

**USO INTENSIVO DE HERRAMIENTAS DE CÓMPUTO  
PARA EL APRENDIZAJE DE LAS ECUACIONES  
DIFERENCIALES: UNA EXPERIENCIA RECIENTE EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

JUAN URSUL SOLANES  
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

**RESUMEN**

Dado que el programa de estudios de la asignatura de Ecuaciones Diferenciales (antes Matemáticas IV) **no se ha modificado sustancialmente** sobre todo en lo que se refiere a la forma de alcanzar los objetivos del aprendizaje de los alumnos en los últimos 35 años (desde que se cambiaron los ciclos anuales por semestrales, 1967), el autor de la ponencia presenta una experiencia muy reciente con un grupo piloto.

El planteamiento del experimento propone un nuevo diseño curricular que **considera exclusivamente los objetivos de aprendizaje** del programa de la asignatura que el Consejo Técnico aprobó el 24 de noviembre de 1994 y revisó el 9 de julio de 1998 y que el CAACFMI aprobó los días 8 de noviembre y 6 de diciembre de 1995, y 30 enero de 1996 y que **modifica sustancialmente** toda la estructura del programa.

La hipótesis en la que se basa este cambio es que las herramientas modernas (calculadoras con capacidades gráficas y manejo de expresiones matemáticas, computadoras con Maple V® o Matemática ® e Internet) **determinan profundamente** el contenido de la asignatura y el aprendizaje se puede lograr con un perfecto equilibrio entre los conocimientos teóricos, la utilidad práctica en ingeniería y la capacidad poderosa de las herramientas descritas.

**ANTECEDENTES**

La asignatura de ECUACIONES DIFERENCIALES es notable porque desde hace más de treinta años no ha cambiado ni en contenido y mucho menos en la forma de impartirla. Es sorprendente que los temas básicos son literalmente los mismos. De una observación rápida al programa de estudios de la antecesora MATEMÁTICAS IV en 1972 podemos constatar que los temas siguen siendo los mismos incluso en el mismo orden excepto que en ese año había un tema de métodos numéricos que hoy no aparece al haber pasado a la asignatura correspondiente.

Si se estudia con detalle, desde el punto de vista de la enseñanza, como está organizado el programa de estudios parece seguir una lógica indiscutible, pues después de un tema inicial sobre conceptos generales y definiciones fundamentales, los demás temas presentan la resolución de las ecuaciones diferenciales de las de primer orden a las de orden superior y de las más simples a las más complicadas tomando como base, ficticia, la supuesta evolución que esta rama de las matemáticas tuvo en el pensamiento humano.

Toda la bibliografía tiene esta misma propuesta lo que nos lleva necesariamente a pensar que así debe impartirse la asignatura sin discusión alguna. Cuando analizamos los resultados del aprendizaje de nuestros alumnos aparece una contradicción patente pues aun cuando la asignatura no tiene una gran cantidad de conceptos nuevos pues más bien es una combinación de conceptos presentados en las asignaturas antecedentes les resulta muy difícil a los alumnos apropiarse de ella, de hacerla suya.

Ahondando en este concepto también entre el profesorado existe una creencia más o menos aceptada que es una asignatura “peligrosa” por tener muchos túneles sin salida o sea problemas que ponen en entredicho la “sabiduría” del profesor. Existen pues algunos caminos por los que los profesores que la imparten por primera vez resultan verdaderas trampas a su inteligencia. Puedo afirmar que es una asignatura “temida” por muchos colegas.

De lo anterior hace años que propongo un cambio profundo a la forma cómo se imparte la asignatura cuestionando que la forma como está organizada no es la mejor y es posiblemente la menos adecuada para el aprendizaje de nuestros alumnos. En este semestre presenté una petición formal a la Coordinación para experimentar un programa organizado de forma totalmente distinta orientado casi exclusivamente hacia el aprendizaje de los alumnos. Dicha organización del conocimiento está basado solo en los objetivos del programa vigente, se le añadieron nuevos objetivos de aprendizaje propuestos por los mismos alumnos y se pretende aprovechar al máximo el uso de tecnologías de la información como herramientas poderosas para la resolución de las ecuaciones diferenciales.

## **LA PROPUESTA**

La nueva propuesta tiene como características principales:

1. Se sostiene la teoría matemática de la asignatura. Se presentan todos los conceptos matemáticos rigurosos y si es posible se refuerzan algunos de otras asignaturas pero indispensables para el desarrollo de la materia de estudio.
2. Se organiza la asignatura partiendo de la creencia personal de que las ecuaciones de primer orden no son necesariamente las más sencillas de aprender. Después del primer tema de conceptos generales se estudian inmediatamente las ecuaciones diferenciales lineales de orden superior a uno. Después de dominar éstas (incluida la Transformada de Laplace y los Sistemas) se verán las ecuaciones de primer orden poco antes del tema de las ecuaciones en derivadas parciales y la Serie Trigonométrica de Fourier.
3. Se eliminan la mayoría de los métodos manuales que siendo muchos de ellos redundantes no aportan nada al aprendizaje, en mi punto de vista (más del 40 % del tiempo del total del programa está dedicado a estos métodos). Son sustituidos por horas de laboratorio de computadoras en concreto con software dedicado al desarrollo matemático como Maple V o algún otro. Se fomenta más la experimentación que estos paquetes especializados propician en vez del "recetismo" al que conducen los métodos tradicionales.
4. Se hace énfasis en la interpretación de los problemas y el planteamiento de los modelos matemáticos de resolución.
5. Se dedica más tiempo a la interpretación de los resultados y a la comprensión profunda de las soluciones apoyándose con representaciones gráficas dibujadas en computadora.
6. Se trata de sustituir la memorización sin sentido por el razonamiento complejo y de interpretación orientada a la ingeniería más que a un simple ejercicio intelectual abstracto.
7. Se pretende promover la más alta motivación en los alumnos al acercarlos a las herramientas más próximas a su cotidianidad y formas de expresión.

## **RESULTADOS**

Los primeros resultados muestran lo siguiente:

1. Parece haber una mayor asistencia al curso respecto a semestres anteriores dado el interés patente por el aprendizaje vía la computadora.
2. La respuesta a las tareas ha sido mejor que ocasiones anteriores.
3. Parece interesar más a las alumnas que a los alumnos pues tienen mejor participación que los varones.
4. Existen inquietudes y preguntas más profundas que en semestres anteriores y hay más consultas directas al profesor vía e-mail. (es importante hacer notar que el 90 % de los alumnos del grupo manejan claves e-mail cotidianamente).

## NOTA FINAL

Con el carácter de demostración se presentarán dos alumnos del grupo piloto utilizando Maple V en la resolución de problemas de ecuaciones diferenciales lineales propuestos directamente por el público.

## ANEXO

Matemáticas IV

(Ecuaciones diferenciales)

1972.

- Conceptos diferenciales.
- Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.
- Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas y no homogéneas con coeficientes constantes.
- Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.
- Transformada de Laplace.
- Solución numérica de ecuaciones diferenciales.
- Ecuaciones diferenciales parciales de segundo orden.

Ecuaciones Diferenciales

1998

- Ecuaciones diferenciales.
- Ecuaciones diferenciales de primer orden.
- Ecuaciones diferenciales lineales.
- Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.
- Transformada de Laplace.
- Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales.

--- 0 ---

