



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

EL MODELAMIENTO MATEMÁTICO DE APLICACIONES EN INGENIERÍA COMO UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

Pablo Emilio Delvalle Arroyo

**Universidad Santiago de Cali
Cali, Colombia**

Resumen

Las Facultades de Ingeniería requieren articular la enseñanza de las ciencias básicas con aplicaciones reales, propias del componente profesional de los planes de estudio. La problemática de la enseñanza de la matemática en ingeniería, se incrementa cuando estudiantes de los primeros semestres no comprenden la relación de estos cursos básicos con su carrera profesional, desmotivándose y poniendo en riesgo su permanencia en el plan curricular y hasta en la propia universidad.

En este trabajo se comparten diferentes experiencias de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería a través de la modelación matemática de aplicaciones orientadas a las diferentes ramas de la electrónica y la bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali.

La estrategia aplicada es un trabajo mancomunado y colaborativo que involucra los docentes de los cursos del componente profesional disciplinar y los docentes de los cursos del componente general, específicamente en matemáticas. El estudiante desde los cursos de Calculo I y II, Algebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Vectorial; comprende los conceptos físicos y matemáticos abordando aplicaciones propias de su disciplina a través de lectura de artículos, consulta de textos, proyección de videos y simulaciones. Desde los cursos de modelamiento matemático se plantea un proyecto integrador para obtener el modelo matemático direccionado a una o varias ramas de la matemática que permita estudiar el problema desde las aplicaciones.

Aprobados los cursos de modelamiento matemático, el estudiante está en capacidad de aplicar y construir modelos matemáticos de problemas que surgen en los desarrollos

de los cursos del componente profesional disciplinar. Este hecho se ha podido constatar con el diseño y construcción de dispositivos tales como una máquina de Wimhurst, Tres bobinas de Tesla, Un Transmisor FM, Un Receptor FM, Una Antena Yagi y Una Antena tipo Corbatin para Wi-fi. Cada uno de estos proyectos culmina con la realización de un artículo, buscando fortalecer la investigación formativa en el estudiante y la visibilidad de los programas.

Estas experiencias permiten al estudiante comprender el concepto de la ingeniería como la aplicación de las ciencias básicas para el desarrollo de soluciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Palabras clave: modelado; matemática; contexto

Abstract

The Departments of Engineering require joint teaching of basic sciences with real applications, typical of the professional component of the curriculum. The problem of teaching mathematics in engineering is increased when the first semesters students do not understand the relationship of these basic courses with their career, discouraging and placing at risk their permanence in the curriculum and even the university.

In this paper different experiences of teaching mathematics in engineering through mathematical modeling-oriented telecommunications, control, instrumentation, biomedical and environmental applications are shared; Lines of Emphasis Programs Electronic Engineering and Bioengineering at the Santiago de Cali University.

The strategy is a concerted and collaborative work involving teachers of courses of professional disciplinary component and teachers of courses of general component, specifically in math. Students from the courses Calculus I and II, Linear Algebra, Differential Equations and Vector Calculus; are allowed to understand physical and mathematical concepts appropriate to their discipline implying applications through reading articles, query text, video projections and simulations. From mathematical modeling courses is posed an integrated project for the mathematical model directed to one or more branches of mathematics that allows studying the problem from applications.

After passing the courses of mathematical modeling, the student is able to apply and build mathematical models of problems in the development of courses of professional disciplinary component. This fact has been noted with the design and construction of devices such as a machine Wimhurst, Three Tesla coils, an FM transmitter, FM receiver, a Yagi antenna, antenna type Bowtie for Wi-Fi, a Log-Periodic Antenna and a HD Antenna. Each of these projects ends with the realization of an article, seeking to strengthen formative research on the student and the visibility of the programs.

These experiences allow students to understand the concept of engineering as the application of the basic sciences for the development of solutions that contribute to improving the quality of life of human beings.

Keywords: modeling; mathematics; context

1. Introducción

Las Facultades de Ingeniería requieren articular la enseñanza de las ciencias básicas con aplicaciones reales, propias del componente profesional de los planes de estudio. La problemática de la enseñanza de la matemática en ingeniería, se incrementa cuando estudiantes de los primeros semestres no comprenden la relación de estos cursos básicos con su carrera profesional, desmotivándose y poniendo en riesgo su permanencia en el plan curricular y hasta en la propia universidad.

Una posible solución a esta problemática, es orientar los temas que hacen parte de un curso básico de matemáticas en ingeniería a la serie de aplicaciones que tienen a lo largo y ancho del desarrollo académico que se hace en la ingeniería –por ejemplo-, en la ingeniería electrónica se encuentran muchas aplicaciones de problemas reales que requieren desde el álgebra básica, cálculos (diferencial, integral y vectorial), ecuaciones diferenciales, geometría plana y del espacio, algebra lineal, geometría analítica, teoría de conjuntos, teoría de transformadas, ecuaciones en derivadas parciales, etc., aplicaciones que se ven plasmadas en el tratamiento de circuitos eléctricos y electrónicos, materiales y dispositivos semiconductores, teoría electromagnética, sistemas de control, sistemas de comunicaciones, instrumentación, productiva, maquinas eléctricas, líneas de transmisión, sistemas digitales y demás cursos que componen los pensum académicos de la electrónica en las diferentes universidades del país.

2. Motivación

Con este proyecto, se busca motivar al estudiante y brindarle la oportunidad de terminar sus estudios de ingeniería; también, se busca que los futuros profesionales de la ingeniería comprendan la importancia de los temas de matemáticas que aparecen en su pensum de estudio, que no solo es llenar espacios por el simple hecho de llenarlos. Dejar claridad de la importancia que tienen: el álgebra ordinaria, algebra lineal, geometría analítica, calculo diferencial, calculo integral, calculo vectorial, ecuaciones diferenciales y las teorías de transformadas en la vida profesional, laboral y útil de un ingeniero.

3. Contexto teórico

Para iniciar, se tiene que la matemática en ingeniería es un lenguaje, ya que casi todo lo que se dice se puede representar a través de simbología matemática (Camarena, 1990).

Es más, el que se represente a través de la terminología matemática y se haga uso de la matemática, le ayuda a la ingeniería a tener carácter de ciencia por un lado y por el otro, le facilita su comunicación con la comunidad científica de ingenieros.

Después de leer, estudiar, pensar y analizar problemas de la ingeniería consignados en los libros de texto enfocados a los estudiantes de ingeniería, así como problemas reales de la industria y problemas de proyectos de investigación en ingeniería, se identificó que dentro del conocimiento de la ingeniería, se tienen tres tipos de elementos que se describen matemáticamente (Camarena, 1987; 1993; 2007):

- Problemas de la ingeniería
- Elementos de la ingeniería
- Fases específicas que determina la ingeniería

Para lograr que los estudiantes puedan potencializar los conceptos matemáticos dentro del ámbito de su vida como ingenieros, se usara el esquema que ha venido trabajando el Instituto Politécnico Nacional de México a través de la Dra. Patricia Camarena Gallardo "La Modelación Matemática en la Formación del Ingeniero".

La Matemática en el Contexto de las Ciencias se fundamenta en tres paradigmas (Camarena, 1984; 1987; 1990; 1995; 2000; 2001; 2005; 2008):

- La matemática es una herramienta de apoyo y materia formativa.
- La matemática tiene una función específica en el nivel superior.
- Los conocimientos nacen integrados.

4. Experiencias de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería

En este trabajo se comparten diferentes experiencias de la enseñanza de las matemáticas en ingeniería a través de la modelación matemática de aplicaciones orientadas a las telecomunicaciones, control, instrumentación, biomédica y ambiental; Líneas de Énfasis de los Programas de Ingeniería Electrónica y Bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali.

Para poder desarrollar el interés en la matemática de los grupos de estudiantes de ingeniería electrónica y bioingeniería de la Universidad Santiago de Cali, se parte del manejo en equipo entre los docentes de ciencias básicas y los docentes que orientan lo que se podría llamar la rama introductoria a los cursos profesionales de la ingeniería – son los cursos de Señales y Sistemas I y II y Modelos y Simulación-, que permiten dar un soporte matemático real a los cursos de controles, comunicaciones, sistemas ambientales y electrónica biomédica.

Para el desarrollo de las temáticas (Aravena, M. 2001), se concertan reuniones previas entre los docentes de ciencias básicas y los docentes que imparten los cursos intermedios manejados por profesionales de la ingeniería. Estos proponen directrices de cómo enfocar los temas básicos, tales como: álgebra ordinaria, geometría, conjuntos, funciones, ecuaciones, derivadas, integrales, series, matrices, determinantes, vectores y ecuaciones diferenciales; teniendo en cuenta por cada tema el manejo de aplicaciones propias de la ingeniería; por ejemplo, si se está trabajando en los fundamentos algebraicos en ingeniería electrónica, se toman como aplicaciones el manejo de la resistencia eléctrica en serie, paralelo y mixto al igual que las configuraciones estrella-delta, delta-estrella, donde se permiten ver los conceptos de fracciones algebraicas, factorización y resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas.

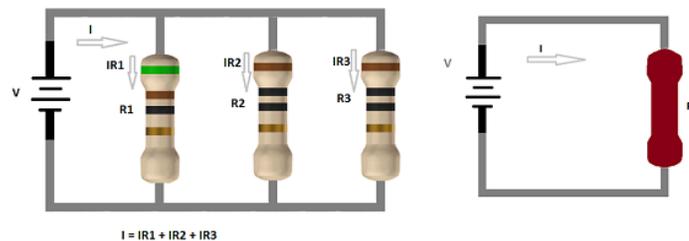


Figura 1. Resistencias en paralelo (http://witronica.com/resistor_paralelo).

La ecuación matemática que modela el circuito mostrado en la figura 1., es:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Cuando se trata de los temas de funciones (Blomhøj, M. 1993), y los casos especiales de las funciones exponenciales y logarítmicas, el estudiante es asesorado por docentes de ciencias básicas y de ingeniería para que pueda comprender los conceptos básicos de las funciones en mención y ya comprendidos dichos conceptos, pueda adentrarse en las aplicaciones que de por sí son muchas, tal es el caso de la aplicación que encontramos de la función exponencial en los diodos cuando se toman los cursos de Materiales y Dispositivos Semiconductores y el curso de Electrónica Básica.

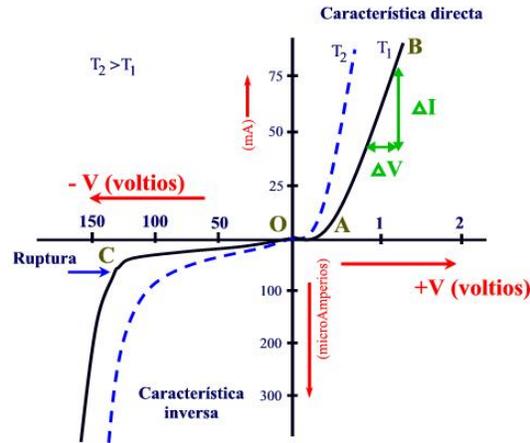


Figura 2. Curva característica del diodo (<http://www.ifent.org/lecciones/diodo/curva.asp>). Con la polarización directa los electrones portadores aumentan su velocidad y al chocar con los átomos generan calor que hará aumentar la temperatura del semiconductor. Este aumento activa la conducción en el diodo.

La ecuación matemática que modela las características del diodo es una función exponencial, como se puede observar en la figura 2., dicha ecuación tiene la forma:

$$I = I_s(e^{kV/T_k} - 1)$$

También, se ven las bondades de la metodología implementada cuando se trabaja con los sistemas estáticos y dinámicos en ingeniería, tal es el caso del manejo de los fasores en circuitos eléctricos tanto para electrónica como para bioingeniería.

5. Estrategia aplicada

La estrategia aplicada es un trabajo mancomunado y colaborativo que involucra los docentes de los cursos del componente profesional disciplinar y los docentes de los cursos del componente general, específicamente en matemáticas. El estudiante desde los cursos de Cálculo I y II, Álgebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Vectorial; comprende los conceptos físicos y matemáticos abordando aplicaciones propias de su disciplina a través de lectura de artículos, consulta de textos, proyección de videos y simulaciones. Desde los cursos de modelamiento matemático se plantea un proyecto integrador para obtener el modelo matemático direccionado a una o varias ramas de la matemática que permita estudiar el problema desde las aplicaciones.

El proyecto integrador se diseña desde una mirada global y un estudio serio y conciso de lo que va a requerir el estudiante en los semestres superiores. Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a dialogar con los docentes que tienen bajo su responsabilidad los cursos de la rama profesionalizante, cursos tales como sistemas automáticos de controles, sistemas de comunicaciones, instrumentación, sistemas biomédicos y sistemas ambientales. Con las observaciones y sugerencias hechas por los docentes

que imparten las cátedras mencionadas y teniendo en cuenta el manejo matemático visto en los cursos de ciencias básicas con las aplicaciones ya vistas, se procede a diseñar un proyecto que integre todos los temas vistos hasta sexto semestre y con proyección a los temas que el estudiante tomara en los semestre venideros. Por ejemplo, de los sistemas de comunicación en electrónica se recogen temas como el análisis de Fourier, matrices y el análisis vectorial para con ellos iniciar la formulación de un proyecto que integre la rama de las comunicaciones con las matemáticas y la física que se vieron en los cursos de ciencias básicas. Esto va a permitir con base en lo estudiado en los cursos de Señales y Sistemas, Modelos y Simulación y las Bioseñales que el estudiante pueda asociar todo lo cursado hasta sexto semestre y extrapolarlo a los cursos que tomara en los semestres venideros. Lo mencionado se puede observar en la figura 3.

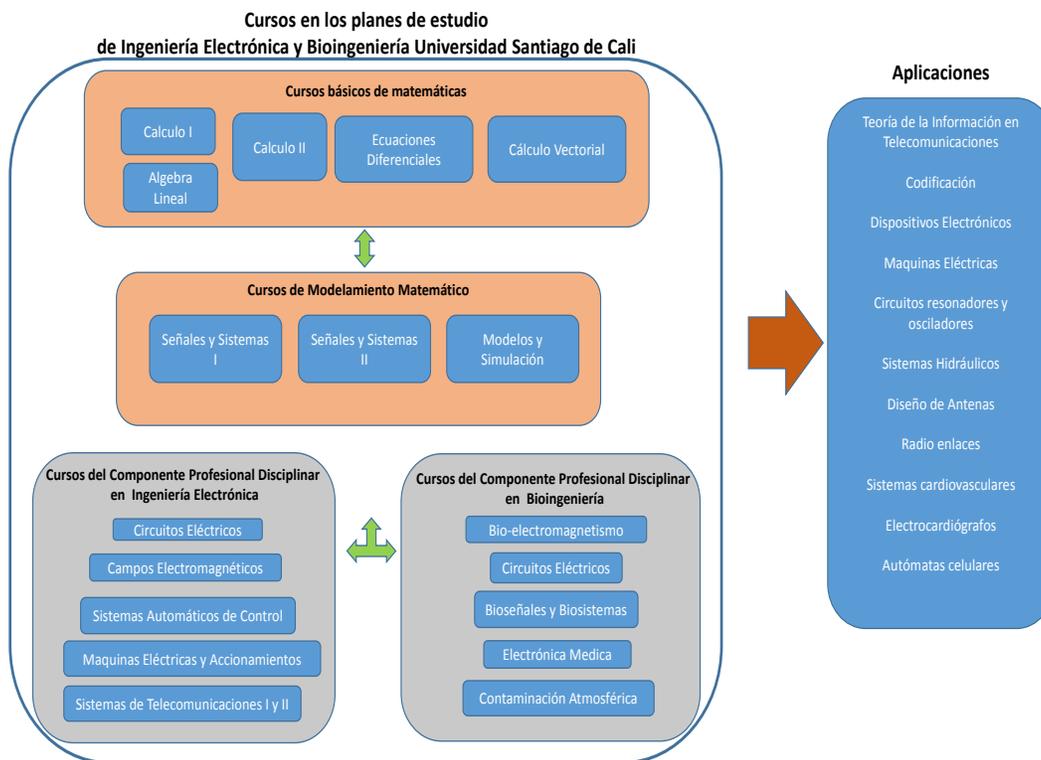


Figura 3. Diagrama que se sigue para poner en práctica el estudio de la matemática en contexto desde el modelado en la ingeniería.

En la figura 3., se observa la forma en que se distribuyen los cursos de ciencias básicas, los cursos de modelado matemático y los cursos del componente profesional disciplinar tanto en ingeniería electrónica y bioingeniería. También, se pueden ver las diferentes aplicaciones que se están trabajando en este proceso.

6. Diseño y construcción de dispositivos usando el modelamiento matemático.

Después de aprobar los cursos de modelamiento matemático, el estudiante está en la capacidad de aplicar y construir modelos matemáticos de problemas que surgen en

los desarrollos de los cursos del componente profesional disciplinar. Este hecho se ha podido constatar con el diseño y construcción de dispositivos tales como una máquina de Wimhurst, Tres bobinas de Tesla, Un Transmisor FM, Un Receptor FM, Una Antena Yagi, Una Antena tipo Corbatin para Wi-fi, Una Antena Log-periódica y Una antena HD. Cada uno de estos proyectos culmina con la realización de un artículo, buscando fortalecer la investigación formativa en el estudiante y la visibilidad de los programas.

Es importante aclarar que para el buen desarrollo de los cursos básicos, estos deben tener el soporte de un ingeniero (o un docente de matemáticas), que conozca con suficiencia la aplicabilidad de los conceptos de matemáticas y física en la profesión en la cual se ofrece el curso. Además, se deben tener en cuenta las siguientes observaciones de cómo se construye un modelo matemático, para que el método de la enseñanza de la matemática en el contexto de la ingeniería tenga éxito:

6.1. El desarrollo de un modelo matemático apropiado para el problema físico que se esté tratando. En esta parte se obtienen ecuaciones de movimiento, condiciones iniciales o de frontera, valores de parámetros, etc. En este proceso es donde el juicio, la experiencia y los experimentos se combinan para lograr el desarrollo de un modelo apropiado. En cierta forma, esta primera etapa es la más difícil de desarrollar formalmente.

6.2. Después de obtener el modelo apropiado, se resuelven las ecuaciones resultantes para encontrar soluciones de diversas formas.

6.3. En seguida, la solución del modelo matemático se relaciona o interpreta en función del problema físico. Es conveniente que el desarrollo en 6.1 sea tan exacto que se puedan hacer interpretaciones y predicciones significativas concernientes al sistema físico.

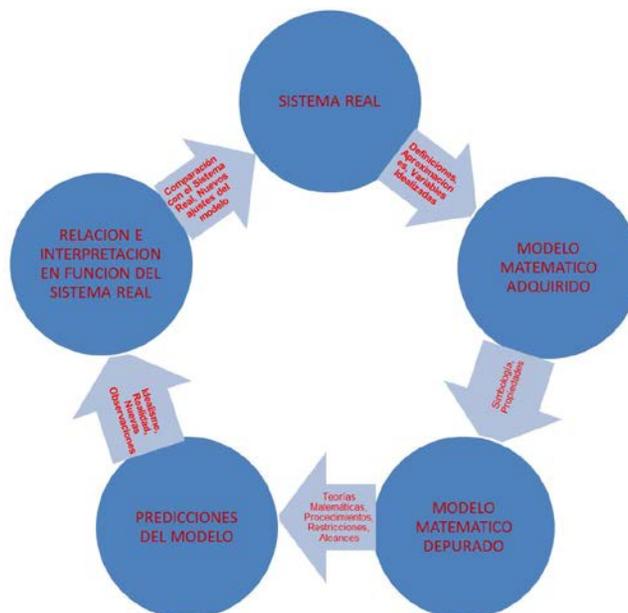


Figura 4. Diagrama de bloques de cómo se obtiene un modelo matemático de la Matemática en el Contexto de la Ingeniería.

En el diagrama de la figura 4., se consideró que las características esenciales en problemas de modelización son: (a) la organización e interpretación de la información, que permite adecuarse a las condiciones del problema e interpretar la información identificando datos y condiciones; (b) la matematización de la situación, que permite la descripción de relaciones matemáticas que interpretan el proceso.

7. Conclusiones

7.1. Estas experiencias permiten al estudiante comprender el concepto de la ingeniería como la aplicación de las ciencias básicas para el desarrollo de soluciones que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

7.2. Se ha podido observar, desde el momento mismo en que se empezó el proceso con los estudiantes de ingeniería electrónica y bioingeniería, el interés y la creatividad que se despertó entre ellos, y la motivación que tienen para estudiar sus respectivas carreras.

7.3. Se ha bajado el índice de deserción de los grupos y se observa también una buena motivación para estudiar y realizar proyectos. Es esta motivación la que ha permitido crear un semillero de estudiantes bastante numeroso, con la finalidad de hacer investigación en campos como las antenas, compatibilidad electromagnética, electromagnetismo aplicado y electrónica aplicada.

Referencias

Artículos de revistas

- Aravena, M. (2002). Las principales dificultades en el trabajo algebraico. Un estudio con alumnos de ingeniería de la UCM. *Revista Académica UC Maule. Universidad Católica del Maule 28*, 63-81.
- Aravena, M. (2002). Las principales dificultades en el trabajo algebraico. Un estudio con alumnos de ingeniería de la UCM. *Revista Académica UC Maule. Universidad Católica del Maule 28*, 63-81.
- Blomhøj, M. (2009). Different Perspectives in Research on Teaching and Learning Mathematical Modelling. Categorizing the TSG21 Papers. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009).
- Camarena, P. (2009). Mathematical models in the context of sciences. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*. IMFUFA, Matematik og Fysik. Nr. 461 ? 2009, pp. 117-132. Denmark.

Memorias de congresos

- Camarena, P. (1999). Hacia la integración del conocimiento: Matemáticas e ingeniería. *Memorias del 2º Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas*, México.

Libros

- Camarena, P. (2000a). *Los modelos matemáticos como etapa de la matemática en el contexto de la ingeniería*. Reporte de investigación No. CGPI-IPN: 990413. Editorial ESIME-IPN. México.
- Camarena, P. (2000b). *Las Funciones Generalizadas en Ingeniería, construcción de una alternativa didáctica*. Colección: Biblioteca de la Educación Superior, Serie Investigaciones, ANUIES, México.

Sobre los autores

- **Pablo Emilio Delvalle Arroyo:** Ingeniero Electricista, Universidad del Valle, Especialista en Docencia para la Educación Superior, Master en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible. Profesor de tiempo completo, Universidad Santiago de Cali. pablo.delvalle@usc.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)