



La modelación numérica de problemas en ciencias aplicadas e ingeniería ha experimentado un auge, en las últimas décadas, que la han consagrado como una técnica alternativa que permite una evaluación flexible y cuantitativa en procesos de enorme dificultad. En relación con la ingeniería, el desarrollo que en estos últimos años ha sufrido el entorno de la mecánica computacional se debe, en gran parte, tanto al avance en nuevas técnicas de cálculo numérico como en el incremento de la capacidad de cómputo de los nuevos ordenadores de sobremesa. En este momento se debe remarcar que éstos permiten realizar algoritmos complejos cuyos resultados se pueden obtener en tiempos de cálculo razonables.

### **Estado del arte**

Toda esta gran evolución entorno a la simulación numérica debe ser implementada en el mundo docente de acuerdo a una estructura que induzca en el estudiantado la mayor comprensión y motivación posible. Por consiguiente, el objetivo básico es que el estudiante alcance un nivel de asimilación suficiente para, con menor esfuerzo y mayores estímulos, aprender diferentes técnicas numéricas. Estas técnicas le deben proporcionar un criterio que le ayude a resolver los problemas que puedan surgir durante el ejercicio de la actividad profesional.

Con este propósito, en la enseñanza de la modelación numérica se deben distinguir como mínimo los siguientes tres puntos:

- Las ecuaciones que constituyen el modelo matemático del proceso.

- Problemas físicos asociados a dicho modelo matemático.
- Resolución de los problemas eligiendo la técnica numérica apropiada.

Hoy por hoy, en la mayoría de los casos, la organización de un programa didáctico gira entorno a estos tres elementos de una forma tan rígida que el estudiante suele ser, de manera habitual, incapaz de ver ninguna conexión entre ellos. Este hecho acaba en una pérdida de motivación que no sólo aumenta innecesariamente la relación esfuerzo – resultados, sino que además sitúa al cálculo numérico en una posición muy desventajosa frente otras materias docentes cuyo punto de vista suele ser mucho más práctico (pese a tener una gran base teórica). Véase, por ejemplo, el estudio clásico de la geotecnia, de la geofísica o incluso de la hidrogeología, donde un gran número de procesos físicos planteados necesitan la aplicación de múltiples y variadas técnicas numéricas para ser óptimamente resueltos.

### **Objetivo de la tesina**

En esta tesina se pretende aportar a la docencia de los métodos numéricos una serie de problemas prácticos, en forma de documentos de trabajo, íntimamente relacionados con la Ingeniería Geológica en el campo de aplicación de la geotecnia y la hidrología. El objetivo conjunto del aporte es formar una colección de guiones de trabajo susceptibles de ser entregados al estudiante y ayudándole, en la mayor medida posible, a establecer una conexión directa entre la física del problema, el planteamiento matemático y la resolución numérica. Es decir, se desea introducir al estudiante en el ámbito de la modelación numérica.

En base a esta idea se emplea el concepto de *hands on*, cuyos objetivos clave de cara al estudiantado son:

- Crear tanto una expectación como una motivación inicial ante el problema planteado.
- Permitir al alumno seguir un proceso de análisis del problema guiado de forma gradual, donde deberá poder realizar el estudio de la parte teórica claramente detallada, previo a la ejecución y toma de contacto de un código numérico entregado.
- Alentar la formulación de preguntas y estimular el desarrollo de criterios aptos para resolverlas.
- Ampliar la capacidad de resolución proponiendo una serie de ejercicios finales, compatibles con el problema planteado y que requieran entrar en la modificación directa del código (*hands on*).

De este modo, en cada guión se sigue una rigurosa estructura de trabajo:

- Exposición directa, clara y concisa del proceso – objetivo.
- Inclusión de consideraciones generales e hipótesis particulares del problema.
- Planteamiento físico: qué se desea resolver y qué ley matemática rige dicho fenómeno.
- Planteamiento numérico minucioso de la técnica o técnicas apropiadas.
- Detalles del código de programación facilitado.
- Exposición y resolución guiada de un ejemplo con datos reales. En este apartado el alumno debe experimentar con el código, resolver las preguntas formuladas y comprender las ventajas y desventajas de la resolución numérica empleada.
- Planteamiento de problemas asociados al ejemplo propuesto.
- Guía de resolución de los ejercicios para la persona docente.

La colección de sesiones guiadas intenta reunir una serie de problemas prácticos basados, por un lado, en EDOs unidimensionales con condiciones de contorno, y por otro en EDPs tanto unidimensionales como bidimensionales. Los códigos de estas sesiones prácticas han sido desarrollados en MATLAB y CAST3M, ambos programas en su versión 2007.

Es importante resaltar que el Centro de Cálculo de la ETS de ingenieros de Canales, Caminos y Puertos de Barcelona dispone de la licencia correspondiente para su utilización.