro de la misma, teniendo en cuenta las relaciones entre las diferentes disciplinas y las existentes entre las asignaturas de la Matemática. Atendiendo a lo anterior se tomó como una primera versión del problema para la disciplina Matemática en la carrera de Ingeniería Eléctrica el siguiente:

**Necesidad de caracterizar cuantitativa y geoméricamente los fenómenos presentes en los medios electrotécnicos.**

*Sobre los objetivos.*

En el análisis de los objetivos generales realizado se tuvo en cuenta que para proceder a formular los objetivos el profesor debe:

1. Partir de una caracterización de la estructura de acciones generales componentes de la actividad del profesional a cuya formación tributa su asignatura
2. Analizar y delimitar la función que tiene su asignatura en la formación de dicho profesional
3. Analizar y determinar la función que tiene su asignatura con otras del plan de estudio de las cuales es precedente

4. Tomar en consideración el nivel de entrada de los estudiantes
5. Tener en cuenta las restricciones del sistema (limitantes de tiempo, de base material de estudio, etc.)
6. Determinar las tareas o acciones más generales que se aspira que el estudiante realice aplicando los conocimientos que su asignatura le brinda
7. Partiendo de los dos tipos posibles de salida de su asignatura, del nivel de entrada, así como de las restricciones del sistema, formular estos resultados a lograr en términos de acciones, con las características y componentes de un objetivo docente.

### *Sobre los contenidos*

Los conocimientos de Matemática que aparecen en los programas de este Plan de Estudio son utilizados en su totalidad ya sea por alguna disciplina de la carrera o directamente en la resolución de alguna tarea profesional.

Se llegó a la conclusión, en el colectivo de carrera, que si bien es posible incluir algunos temas que ahora no aparecen, esto se puede hacer en forma de cursos opcionales para los estudiantes que lo necesiten por el tema de investigación al que estén vinculados. El Plan C fue concebido teniendo en cuenta que la Enseñanza Media Superior se encargaba de introducir conceptos como derivada e integral además de ejercitar su cálculo y algunas aplicaciones, pero la situación actual es diferente pues no se tiene como fin de la enseñanza precedente el cálculo de derivadas e integrales y por tanto tampoco su interpretación geométrica.

Como se sabe el éxito del aprendizaje depende fuertemente de las condiciones previas que traen los estudiantes (estado inicial). Estas condiciones comprenden los conocimientos, habilidades, procedimientos, estrategias, modos de pensamiento; todo lo cual se denomina nivel de partida. Este nivel de partida es decisivo para el proceso y resultado del aprendizaje. El profesor debe conocerlo y debe lograr el nivel de partida necesario para el logro del objetivo.

La diferencia en cuanto al nivel de partida señalada anteriormente hizo necesario un análisis del contenido (conocimiento + habilidades) a incluir, teniendo en cuenta que de acuerdo a la derivación de objetivos a partir del Modelo del Profesional lo principal es la interpretación de los conceptos estudiados, su aplicación en problemas puesto que las habilidades en cálculo pueden ser logradas mediante el uso de software o tablas.

Con relación a las habilidades consignadas en dichos programas se observa lo siguiente:

- No aparece la posibilidad de la utilización de tablas para el cálculo de derivadas, cuestión ésta que cobra interés en el nuevo contexto por no estudiarse en la enseñanza precedente.
- No se hacen diferenciaciones entre las funciones elementales de modo de destacar las más usuales en la carrera.
- La habilidad modelar no está declarada en forma clara y precisa, falta señalar en el sentido que se quiere en cada caso, si seleccionar, utilizar o elaborar el modelo correspondiente. Esto es muy importante puesto que esta habilidad requiere del dominio de las restantes y puede ser considerada una habilidad profesional.
- No aparece como habilidad, en alguna asignatura, el hecho de identificar el método matemático (analítico o numérico) a utilizar en la solución del modelo. Esto fundamentalmente es debido a que aparecen separados los métodos analíticos y los numéricos a lo largo de la disciplina.

Con los elementos anteriormente descritos y los restantes analizados: actividades, evaluaciones, medios, metodología; se concibe establecer un proceso de investigación donde cada paso sea valorado con el fin de modificar la idea que le antecede, pero también para crear las condiciones previas para pasar al siguiente. Con este proceso de reciclaje se logra mejorar las estrategias y por tanto el curriculum desde la clase hasta disciplina y carrera pasando por los temas y asignaturas.

Cada estrategia establecida debe ser sometida a evaluación de modo de obtener resultados que permitan generalizar la propuesta o hacerle las adecuaciones que se deriven de la investigación. En este sentido cabe hacer uso de las técnicas de la metodología cualitativa. Es de destacar las posibilidades de esta metodología en la que el "usuario" de la enseñanza, el estudiante, tiene su parte protagónica, con derecho a opinar sobre el trabajo de modo que se convierte en un aliado del profesor en busca de las mejores vías de lograr los objetivos, con la eliminación de la brecha entre las aspiraciones del enseñante y la del aprendiz.

### **Problemas y Modelos**

La aplicación de la Matemática para conocer las leyes del mundo real y aprovecharlas en la práctica es posible a través de la elaboración de los modelos matemáticos, los que permiten reducir la investigación de un objeto real, a la solución de un problema matemático dando así la posibilidad de emplear para su estudio todas las herramientas de esta ciencia, conjuntamente con la potente maquinaria de cómputo.

No se puede pensar en la aplicación de métodos matemáticos sin la formalización del objeto de estudio, a través de la descripción de los rasgos y propiedades más importantes con ayuda de relaciones matemáticas. Hing, R. (1993)

El modelo matemático no se determina unívocamente por el objeto a investigar, la elección de uno u otro modelo se determina por los requisitos de precisión. Al aumentar ésta, hay que complicar el modelo tomando en consideración nuevas singularidades del objeto a estudiar.

A continuación se presentan algunos tipos de problemas que pueden ser y han sido utilizados para introducir los conceptos básicos, ya que, además de tener relación con la carrera, pueden resolverse con las herramientas matemáticas que proporcionan estos programas. Por otro lado estos problemas sirven para que los estudiantes sientan la necesidad del estudio de la Matemática como instrumento para resolver problemas de su profesión y motivarlos por éstos. De cada grupo de ellos se extrajo el concepto matemático que los une, es decir, lo que constituye el **modelo matemático** que es la invariante de cada grupo de problemas. De igual manera se procedió en la determinación de los **procedimientos** (métodos numéricos y transformadas de Laplace y Z) a incluir en el sistema de conocimientos.

#### **Modelo: Número Complejo**

##### **Problemas**

Cálculo de la suma de dos corrientes desfasadas, de la impedancia equivalente en un circuito serie-paralelo, de la ganancia en tensión de un amplificador de n etapas.

#### **Modelo: Función**

##### **Problemas**

Comportamiento de una fuente de voltaje constante (no varía con el tiempo). En particular la función de Heaviside y de la corriente en el tiempo, variación de carga en función de la

longitud de la línea y con capacitor.

**Modelo:** Derivada

**Problemas**

Cálculo de la intensidad de la corriente, del voltaje, de la potencia.

**Modelo:** Ecuaciones Diferenciales

**Problemas**

Análisis de una red RL serie. Aplicando ley de Kirchoff voltaje. Movimiento de un cuerpo bajo la acción de una fuerza elástica. Corriente de la armadura de un motor durante la conducción. Ecuación de la corriente de energización de un transformador. Determinación de la corriente en un circuito con resistores en cascada. Determinación de voltaje y corriente en una línea de transmisión con constantes distribuidas.

**Resultados derivados de las tareas parciales realizadas: determinación del objeto, los objetivos y contenidos del programa de la disciplina Matemática**

Como consecuencia del análisis anteriormente expuesto, en la elaboración de los nuevos programas se tuvo en cuenta lo siguiente:

- La determinación de los modelos básicos matemáticos fundamentales presentes en los medios electrotécnicos, lo que conllevó a que el **objeto de estudio** esté constituido por: **Los modelos matemáticos y los procedimientos presentes en la descripción de propiedades cuantitativas y geométricas de los medios Electrotécnicos** lo que permite precisar el sistema de objetivos-contenidos correspondientes a la Matemática para la carrera.
- Los objetivos como categoría rectora determinados en función de los objetivos de la carrera, acordes con el uso, como instrumento, de la Matemática en la carrera.
- La selección de los conocimientos organizados en forma de sistema y ordenados de acuerdo a la lógica de la ciencia (Lógica) y a la lógica del proceso docente (Pedagogía), se hace atendiendo al objeto de trabajo de la carrera, a la actividad del profesional o que sirve de base para asimilar estos y se vincule parcial o totalmente con una o varias ramas del saber humano.
- Las habilidades relacionada con el cálculo, no se eliminan, pero son en parte desarrolladas por medio de tablas y programas para computadoras por lo que el tiempo empleado en desarrollarlas resulta ser menor, además de basarse en la habilidad de recodificar en vez de ser memorizadas. Se enfatiza en las habilidades relativas a la selección del modelo que caracterice el fenómeno, en la utilización de modelos en la resolución de problemas y en menor medida la construcción del modelo, cuestión esta que se reduce a los casos sencillos relacionados con la interpretación geométrica de los conceptos de derivada e integral, así como la interpretación física de ambos, es decir, aquellos modelos donde la habilidad interpretar resulta fundamental.
- La importancia de la toma de decisiones en cuanto a la selección del método a emplear en la resolución de un problema. En este caso se contempla no sólo la selección del método analítico idóneo sino también el método numérico que le corresponde de acuerdo a los medios de que se disponga y al grado de precisión que se requiera.
- El hecho de que la carrera de Ingeniería Eléctrica trabaja, fundamentalmente, sobre un

cierto tipo de funciones que son las más usadas, como por ejemplo, las exponenciales, algunas trigonométricas, las racionales.

La propuesta de estructuración resulta ventajosa porque en primer lugar conduce a los estudiantes a ir de lo general a lo particular, lo cual debe influir en una mayor solidez en la asimilación de los conocimientos. "La asimilación de lo general esencial sirve de base a todo el siguiente proceso asimilativo de sus diversas manifestaciones particulares". (Davidov, V. 1981)

Por otro lado se contribuye a objetivizar la enseñanza por medio del uso de problemas relacionados con la carrera mediante los cuales son presentados los diferentes conceptos a estudiar.

En el programa propuesto se muestran distintas vías para lograr desarrollar los contenidos, por medio de determinados órdenes y estructuras y alcanzar el propósito de una mejor y mayor consolidación de los conocimientos. En particular lo referente a la transformada de Laplace.

### **Conclusiones**

Como resultado de este trabajo se tiene un esquema del proceso seguido en el perfeccionamiento de los programas de la disciplina Matemática para la carrera de Ingeniería Eléctrica, en la determinación del objeto de estudio de una carrera y que puede ser usado en cualquier otro caso.

Al considerar las diferentes acepciones de la habilidad modelar, se puede concluir que el objetivo central de la disciplina Matemática en la carrera de Ingeniería Eléctrica se reduce a:

#### **Modelar fenómenos relacionados con los medios electrotécnicos.**

La metodología descrita ha sido utilizada para la obtención del objeto de estudio de la disciplina Matemática en diferentes carreras en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, en las que también se ha diseñado el programa director para la Matemática. Los programas confeccionados para las asignaturas de la disciplina en la carrera de Ingeniería Eléctrica, han sido puestos en práctica desde el curso 96 - 97 y se han perfeccionado las actividades atendiendo a cambios en la distribución de horas por año y en la bibliografía básica.

Los resultados docentes tanto en la disciplina de Matemática como en aquellas usuarias de la misma han sido satisfactorios y en correspondencia con lo esperado.

## Referencias bibliográficas

- Davydov, V. (1981). *Tipo de generalización en la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Díaz-Barriga, A. (1999). *Metodología del diseño curricular para la educación superior*. México.
- Hing, R. (1993). *Programa para el desarrollo de la Matemática aplicada en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas*. Documento Consejo de Dirección. Cuba.
- Miyar, A. (1996). *Perfeccionamiento de los programas de la disciplina Matemática para Ingeniería Eléctrica*. Trabajo Investigativo. Cuba.
- Pérez, R. (1994) *El currículum y sus componentes. Colección Práctica Educación*. Industria Gráfica. Editorial Monserrat. Barcelona. España.
- Ruíz, M. (2000). *El enfoque integral del currículum para la formación de profesionales competentes*. México.
- Zabalza, M. A. (1997). *Diseño y desarrollo curricular*. Editorial Madrid. Séptima edición.