Técnicas Computacionales para Ecuaciones Diferenciales

Curso Académico: (2022 / 2023) **Fecha de revisión: 17-05-2022**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Matemáticas

Coordinador/a: BAYONA REVILLA, VICTOR

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

- Métodos básicos de Análisis Numérico.
- Conocimientos de Análisis Matemático en una y varias variables.
- Conocimientos de Álgebra Lineal.
- Conocimientos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Ecuaciones en Derivadas Parciales.
- Resolución numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

OBJETIVOS

Uno de los propósitos de este curso es proporcionar las técnicas básicas para la resolución numérica de EDPs. Para ello, analizaremos y estableceremos las propiedades teóricas de cada método (estabilidad, precisión, complejidad computacional) y demostraremos su funcionamiento con ejemplos que describan sus ventajas e inconvenientes. El objetivo principal es desarrollar el pensamiento algorítmico, haciendo énfasis en los principales conceptos computacionales.

De forma más específica, el curso tiene diversos objetivos por parte del alumnado:
- Conocer los principales métodos de aproximación numérica de EDPs: método de diferencias finitas; método de elementos finitos; métodos espectrales para problemas periódicos y no periódicos.
- Saber analizar las principales características de un determinado método: orden, estabilidad, convergencia.
- Saber implementar métodos de resolución de EDPs en una y dos dimensiones.
- Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste computacional y la presencia de errores.
- Ser capaz de programar los algoritmos estudiados en el curso o utilizar algoritmos previamente programados (por ejemplo, en Matlab o Python).

CB6, CB7, CB8, CB9, CB10
CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7
CE1, CE2, CE3, CE4, CE5, CE6, CE8, CE9, CE10, CE11, CE12, CE13

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Método de diferencias finitas
1.1 Introducción a las aproximaciones en diferencias finitas
1.2 Métodos de diferencias finitas para problemas con condición de frontera
1.3 Métodos de diferencias finitas para ecuaciones elípticas lineales
1.4 Métodos de diferencias finitas para ecuaciones de difusión y problemas parabólicos
1.5 Métodos en diferencias finitas para la ecuación de advección lineal

2. Método de elementos finitos en 1D
2.1 Aproximación polinomial por partes en 1D
2.2 El método de los elementos finitos en 1D

3. Método de elementos finitos en 2D
3.1 Aproximación polinomial por partes en 2D
3.2 El método de los elementos finitos en 2D

4. Métodos espectrales para problemas periódicos
4.1 Matrices de diferenciación
4.2 Mallas infinitas: la transformada de Fourier semi-discreta
4.3 Mallas periódicas: DFT y FFT
4.4 Suavidad y precisión espectral

5. Métodos espectrales para problemas no periódicos
5.1 Interpolación de polinomios y mallas agrupadas
5.2 Matrices de diferenciación de Chebyshev
5.3 Problemas con condición de frontera
5.4 Problemas dependientes del tiempo y regiones de estabilidad

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales/expositivas: Tienen por objetivo alcanzar las competencias específicas cognitivas de la materia. En ellas se presentarán los conocimientos que los alumnos deben adquirir. Para facilitar su desarrollo el alumnado recibirá materiales relacionados con las clases (notas, diapositivas) y se le facilitará el acceso a los textos de la bibliografía que permitan completar y profundizar aquellos aspectos en que sea necesario.

Clases prácticas: Son clases de resolución de problemas, prácticas en aula informática o de exposición por parte del alumnado. Estas clases ayudan a desarrollan las competencias específicas y se alternarán con las de carácter más expositivo.

Se realizarán actividades tutorizadas de enseñanza-aprendizaje, de contenido formativo tanto teórico como práctico que, aunque se pueda desarrollar de manera autónoma, requiera la supervisión y seguimiento, más o menos puntual, de un docente. Estas actividades pueden ser, entre otras, tutorías programadas, revisión de trabajos y tutorías de seguimiento.

El resto de las actividades consisten en el estudio de forma autónoma o en grupo sin supervisión del profesorado, durante el cual se realizan ejercicios y lecturas complementarias, existiendo acceso a aulas informáticas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

A lo largo del cuatrimestre, el alumnado habrá de entregar una serie de ejercicios resueltos individualmente o en grupo, que requerirán programación. La nota media de estos ejercicios constituirá un 60% de la nota final. El 40% restante corresponderá a un examen final. En la convocatoria extraordinaria, se guardará la nota de la evaluación continua, que hará media con el examen extraordinario.

Peso porcentual del Examen Final:	40
Peso porcentual del resto de la evaluación:	60

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Lloyd N. Trefethen Spectral Methods in Matlab, SIAM, 2000
- Mats G. Larson and Fredrik Bengzon The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer, 2013
- Randall J. LeVeque Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations, SIAM, 2007

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- C. Canuto, A. Quarteroni, M. Y. Hussaini and T. A. Zang Spectral Methods: Fundamentals in Single Domains, Springer, 2006
- David Gottlieb and Steven A. Orszag Numerical Analysis of Spectral Methods: Theory and Applications, SIAM, 1977
- G. D. Smith Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, Clarendon Press, 1985
- J. W. Thomas Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, Springer, 1995
- Jan S. Hesthaven, Sigal Gottlieb and David Gottlieb Spectral Methods for Time-Dependent Problems, SIAM, 2007
- John C. Strikwerda Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, SIAM, 2004
- Lloyd N. Trefethen Finite Difference and Spectral Methods for Ordinary and Partial Differential Equations , Cornell University, 1996
- Mark S. Gockenbach Partial Differential Equations: Analytical and Numerical Methods, SIAM, 2011
- Susanne C. Brenner and L. Ridgway Scott The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer, 2008