

MODELACIÓN EN INGENIERÍA. PROYECTO DE INNOVACIÓN PEDAGÓGICA¹

Aldo Luis Caballero²; Corina M. Feltan³

¹ Experiencia de cátedra

² Responsable de asignatura aldocaballero@me.gov.ar

³ Responsable de asignatura, feltan@fio.unam.edu.ar

Resumen

Modelación en ingeniería es una asignatura integradora cuyo objetivo general es lograr que el alumno pueda concretar modelos físico-matemáticos de partes del mundo real para su posterior estudio, análisis, evaluación y optimización dentro de su especialidad. Entre sus objetivos particulares se puede mencionar el estudio de las técnicas que constituyen las herramientas básicas de la modelación y la simulación en ingeniería, integración en forma horizontal los contenidos de las asignaturas que se desarrollan conjuntamente y en forma vertical los contenidos de las asignaturas desarrolladas precedentemente, así como también estimular el desarrollo de la capacidad de abstracción necesaria para interpretar fenómenos y procesos que tienen lugar en el mundo real, identificar sus aspectos relevantes en relación con el problema que se debe resolver, elaborar un modelo adecuado e interpretar los resultados obtenidos mediante el mismo.

Palabras Clave: *Innovación pedagógica – Modelación – Ingeniería*

Introducción

La modelación siempre ha desempeñado un papel fundamental en los problemas de ingeniería, sin embargo, en los últimos decenios su importancia ha crecido enormemente y lo sigue haciendo aceleradamente. La modelación matemática conjuntamente la simulación computacional han pasado a ocupar un lugar relevante como consecuencia del vertiginoso desarrollo de las ciencias de la informática. No obstante, aún está vigente la tesis acerca de que las computadoras, así como cualquiera de los métodos de la matemática aplicada, operan sólo con la información que se les proporciona. Por lo tanto, con el colosal aumento de la capacidad de memoria y de la rapidez de operación de las computadoras, no solamente aumentan las posibilidades de realizar una mayor cantidad de operaciones en menor tiempo sino también, y en la misma proporción, se incrementan las posibilidades de cometer errores. Por eso no es casual que en la literatura especializada, junto con los trabajos que alientan al empleo de técnicas matemáticas cada vez más complejas y que tengan en cuenta la mayor cantidad de factores, también aparecen otros en los que se advierte que la exageración de la confianza en las formulaciones y descripciones matemáticas puede inducir la idea de que cualquier disparate envuelto en ese imponente uniforme matemático se ve bastante científico.

La necesidad de acotar los alcances de los estudios de carácter científico-técnico fue expuesta ya hace tiempo por J. D. Williams cuando expresó: “*Cualquier tonto puede en cualquier situación dada enumerar más factores de los que el mismo Dios puede entender.*”

Por ejemplo, Newton debería haber puesto atención en que los planetas son algo achatados en los polos, que en ellos hay montañas, que por lo menos una de ellas está cubierta de árboles y que en ella hay termitas y otras cosas desagradables. Se requiere un pensamiento sensato para resolver en qué parte cortar la enumeración de esos factores. En la práctica usted debe cesar la enumeración en cuanto el pensamiento razonable le indique que en el modelo se incluyeron suficientes factores para que pueda por medio de él saber algo sobre el problema que a usted le interesa”.

Por otra parte, los problemas de ingeniería se dan cada vez más frecuentemente en sistemas grandes y de tipo cibernético; es decir, sistemas complejos caracterizados por la interacción entre los procesos que tienen lugar en cada uno de los elementos que los conforman. Esto hace que actualmente sea prácticamente imprescindible para la formación de los ingenieros de cualquier especialidad el conocimiento de los aspectos esenciales y las técnicas fundamentales que hacen a la ciencia y el arte de la modelación como herramienta para la solución de problemas.

Metodología

Se considera que para alcanzar los objetivos establecidos el desarrollo de la asignatura debe basarse en el método heurístico, con fuerte incidencia de la experimentación y el uso de la computadora, no solamente como herramienta de cálculo y simulación sino también para la adquisición y el procesamiento de datos experimentales.

De los objetivos propuestos el estudio de las técnicas que constituyen las herramientas básicas de la modelación es el más sencillo de alcanzar. Esto no requiere mayor fundamentación puesto que se trata simplemente de presentar técnicas y aplicarlas en algunos problemas de tipo enunciativo preparados especialmente con la finalidad de que los estudiantes desarrollen cierta habilidad en el manejo de dichas técnicas, tal cual el método tradicionalmente empleado en la enseñanza de la ingeniería.

Sin embargo, en relación con la integración en forma horizontal los contenidos de las asignaturas que se desarrollan conjuntamente y en forma vertical los contenidos de las asignaturas desarrolladas precedentemente, así como también estimular el desarrollo de la capacidad de abstracción necesaria para interpretar fenómenos y procesos que tienen lugar en el mundo real, el problema no es tan sencillo de resolver a través de los métodos tradicionales; aquí es donde se hace prácticamente imprescindible el método heurístico.

Para llevar a la práctica tal método se propone recurrir a los «*problemas abiertos*», basados en situaciones del mundo real –obviamente entre aquellas que son objeto de estudio de la ingeniería– a partir de las cuales los mismos estudiantes deben identificar el problema, crear el objeto auxiliar imaginario o físico que constituye el modelo, luego aplicarlo y, finalmente, verificar la validez de la solución. En términos menos formales puede decirse que «*formular el enunciado del problema es también parte del problema*», tal como realmente ocurre en el ejercicio de la profesión.

Se trata de evitar, cada vez que sea factible y razonable hacerlo, el típico enunciado en el que se describe una situación y se da un conjunto de datos que encajan perfectamente en algunas fórmulas y/o gráficos que, utilizados siguiendo cierto ordenamiento, conducen a

una solución única. Claro está que el esquema de «*problemas cerrados*» puede ser útil cuando se trata de presentar algunas técnicas o métodos estructurados con los cuales los estudiantes se enfrentan por primera vez.

Lógicamente, para que esta propuesta de trabajo sea exitosa las situaciones problemáticas escogidas deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Ser lo suficientemente sencillas como para que estén al alcance de los estudiantes en relación con los conocimientos adquiridos hasta el presente en el desarrollo de la carrera y el tiempo disponible para dedicar a esta asignatura.
- Contener los componentes conceptuales necesarios para presentar y desarrollar los elementos esenciales que conforman el arte y la ciencia de la modelación en ingeniería.

Otro aspecto relevante y que, en la medida que resulte razonablemente posible, se considera que debe atenderse en ésta, como en todas las asignaturas integradoras de las carreras de ingeniería (o carreras de formación profesional en general), es la preparación para el «*mundo del trabajo*». A efectos de ilustrar sintéticamente esta idea se ha confeccionado el cuadro comparativo que se muestra a continuación, en el que se señalan solamente algunas de las diferencias más significativas.

En la Universidad el estudiante (profesional en preparación), la mayoría de las veces:	En el mundo del trabajo (ejercicio de la profesión) el profesional que se inicia, la mayoría de las veces:
Dispone de márgenes muy amplios y flexibles en cuanto al manejo del tiempo.	Se maneja con tiempos rígidos y sumamente acotados.
Tiene muchas opciones entre las que elegir con relación al tipo de trabajos que realiza y el enfoque con que lo hace.	Debe realizar trabajos según directivas y procedimientos preestablecidos.
Puede elegir los grupos a los que se integra para realizar trabajos en equipo.	Debe trabajar en equipos integrados con personas que pueden resultarle no afines.
Puede profundizar más en los temas que le resulta de su agrado.	Debe realizar todos los trabajos que le toque hacer con el mismo nivel de calidad.

Es conocido que este tipo de aspectos que caracterizan al mundo laboral, al menos en términos generales, no siempre son atendidos desde la universidad en la formación de profesionales y que ello resulta en algunas dificultades de inserción que algunas veces padecen los recién graduados

Resultados y Discusión

El ingeniero debe saber interpretar sucesos, fenómenos o procesos que tienen lugar en el mundo real –natural o artificial (creado por el hombre)– e identificar sus componentes relevantes en relación con el interrogante que necesita responder y, a partir de esa interpretación, plantear un modelo que constituya una herramienta eficaz para contribuir a resolver el problema que enfrenta.

Es conveniente recalcar estos conceptos porque, así como el desarrollo de la computación alentó en ciertos ámbitos una exagerada valoración de los alcances de la modelación matemática, como contrapartida, en otros todavía está arraigada la idea de que los modelos matemáticos en ingeniería solamente tienen valor teórico en la medida que pueden facilitar la comprensión de los fenómenos, pero sin muchas posibilidades de contribuir a la solución de problemas reales. Esta concepción, válida en el pasado por el empirismo en el que inevitablemente debió sustentarse la práctica de la ingeniería (como consecuencia de no contarse en esos tiempos con máquinas apropiadas para realizar grandes cantidades de cálculos en tiempos razonables), en el presente puede representar –al menos en muchos casos– una incorrecta valoración de los alcances de la matemática en conjunción con la computación.

Para aprovechar el enorme potencial que ofrecen las computadoras es necesario no solamente manejar las técnicas de cálculo avanzado, sino también desarrollar la habilidad para interpretar sensatamente los resultados obtenidos mediante ellas. La contribución de los métodos experimentales al desarrollo de dichas habilidades es incuestionable.

En definitiva, inclusive con el gran desarrollo alcanzado por las técnicas de modelación matemática y simulación computacional siguen siendo válidos, y quizás todavía más importantes que antes, los principios que rezan: La finalidad de las ecuaciones y los cálculos es la comprensión de los fenómenos o procesos y no las fórmulas y los números por sí mismos y antes de comenzar a resolver un problema debe pensarse cómo es mejor realizarlo y qué hacer luego con la solución obtenida.

Otro aspecto a tener en cuenta es que de acuerdo al carácter integrador de la asignatura así como la metodología propuesta, puede decirse que actualmente no hay material bibliográfico apropiado para la asignatura, por lo que se publica en el facebook de la asignatura el material escrito por los autores de este trabajo. El material de estudio en cuestión no se concibió simplemente como un «apunte» –en el sentido que se ha vuelto tradicional en el ámbito universitario argentino y que, como es ampliamente reconocido, muchas veces resulta perjudicial–, sino que se elaboró siguiendo las bases conceptuales desarrolladas en el presente trabajo.

Conclusiones

Es de esperar que dada la importancia de la modelación y simulación esta esté contemplada en los planes de estudios de las carreras de ingeniería.

Desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) se está discutiendo la revisión de los contenidos de ciencias básicas de las carreras de ingeniería, teniendo en cuenta nuevas áreas de conocimiento y su distribución en los distintos diseños curriculares.

Dado que los sistemas se vuelven cada día más complejos, estos requieren de la interacción de los profesionales de las distintas especialidades de las ingenierías con otras disciplinas, y para lograr esto, es necesario que el mismo tenga una sólida formación básica que le permita adecuarse a los acelerados cambios y posea además la capacidad para afrontar temas que no fueron contemplados en el diseño curricular.

Referencias

- Boza Valerino J., Vilaragut J., Feltan C., Caballero A. (1999) *Matlab applications to the solution of problems associated to electric power systems*. Software for Electrical Engineering – Analysis and Design IV–. Witpress. Southampton (UK), Boston (USA).
- Castañeda Hevia A. E. (1997) *Curriculum: teoría, diseño y evaluación*. Maestría en Docencia Universitaria. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones.
- CONFEDI (2014) *Nuevos alcances de la ingeniería en los contenidos básicos*. 56 Reunión Plenaria. Santiago del Estero.
- CONFEDI, CONEAU (2001) *Informe final de reformulación de la propuesta del CONFEDI para la acreditación de carreras de grado de Ingeniería*. Buenos Aires.
- Pérez Álvarez S. (1985) *Del estudio dirigido al estudio autónomo. Técnicas de estudio y trabajo intelectual para aprender a aprender*. Ediciones Braga. Buenos Aires.
- Samaja J. (2005) *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Vénikov V. (1988) *Procesos transitorios electromecánicos en los sistemas eléctricos de potencia*. Editorial MIR. Moscú.