



ENSEÑANZA

Modelación Matemática y Optimización de sistemas: una propuesta docente metodologica

Beatriz Deiros Fraga
Jesús A. Alvarez Sánchez
Mayo del 2001

Resumen / Abstract

Mucho se ha hablado en los últimos tiempos acerca de las posibilidades que brinda la actividad investigativa como forma de capacitar al individuo para asimilar los cambios que ocurran durante su vida profesional (6). Y en efecto, es menor el desarrollo de la creatividad del individuo fundamentado en un proceso de enseñanza aprendizaje que se base solamente en la ejecución de un conjunto de asignaturas o materias cada una de las cuales responde a una disciplina dada. En todos los niveles educativos se impone la integración, y en el postgrado esto debe ser un elemento que lo caracterice. Pero la integración no puede concretarse a la investigación o al trabajo final (5): entre otros aspectos, se requiere la presencia activa del carácter interdisciplinario en la enseñanza de las diversas asignaturas.

En esta ponencia se describen las experiencias relacionadas con el diseño y ejecución del proceso docente relacionado con la asignatura Modelación Matemática y Optimización en el cual se utilizó un enfoque que, en atención a lo argumentado anteriormente, privilegió la relación con los temas cotidianos de trabajo con sistemas energéticos. Esta asignatura forma parte del plan de estudios de la maestría de Energía Térmica que desarrolla la Facultad de Ingeniería Mecánica de ISPJAE.

Palabras claves: interdisciplinario, trabajo metodológico, diseño curricular, proceso docente, técnicas de optimización, matemática.

Last years it has been spoken a lot about the possibilities that bring investigation activities as a way for adapting individuals to the changes that are occurring in their professionals lifes (6). Indeed it is less the development of creativity based on a teaching-learning process that is basically composed of a group of subjects each one of them is related to a given discipline. In all educational levels the integration is a necessity and in postgraduate studies this should be emphasized. But the integration may not be concentrated in investigation activities or in the final work (5): interdisciplinary character must be present in the educational process of all subjects.

In this report the experiences in designing and developing teaching- learning process related to the subject named Mathematical Modeling and Optimization of systems are described. In attention to that argued previously, it was emphasized the relation with daily activities in energetic systems among other actions. This subject is part of the Master Course in Thermal Energy that develops the Faculty of Mechanical Engineering of the Higher Politechnical Institute "José Antonio Echeverría" (ISPJAE).

Key words: interdisciplinary, methodological work, curricular design, educational process, optimization techniques, mathematics.

Perfil interdisciplinario en la enseñanza de la Modelación matemática y Optimización para Sistemas Energéticos.

Introducción

La mayoría de las carreras universitarias tienen instrumentadas diversas vías para alcanzar altos niveles de interdisciplinariedad en sus programas de formación de licenciados, ingenieros, etc. Por ejemplo, en el momento actual las universidades cubanas aplican planes de estudios diseñados con el criterio de lograr una formación de profesionales de perfil amplio en el pregrado mediante una mayor integración de los componentes académico, investigativo y laboral (7). Entre los diversos aspectos que caracterizan este diseño, el concepto de disciplina integradora, como importante elemento para la sistematización e integración de los contenidos curriculares, ha sido el de mayor impacto. Identificada además con la actividad profesional, es a través de la disciplina integradora que se ha logrado enfatizar mejor el vínculo con la práctica, y constituye una armónica estructuración de la actividad laboral e investigativa a lo largo de toda la carrera.

Las acciones con vistas a la integración deben continuar su desarrollo en el posgrado. Podría decirse que el papel integrador en algunas formas de este nivel de educación, es jugado por la investigación, cuya manifestación final constituye la defensa de un trabajo de tesis. Pero la integración no puede concretarse a la investigación o al trabajo final; para alcanzar resultados exitosos, se requiere también la presencia activa del carácter interdisciplinario en la enseñanza de las diversas asignaturas.

En otros trabajos (1, 3) hemos hecho algunas consideraciones relacionadas con aquellos aspectos en los que todavía se puede profundizar con vistas a continuar promoviendo la presencia de lo interdisciplinario en los programas de posgrado: características del plan de estudio, trabajo metodológico, preparación de los profesores, etc. lo cual está en consonancia con la expansión que ha tenido el posgrado en estos últimos años, y su importancia en la formación continua del egresado universitario tan necesaria en el mundo actual.

En esta ponencia se reflexiona en torno al trabajo metodológico realizado para perfeccionar la asignatura Modelación Matemática y Optimización, la cual forma parte del plan de estudio de la maestría de Energía Térmica que desarrolla la Facultad de Ingeniería Mecánica del ISPJAE.

Acerca del trabajo metodológico

En la Facultad de Ingeniería Mecánica del ISPJAE se desarrollan cuatro programas de maestría vinculados con esta rama de las ciencias técnicas. En particular el plan de estudio de la maestría de Energía Térmica está formada por un primer módulo de asignaturas obligatorias y un segundo bloque de asignaturas optativas. Como parte del plan de estudios se requiere la defensa de un trabajo final el cual se concibe como la culminación del trabajo de investigación que el alumno desarrolla desde que se integra al mencionado programa académico. Precisamente es el perfil de la investigación el que fundamentalmente define el conjunto de asignaturas que debe cursar en el ciclo denominado optativo.

Sin embargo, diversos trabajos y la propia experiencia muestran que una importante cantidad de profesionales cursa todas las asignaturas de un programa y luego no es capaz de concluir su trabajo de tesis (4). Las causas de tal comportamiento pueden ser varias.

Cuando el estudiante no es de tiempo completo, a menudo las administraciones autorizan al profesional a ausentarse al trabajo sólo para que asista a actividades lectivas, dejando a su esfuerzo personal la búsqueda de espacio entre su tiempo libre para desarrollar el estudio independiente y el trabajo final. El tiempo pasa, y bajo diferentes justificaciones, generalmente relacionadas sobre todo con responsabilidades en el centro laboral o familiares, finalmente se olvida la conclusión de la tesis. Pero la causa principal puede estar relacionada con el hecho de que en el desarrollo de las asignaturas no se ha privilegiado un enfoque interdisciplinario, por lo que ellas han contribuido escasamente a la formación integral del estudiante y a la preparación del mismo para enfrentar tareas de investigación y desarrollo con independencia.

La asignatura Modelación Matemática y Optimización es una de las asignaturas de carácter obligatorio. Toda vez que esta es una temática de carácter muy actual se consideró su imprescindible incorporación al plan de estudio de la maestría como medio de dotar al profesional de una herramienta matemática adicional, que él luego pudiera aplicar a los diferentes trabajos en los que se involucrara (2). Los contenidos esenciales que la componen son los siguientes.

1. Principios de la Modelación matemática
2. Métodos clásicos de optimización
3. Multiplicadores de Lagrange
4. Programación geométrica
5. Programación Lineal
6. Programación no lineal
7. Programación dinámica

Como seguramente se conoce, los mismos están recogidos en la literatura desde una perspectiva esencialmente matemática, en la cual la vinculación con ramas particulares de las ciencias es escasa. Entonces se consideraron tres alternativas para el diseño de la asignatura:

- *La primera*, dirigida a lograr que el profesional conociera los fundamentos de las técnicas de optimización, profundizando en las principales dificultades que, desde el punto de vista matemático, se podían presentar.
- *La segunda*, dirigida a lograr que el profesional conociera los fundamentos de las técnicas de optimización y las aplicara a problemas sencillos relacionados con su perfil profesional.
- *La tercera*, dirigida a desarrollar la capacidad de usar las técnicas de Modelación matemática y optimización en el marco de problemas vinculados a su perfil profesional.

La atención a las características de los estudiantes de postgrado también debe ser tomada en consideración. A diferencia de los otros niveles de enseñanza, estos poseen una experiencia previa que puede estar más o menos relacionada con el tema tratado por

el profesor, por lo que los conocimientos no son homogéneos. Unos y otros pueden haber estado en contacto con la literatura científica y haber participado en distintos cursos de postgrado.

Por otra parte, la experiencia muestra que el profesional de ingeniería rechaza en alguna medida, aquellos temas que se imparten con un enfoque en el que se enfatiza el empleo de terminología y vocabulario de matemática. La vida profesional lo alejó de ello y en su lugar lo condujo a resolver problemas de la industria sin que para ello tuviera que aplicar de manera explícita la matemática.

Por ello, el Comité Académico de la maestría recomendó que se abordara la tercera alternativa de trabajo, y se preparara la asignatura rebasando el marco informativo relacionado con los fundamentos de las nuevas técnicas matemáticas, logrando la vinculación de los contenidos con cuestiones relacionadas con la esfera de actuación de los maestrantes. Se dejaría para superación independiente, en atención a necesidades individuales, la profundización en dificultades adicionales de corte matemático.

Los objetivos que se propuso la asignatura fueron finalmente los siguientes:

Desarrollar la capacidad de organizar el trabajo con vistas a la simulación y a la localización de las condiciones óptimas de trabajo o de diseño de sistemas, a través del conocimiento de los fundamentos de la Modelación matemática y las técnicas de optimización, y de la adquisición de una visión global y unificada de los conocimientos adquiridos en estudios anteriores.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el trabajo metodológico con vistas a diseñar e impartir la asignatura estuvo dirigido a:

- “ Identificar los elementos que caracterizan el empleo de la Modelación matemática y las técnicas de optimización en los trabajos relacionados con esta rama de la ingeniería.
- “ Seleccionar los contenidos a abordar en cada tema.
- “ Diseñar un conjunto de problemas en cuya solución estuvieran presentes contenidos propios de diversas disciplinas.
- “ Preparar actividades que promovieran la actividad creadora y donde hubiera que utilizar conocimientos y experiencias propios.
- “ Preparar actividades que promovieran la reflexión: que se hace de manera cotidiana en contraposición con la nueva visión que ofrece la asignatura.

Las discusiones en el marco de Comité Académico de la Maestría evidenciaron la necesidad de un trabajo colectivo, del intercambio de experiencias entre los profesores integrantes del claustro del programa; de esta forma se pudo preparar un buen número de problemas que actualmente son objeto de trabajo en la asignatura. En ellos se resuelven problemas relacionados con espesores de aislamiento, selección del número de bombas, obtención de presiones intermedias, mezclas de combustible, diámetro de tuberías, diseño de evaporadores así como problemas relacionados con el medio ambiente, entre otros. La incorporación de herramientas informáticas al trabajo, fue una vía para enfrentar problemas de moderada dimensión.

Igualmente, se partió del principio de que en este nivel educativo la principal actividad debe ser la creación intelectual, con el estudiante como principal actor y responsable. Trabajo libre autodirigido de cada uno en colaboración y confrontación permanente con los demás miembros del colectivo y de la comunidad académica. El empleo de métodos activos de enseñanza y la incorporación cotidiana de enfoques basados en la lógica de la profesión, estimulan la reflexión del estudiante y promueven su trabajo creador e independiente.

La tarea no es sencilla. Teniendo en cuenta que los estudiantes de postgrado tienen experiencia laboral, debe esperarse de ellos una actitud consecuente hacia el desarrollo de actividades de postgrado con un enfoque ínter y multidisciplinario. Sin embargo, a veces sucede que cuando el estudiante se sienta en un aula universitaria espera que el profesor le presente una buena conferencia, claramente expresada, con el apoyo de adecuados medios, actualizada, etc. Si adicionalmente, él puede tomar notas de clases y garantizar que la evaluación correspondiente se reduzca a lo que aparece en las mencionadas notas, entonces es posible que él considere que ha aprovechado su tiempo de manera excelente. Sin embargo, todos sabemos que esto no es así: uno de los objetivos fundamentales de la actividad universitaria tiene que ser enseñar a aprender.

Por eso el curso se desarrolla con un enfoque que prioriza el trabajo activo e independiente del alumno. Se proponen problemas para que el estudiante resuelva de modo autónomo y que luego defiende ante el colectivo del aula; se discuten los contenidos de artículos y trabajos científicos vinculados con el perfil energético y con la temática central de la asignatura, luego de su estudio por parte de los alumnos. Se estimula el debate: como se resuelve el problema tradicionalmente y qué nueva visión se ofrece ahora. Lo más difícil ha sido lograr que el estudiante seleccione e identifique problemas, dentro de su propia esfera de actuación profesional, en los que aplique algunas de las técnicas estudiadas. La evaluación final incluye además, el desarrollo de un trabajo extraclase que es defendido por el estudiante.

Luego de concluido el curso los maestrantes cuentan con modelos, literatura y técnicas que les permiten enfrentar los problemas que enfrentan con mejores soluciones. La vinculación de la Matemática con los contenidos energéticos enriqueció la visión integral de práctica ingenieril, no pudiéndose, en muchos casos establecer los límites correspondientes a las diversas disciplinas.

Un trabajo similar se ha llevado a cabo para el desarrollo de la asignatura en la maestría de Diseño Mecánico y actualmente se trabaja por alcanzar niveles similares en los casos de las maestrías de Tecnología Mecánica e Ingeniería de Mantenimiento.

De esta forma se ha pretendido contribuir a la creación de capacidades en los profesionales para corregir las deficiencias notadas en el ejercicio histórico y coyuntural de la profesión, para enfrentar los retos que se le presentan a la profesión y para aprovechar las nuevas oportunidades que resultan del progreso social del conocimiento.

Conclusiones

Se debe continuar trabajando por lograr que los dirigentes empresariales aprecien el postgrado como una vía fundamental de superación de los profesionales. Esto no es posible si la nueva capacidad adquirida por ellos no se revierte en efectos productivos más o menos inmediatos.

Para lograr lo anterior, se busca el estrechamiento de los vínculos entre el mundo académico, y la esfera de la producción y los servicios, basándonos fundamentalmente en que los trabajos que se realicen estén relacionados con estos sectores lo mas estrechamente posibles. Lo mismo debe suceder con el desarrollo de los cursos de postgrado: el profesional egresado de un programa de maestría o especialidad debe haber alcanzado un cambio en su modo de pensar y actuar que pueda materializarse en su actividad diaria.

El desarrollo de cursos que privilegien el enfoque interdisciplinario, que motiven la reflexión del estudiante y lo conduzcan a trabajar con creatividad e independencia es una vía para lograr tal objetivo. En particular, el conocimiento de los fundamentos de las técnicas de optimización puede hacer una contribución importante al desarrollo de la educación energética promoviendo la necesaria visión integral que debe tener el profesional vinculado a esta rama de las ciencias técnicas.

Referencias

1. Deiros Fraga, B., Alvarez Sánchez, J.: La interdisciplinariedad en el postgrado. Ponencia a la IV Junta Consultiva sobre el postgrado en Iberoamérica. Ciudad de La Habana, Cuba, 1998.
2. Deiros Fraga, B., Alvarez Sánchez, J.: Papel de la matemática en la superación posgraduada de profesionales no matemáticos. Ponencia presentada a la XIV Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa. Panamá, 2000.
3. Deiros Fraga, B., Alvarez Sánchez, J.: Una aproximación a la interdisciplinariedad en los cursos de postgrado para ingenieros. Ponencia presentada al Primer congreso Iberoamericano de docentes de Ingeniería y Afines. Ciudad de La Habana, Cuba, 2001
4. García Guadilla, Carmen: postgrado en América Latina, algunos elementos de análisis. Pensamiento universitario, Buenos Aires, Año 2, número 2, 1994.
5. Hernández Fernández, H., González Pérez. M.: Currículum centrado en la investigación. Su implicación en cuanto a proyecto y proceso. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XVIII, no. 1. 1998.
6. Lage, Agustín: Desafíos del desarrollo. Ciencia, innovación y desarrollo. Vol 1, No. 1, 1995.
7. Vecino Alegret, F.: La Educación Superior en Cuba: Historia, Actualidad y Perspectivas. Revista Cubana de Educación Superior. Vol. XVII, no. 1, 1997.

Autores:

Ing. Beatriz Deiros Fraga
 Profesora Titular
 Doctora en Ciencias Técnicas
 bdeiros@mecanica.ispjae.edu.cu
 Centro de Trabajo:
 Facultad de Ingeniería Mecánica. ISPJAE.

Ing. Jesús A. Alvarez Sánchez
 Doctor en Ciencias Técnicas
 jaas2001@yahoo.es
 Centro de Trabajo:
 Facultad de Ingeniería Mecánica. ISPJAE