

Plan 394 GRADO DE MATEMATICAS

Asignatura 40027 SOLUCION NUMERICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES

Tipo de asignatura (básica, obligatoria u optativa)

Optativa

Créditos ECTS

6 ECTS

Competencias que contribuye a desarrollar

2.
Competencias

2.1
Generales

G1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyado en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas.

G2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas.

G3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

G4. Poder transmitir, tanto de forma oral como escrita, información, ideas, conocimientos, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado.

G5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Matemáticas con un alto grado de autonomía.

G6. Utilizar bibliografía y herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas, incluyendo los recursos telemáticos.

G7. Conocer y utilizar recursos informáticos de carácter general y tecnologías de la información y las comunicaciones como medios de comunicación, organización, aprendizaje e investigación.

G8. Gestionar de forma óptima, tanto en el trabajo individual como en equipo, el tiempo de trabajo y organizar los recursos disponibles, estableciendo prioridades, caminos alternativos e identificando errores lógicos en la toma de decisiones.

G9. Tener la capacidad de trabajar en equipo, aportando orden, abstracción y razonamiento lógico; comprobando o refutando razonadamente los argumentos de otras personas y contribuyendo con profesionalidad al buen funcionamiento y organización del grupo.

2.2
Competencias Específicas

E1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de las Matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

E2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de las Matemáticas.

E3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

E4. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.

E5. Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.

E6. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas.

E7. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

E8. Planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

E9. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

E10. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

Objetivos/Resultados de aprendizaje

3. Objetivos

El alumno conocerá los métodos más importantes para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales, abordando las técnicas para su implementación efectiva. El alumno conocerá los conceptos fundamentales de consistencia, estabilidad y convergencia, que sustentan el análisis matemático de los métodos en diferencias finitas. El alumno conocerá los fundamentos del método de elementos finitos en problemas de valores en la frontera. El alumno se familiarizará con las técnicas computacionales más importantes para la resolución aproximada de los problemas discretos que se plantean. El alumno adquirirá una experiencia computacional mediante el uso de librerías para la computación científica en el ámbito de las ecuaciones diferenciales y la programación de la solución con ordenador de problemas relevantes de las Ciencias Aplicadas.

b. Objetivos de aprendizaje

Bloque 1. Métodos para ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial

1. Conocer los métodos más importantes para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial: métodos RK, métodos multipaso y métodos predictor-corrector.

2. Conocer los conceptos fundamentales de convergencia, orden y 0-estabilidad para los métodos de ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial.

3. Conocer la diferencia entre sistemas stiff y no stiff y las implicaciones prácticas en su solución numérica.

4. Saber cómo funciona un código para ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial.

5. Saber programar en un lenguaje de alto nivel estos métodos.

Bloque 2. Métodos para problemas de valores en la frontera y métodos iterativos de solución de los sistemas lineales

6. Conocer la metodología de diferencias finitas para discretizar problemas de valores en la frontera.

7. Conocer los conceptos de error de truncación local, estabilidad numérica y convergencia.

8. Conocer algunas demostraciones de convergencia de las soluciones numéricas.

9. Conocer los métodos iterativos más importantes para la solución de grandes sistemas dispersos: métodos clásicos y método gradiente conjugado.

10. Conocer algunos teoremas fundamentales sobre la convergencia de los métodos iterativos.

11. Saber programar estos métodos en problemas modelo.

Bloque 3. Métodos de diferencias finitas para problemas de ecuaciones en derivadas parciales de evolución

12. Conocer los métodos en diferencias más importantes para la ecuación de difusión y la ecuación de advección lineal.

13. Conocer el método de Von Neumann para el análisis de la estabilidad.

14. Saber programar con estos métodos la solución numérica de problemas tipo de difusión y transporte.

Bloque 4. Métodos de elementos finitos para problemas de valores en la frontera

15. Conocer la metodología de elementos finitos para problemas de dos puntos frontera.

16. Conocer la metodología de elementos finitos para la ecuación de Poisson.

Contenidos

c. Contenidos

Bloque 1. Métodos para ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial

1. La clase de los métodos lineales multipaso. Teoría del orden. Métodos Adams. Métodos predictor-corrector.

2. Métodos Runge-Kutta. Teoría del orden. Aspectos prácticos.

3. Teoría de convergencia de los métodos. Condición de la raíz y 0-estabilidad.

4. Problemas rígidos. A-estabilidad. Fórmulas BDF.

6. Aspectos prácticos de implementación. Estimación y cambio de paso.

Bloque 2. Métodos para problemas de valores en la frontera y métodos iterativos de solución de los sistemas lineales.

7. Diferencias finitas para problemas de dos puntos frontera. Algoritmo de Thomas.

8. Diferencias finitas para la ecuación de Poisson. El teorema de Gerschgorin.

10. Métodos iterativos modernos. El método gradiente conjugado y el método GMRES.

Bloque 3. Métodos de diferencias finitas para problemas de evolución

11. Métodos de diferencias finitas para la ecuación de difusión. El método de líneas.

12. El análisis de Von-Neumann.

13. Métodos de diferencias finitas para la ecuación de advección lineal
Bloque 4. El método de elementos finitos para problemas de valores en la frontera
14. El método Galerkin para problemas de dos puntos frontera.
15. El método Galerkin para la ecuación de Poisson. El software PDETOOL de ©Matlab y el software FreeFem++.

Principios Metodológicos/Métodos Docentes

d.
Métodos docentes

La metodología docente está motivada por unos objetivos de aprendizaje que se centran en familiarizar al alumno con los métodos numéricos a través de numerosas experiencias prácticas, mediante ejemplos significativos bien seleccionados, sin perjuicio de una formalización matemática que se reduce prácticamente a primeros principios sobre los métodos.

Distingo cuatro tipologías de actividades académicas:

1. La clase magistral o teórica:

Comprende la exposición ordenada del programa, exponiendo tanto aspectos teóricos como ejemplos completos en su desarrollo. La formalización se reduce al mínimo indispensable para abordar de la forma más directa las demostraciones en el programa. En ocasiones, la exposición magistral se complementará con la lectura por parte del alumno de las pruebas más técnicas, que se facilitarán con las notas de curso.

2. La clase de problemas:

Todas las unidades están acompañadas de una colección de ejercicios, de dificultad variable, con la que los alumnos podrán ejercitarse en los conceptos teóricos expuestos. Algunos de estos ejercicios tendrán naturaleza computacional, aunque en general los aspectos de programación se abordarán en la clase en el laboratorio de informática.

En la clase de problemas se abordará la solución completa por el profesor o por los alumnos de una selección de estos ejercicios.

3. El laboratorio de informática:

En este tipo de clase se mostrará el funcionamiento de diferentes programas que implementan los métodos estudiados sobre problemas elegidos adecuadamente. También será un espacio en el que los alumnos podrán abordar parcialmente la realización de las prácticas de laboratorio que se les proponga, pudiendo interactuar con el profesor o con otros alumnos para resolver dificultades de planteamiento.

4. La tutoría:

La tutoría es el intercambio entre un grupo reducido de alumnos y el profesor en relación con cualquier aspecto de la asignatura, que incluye la aclaración de dudas y la solución de problemas no abordados en clase. Al ser la asignatura optativa no es esperable un grupo numeroso por lo que la tutoría se realizará en dos ocasiones a lo largo de semestre a todo el grupo.

5. La tutoría individualizada:

Es la labor anterior que se realiza de forma individualizada a cada alumno o grupo reducido de alumnos en el despacho del profesor y fuera del horario lectivo del curso, generalmente en el horario previsto para ello. Este horario se fija de 17 a 19 horas los lunes, martes y miércoles aunque podrá variarse a lo largo del curso si surgieran circunstancias que lo justificaran

Crterios y sistemas de evaluación

f.
Evaluación

La evaluación se basa en la recopilación de trabajos de los alumnos, en las pruebas parciales de evaluación y en el examen global de la asignatura. La evaluación tenderá en lo máximo posible a una evaluación continua.

Para ello se tiene programadas 3 pruebas presenciales de 1 hora, en las que se propondrá la realización de un ejercicio. Asimismo, se programarán 3 entregas de ejercicios y 3 prácticas de laboratorio.

El examen global es obligatorio para todos los alumnos. La calificación final será el promedio de la calificación del examen global, con un peso del 40%, las calificaciones de las pruebas parciales de evaluación con un peso del 30%, y las calificaciones de las asignaciones entregadas en tiempo con un peso del 30%.

Para la convocatoria extraordinaria se ponderará con el 70% de la calificación del examen global y con el 30% la calificación de las prácticas de laboratorio exclusivamente

Recursos de aprendizaje y apoyo tutorial

g.
Bibliografía básica

El libro de texto que más se ajusta a todos los contenidos de esta asignatura es:

1. Iserles A. – A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations, Cambridge University Press (1996)

Un libro de texto que cubre únicamente la solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con dato inicial, pero con una buena simbiosis de teoría y aspectos prácticos es

2. Dormand J. R. – Numerical Methods for Differential Equations. A Computational Approach, CRC Press, Boca Raton (1996)

El libro de texto de referencia para la parte de diferencias finitas es el libro

3. Morton K. W., Myers D. F. – Numerical Solution of Partial Differential Equations, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge (2005)

Las ideas básicas del método de elementos finitos pueden extraerse del libro de texto

4. Johnson C. – Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

Todos los textos anteriores incluyen ejercicios y problemas del nivel de los que se pedirán a los alumnos.

h.

Bibliografía complementaria

1. Strikwerda J. C. – Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations, 2nd ed., SIAM, Philadelphia, (2004).

2. Atkinson K. E., Han W., Stewart D. – Numerical Solution of Ordinary Differential Equations, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, (2009).

3. Leveque R. J. – Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems, SIAM, Philadelphia, PA (2007).

4. Lambert, J. D. – Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: The Initial Value Problem, 2nd ed., Chichester, Sussex (1991).

5. Hairer, E., Norsett S. P., Wanner G. – Solving Ordinary Differential Equations I, 2nd ed., Springer-Verlag, Berlín, (1994).

6. Gockenbach M. S. – Understanding and Implementing the Finite Element Method, SIAM, Philadelphia, (2006)

El curso se apoyará en unos apuntes de cátedra que se facilitarán a los alumnos al comienzo del curso.

Calendario y horario

Primer cuatrimestre, desde el 5 de septiembre de 2016 al 20 de enero de 2017.

Clases: Lunes, martes, miércoles y viernes de 10 a 11h. La clase del lunes se impartirá en el Laboratorio de Informática.

Tabla de Dedicación del Estudiante a la Asignatura/Plan de Trabajo

4.

Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura:

ACTIVIDADES PRESENCIALES

HORAS

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

HORAS

Clases teóricas

30

Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo

45

Clases prácticas

10

Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos

20

Laboratorios (Informática)

15

Programación/experimentación y otros trabajos con ordenador/laboratorio

20

Prácticas externas, clínicas o de campo

Documentación: consultas bibliográficas, Internet, ...

5

Seminarios

2

Sesiones de evaluación

3

Total presencial

60

Total no presencial

90

En resumen, por cada hora presencial de clase magistral el alumno deberá dedicar una hora y media adicional. Por cada hora presencial de clase de problemas el alumno deberá dedicar dos horas adicionales. Para la programación de los métodos numéricos estudiados el alumno deberá reservar hasta un máximo de 20 horas a lo largo del trimestre.

En promedio y en términos globales, cada hora presencial requiere una hora y media adicional de trabajo por parte del alumno.

Entregas de problemas, prácticas de laboratorio y pruebas parciales de evaluación

La evaluación continua se implementará mediante la recopilación de distintas evidencias sobre el estudio y el aprovechamiento de las clases. Provisionalmente, a falta de la coordinación con las entregas y pruebas parciales de evaluación en otras asignaturas del curso, se programarán:

1. Prácticas de laboratorio (3): una relacionada con el bloque I, otra con el bloque II y una tercera con el bloque 3..

Para su valoración positiva estas prácticas comprenderán la entrega antes de una fecha límite de una memoria junto con los ficheros fuente de los programas realizados. Esta fecha límite será de 3 semanas desde la fecha de propuesta del ejercicio.

2. Entregas de ejercicios: una por cada uno de los bloques 1, 2 y 3. Para su valoración positiva las entregas deberán realizarse antes de una fecha límite, que será de 7 días desde la fecha de propuesta de los ejercicios.

3. Dos o tres pruebas parciales de evaluación de aproximadamente 1 hora, según el calendario que se acuerde con la coordinación del curso.

Aunque no se impide la elaboración cooperativa entre varios alumnos de las soluciones de los ejercicios, las entregas deben hacerse de forma individual por cada alumno, evitando la réplica indiscriminada por de una misma memoria o solución. En caso de que sea necesario discernir el grado de implicación de un alumno en la solución presentada, se podrá exigir a éste una exposición de dicho trabajo explicando las razones de las decisiones tomadas.

Todas las entregas serán calificadas y devueltas a los alumnos para establecer una retroalimentación en el proceso de aprendizaje de éste.

6.

Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO

CARGA ECTS

Bloque 1. Métodos para ecuaciones diferenciales ordinarias con valor inicial.

2 ECTS

(10T+5P+5L)

Bloque 2. Métodos para problemas de valores en la frontera y métodos iterativos de solución de los sistemas lineales

1.5 ECTS (7T+3P+5L)

Bloque 3. Métodos de diferencias finitas para problemas de evolución

1.5 ECTS

(10T+3P+2L)

Bloque 4. El método de elementos finitos para problemas de valores en la frontera.

1 ECTS

(5T+3P+2L)

TOTAL

32T+14P+14L

7.

Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO

PESO EN LA NOTA FINAL

OBSERVACIONES

Promedio de las pruebas parciales de 1h

30%

Convocatoria ordinaria

Promedio de las entregas de ejercicios y las prácticas de laboratorio

30%

Examen Global

40%

Promedio de las entregas de las prácticas de laboratorio

30%

Convocatoria extraordinaria

Examen Global

70%

Para la convocatoria extraordinaria de julio, se cuenta con la calificación de las prácticas de laboratorio (con un peso del 30%) y el 70% restante estará determinado por la calificación del examen global.

Idioma en que se imparte

Español (aunque se manejará bibliografía en inglés).
