26-27

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MÉTODOS NUMÉRICOS

CÓDIGO 21153225

UNED

26-27

MÉTODOS NUMÉRICOS

CÓDIGO 21153225

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	MÉTODOS NUMÉRICOS
Código	21153225
Curso académico	2026/2027
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA MÉDICA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Métodos Numéricos es una asignatura que se imparte durante el primer semestre del Máster en Física Médica. Es **obligatoria para todos los perfiles** (académico, investigador y profesional) y todos los estudiantes, excepto para aquellos que ya han cursado asignaturas similares en sus estudios anteriores, como los que acceden procediendo de licenciaturas o grados de Matemáticas o Físicas. Tiene asociados **6 créditos ECTS** (de 25 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

El objetivo básico de esta asignatura es el análisis y la aplicación de los métodos matemáticos que permiten la resolución de problemas en Física de difícil solución analítica. En esta asignatura estudiaremos **los fundamentos matemáticos de diversos métodos numéricos** y mostraremos sus aplicaciones más generales.

Contextualicemos el interés de esta asignatura dentro del ámbito de la Física Médica: Muchos instrumentos en la medicina moderna hacen medidas discretas de funciones fisiológicas que luego se convierten en funciones matemáticas continuas. De igual forma, la respuesta de las células del cuerpo humano a ciertas perturbaciones inducidas por los aparatos de medida y la exploración médica se transforma en imágenes que muestran la anatomía o el comportamiento fisiológico de los diferentes órganos. Precisamente, esta conversión de datos discretos en funciones matemáticas continuas o en imágenes requiere la utilización masiva de métodos numéricos.

Los **descriptores** principales de los contenidos de esta asignatura son: Solución numérica de ecuaciones no lineales. Solución numérica de sistemas de ecuaciones. Interpolación y ajuste de curvas. Aproximación de funciones. Derivación e integración numéricas. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Esta asignatura se puede englobar dentro de una materia general denominada **Métodos Matemáticos de la Física** en la que el denominador común es el estudio de métodos matemáticos relevantes para la solución de problemas en Física. Debido a la complejidad e intensidad de los cálculos, en la mayoría de estos métodos o técnicas numéricas es necesario el **uso del ordenador**.

Esta asignatura tiene relación con las asignaturas básicas de matemáticas de un Grado en Ciencias como son el **Álgebra**, el **Análisis Matemático,** la **Física Computacional,** los distintos **Métodos Matemáticos (I, II, III, IV)**, la **Física Matemática** o los **Sistemas Dinámicos**.

Considerando que el estudiante tiene ya alguna base en física computacional, en este curso se va a prestar especial interés al **contenido práctico de los métodos numéricos y a la**

implementación de los mismos, haciendo uso de los programas y lenguajes de programación que normalmente se utilizan en el ámbito de la física y las matemáticas (**programas de cálculo simbólico y lenguajes de programación**) con los que ya el estudiante se presupone iniciado.

Para exhibir la relevancia de estos métodos se aplicarán a la **resolución de problemas de interés en Física Médica**, lo que nos permitirá trabajar con diferentes técnicas de computación e introducir importantes conceptos que serán estudiados en detalle a lo largo de este Máster.

Los conocimientos sobre **física computacional** adquiridos después del curso serán de gran utilidad para otras asignaturas del Máster así como para el Trabajo Fin de Máster, no sólo a nivel teórico, sino también a nivel práctico.

Esta asignatura puede contribuir al futuro perfil profesional y/o investigador del estudiante en las siguientes líneas:

1) Resolución de problemas complejos y desarrollo de pensamiento crítico y habilidades analíticas: En esta asginatura se aprende a abordar problemas físicos y matemáticos complejos utilizando métodos numéricos y computacionales. Además, se requiere un enfoque analítico y crítico. Esta capacidad para resolver problemas complejos es esencial en muchas áreas, desde la investigación científica hasta el desarrollo de tecnologías innovadoras en la industria. Esta asignatura permite al estudiante desarrollar estas habilidades al enfrentarse a desafíos complejos y al analizar los resultados obtenidos a través de métodos computacionales.

2) Flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos y herramientas: Al trabajar con una variedad de métodos numéricos y herramientas de programación, los estudiantes adquieren la capacidad de adaptarse a diferentes entornos de trabajo y tecnologías emergentes. Esta flexibilidad es crucial en el mundo actual, donde la tecnología y las metodologías están en constante evolución.

3) Aplicaciones en investigación, desarrollo tecnológico y preparación para carreras interdisciplinarias: Esta asignatura proporciona una base sólida en computación y análisis numérico que es relevante para una variedad de disciplinas científicas y técnicas. Los conocimientos adquiridos son aplicables en muchos campos, incluyendo, entre otros, la física teórica, la nanotecnología, la biología computacional, la medicina y la salud enfocadas a la detección de enfermedades (la ecografía médica, la resonancia magnética, la terapia de ultrasonido, etc.).

4) Desarrollo de proyectos de investigación independientes: A través de proyectos y ejercicios prácticos, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura sobre problemas reales. Esto fomenta el desarrollo de la autonomía, la creatividad y la capacidad para llevar a cabo investigaciones independientes, habilidades, todas ellas que son esenciales para una carrera exitosa en la investigación científica.

5) Desarrollo de habilidades computacionales avanzadas: En la era digital actual, contar con habilidades sólidas en computación es fundamental en una variedad de campos científicos y técnicos. Tras el estudio de esta asignatura el estudiante habrá profundizado en la programación de algoritmos, habrá adquirido mayor destreza en el uso de herramientas

y paquetes de software informático de cálculo numérico y simbólico tipo Maxima/Octave/Maple/Mathematica/Matlab y habrá invertido un tiempo importante de experiencia y manejo de los mismos. Esta asignatura proporciona a los estudiantes la oportunidad de desarrollar estas habilidades avanzadas que son altamente valoradas en el mundo laboral y en la investigación académica.
6) Competitividad en el mercado laboral: Los estudiantes con habilidades y destrezas computacionales contrastadas son altamente demandados en la industria y en el sector académico y eso constituye una ventaja competitiva en el mercado laboral.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

La asignatura de Métodos Numéricos (21153225) de primer curso del Máster en Física Médica tiene **6 créditos ECTS**. Esto equivale aproximadamente a unas **150 horas de estudio** en el cuatrimestre (16 semanas), es decir, **aproximadamente una dedicación por parte del estudiante de unas diez horas de trabajo por semana**. **Para afrontar con éxito la asignatura será necesario disponer de este tiempo de dedicación semanal.**
Al máster en Física Médica puede acceder cualquier estudiante que esté en posesión de un título de graduado o licenciado en Física, Química, Matemática, Biología, Farmacia o Medicina; cualquier titulación de Ingeniería Técnica o Superior, o cualesquiera estudios del ámbito de las ciencias en los que la Física y/o la Medicina sean una parte de los estudios cursados. En ese sentido, se presupone que el estudiante que se matricula en la asignatura tiene **una base mínima en Física y Matemáticas**, al nivel correspondiente de las asignaturas de un primer curso de un Grado en Ciencias (véase, por ejemplo, los contenidos de esas asignaturas en el Grado en Física de la UNED). En ese sentido, antes de abordar esta asignatura es recomendable revisar y refrescar todos estos conceptos.
Como el objetivo de la asignatura es obtener soluciones a problemas que tienen una difícil solución analítica y aproximar conjuntos de datos por funciones analíticas, es necesario un conocimiento previo de dichos problemas. Por lo tanto, es necesario conocer la teoría de funciones analíticas y su representación gráfica, tener nociones básicas de cálculo diferencial e integral, del cálculo de máximos y mínimos así como tener una base sobre ecuaciones diferenciales ordinarias. Además es necesario haber tenido contacto previo con espacios vectoriales y aplicaciones lineales, matrices y determinantes.
Estos temas constituyen parte del contenido de las asignaturas **Complementos Matemáticos de la Física Médica I y II y Física Matemática** que se estudian también en el Máster en Física Médica. Se puede además acudir a repasar las asignaturas básicas de un Grado en Física como **Álgebra y Análisis Matemático I y II**. Para los conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales ordinarias se necesitaría recordar los contenidos de **Métodos Matemáticos I**.
En esta asignatura se prevé la consulta de **material en inglés** (artículos científicos, fuentes externas, etc.).
Por último, recordamos que esta asignatura es eminentemente práctica y requiere el uso generalizado de herramientas de computación. Para que pueda poner en práctica los

métodos estudiados y comprobar su utilidad en problemas concretos, **es muy aconsejable que el alumno disponga de un ordenador, tenga cierto manejo del mismo, sea capaz de instalar programas sencillos y conozca alguno de los lenguajes de programación más usuales**. El nivel requerido en este aspecto es el desarrollado en una asignatura básica de un Grado en Física como puede ser la de **Física Computacional I**. Aunque en la asignatura de Métodos Numéricos hay libertad para trabajar en cualquier lenguaje de programación o software de cálculo simbólico, es recomendable conocer o tener cierta soltura en el manejo de alguno de ellos: C, C++, FORTRAN, python, Mathematica, octave, Maple, Matlab, etc.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MARIA DEL MAR SERRANO MAESTRO (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	mserrano@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7126
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Como se indica en el apartado "Metodología" de esta Guía, el **Curso Virtual** es el instrumento fundamental para la tutorización y seguimiento del aprendizaje.
El curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. A través del mismo, el Equipo Docente propondrá material de estudio, problemas resueltos, pruebas de evaluación e informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura y hacer entrega de sus trabajos. Por consiguiente, es **imprescindible que todos los alumnos matriculados utilicen el curso virtual para el seguimiento de la asignatura.**
No obstante, el estudiante también podrá realizar consultas al Equipo Docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. Los datos personales de contacto del Equipo Docente son:
Dra. Dña Mar Serrano Maestro (Coordinadora de la asignatura)
e-mail: mserrano@fisfun.uned.es
Tel.: 91 398 7126
Departamento de Física Fundamental. **Despacho 1A05** Facultad de Ciencias, Campus de las Rozas (UNED)
Horario de atención al estudiante: miércoles lectivos, de 12:00 a 14:00h y de 15:00 a 17:00h
Nota importante: Las necesidades del servicio pueden exigir cambios en la composición de los Equipos docentes durante el curso académico. En cualquier caso la información actualizada sobre composición del Equipo docente es la que se recoge en el apartado "Equipo Docente" de la presente Guía.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS BÁSICAS

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

CG01 - Adquirir la capacidad de comprensión de conocimientos y aplicación en la resolución de problemas

CG02 - Desarrollar capacidad crítica, de evaluación, creativa y de investigación

CG03 - Adquirir capacidad de estudio, de autoaprendizaje, de organización y de decisión

CG04 - Dominar las habilidades y métodos de investigación relacionados con el campo de estudio

CG05 - Adquirir la capacidad de detectar carencias en el estado actual de la ciencia y tecnología

CG06 - Desarrollar la capacidad para proponer soluciones a las carencias detectadas

CG07 - Desarrollar la capacidad para proponer y llevar a cabo experimentos con la metodología adecuada, así como para extraer conclusiones y determinar nuevas líneas de investigación

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE05 - Desarrollar la habilidad y destreza necesarias en la experimentación física para aplicar sus conocimientos físicos, teóricos y prácticos en la física médica

CE06 - Ser capaz de intercambiar información y responder a las necesidades expresadas por profesionales biomédicos, dentro de sus competencias como físico médico

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos

- Entender la relación entre los métodos de solución de ecuaciones y la representación gráfica de las funciones analíticas.
- Entender el fundamento de los métodos iterativos y cuáles son sus condiciones de aplicación.
- Saber extender los métodos válidos para la solución de una ecuación al caso de un sistema

de ecuaciones.
- Conocer cuáles son los polinomios ortogonales más importantes y aprender a valorar su adecuación a diferentes problemas de aproximación y ajuste de curvas.
- Conocer los métodos básicos de descomposición de matrices.
- Conocer las diferencias entre métodos multipaso y métodos de Runge-Kutta para la integración de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Entender la combinación de métodos explícitos e implícitos en un método predictor-corrector.
- Conocer las condiciones de aplicabilidad de los métodos numéricos y los orígenes de los errores cometidos en su aplicación.
- Entender la convergencia y la estabilidad de los métodos numéricos.
- Entender la relación entre sistemas continuos y sistemas discretos.
- Adquirir conceptos de análisis numérico de aplicación en la física computacional.
- Aprender a usar herramientas informáticas en el contexto de la matemática aplicada.

Destrezas
- Ser capaz de ajustar funciones a datos experimentales.
- Resolver sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.
- Poder estimar cotas para los valores propios de una matriz.
- Obtener expresiones para derivadas de funciones a partir de operadores simbólicos y de polinomios interpolantes.
- Escoger los métodos de integración numérica más adecuados a los comportamientos de las funciones a integrar.
- Valorar las ventajas e inconvenientes de los métodos multipaso y los métodos Runge-Kutta aplicados a diferentes tipos de ecuaciones diferenciales.
- Ser capaz de discretizar un sistema continuo.
- Estimar cotas de error en términos del paso de discretización.
- Estimar el orden de magnitud del error cometido en una solución numérica.
- Ser capaz de modelizar computacionalmente un problema físico sencillo e implementar el modelo en el ordenador.

CONTENIDOS

Tema 1. Resolución de ecuaciones no lineales

1. Método de la bisección
2. Método del punto fijo
3. Método de Newton
4. Método de la secante y falsa posición
5. Ceros de polinomios y método de Müller
6. Análisis de errores y convergencia de los métodos

Tema 2. Solución de conjuntos de ecuaciones

1. Solución de sistemas lineales por eliminación
2. Factorización de matrices. Descomposición LU. Cálculo de determinantes
3. Métodos iterativos: Jacobi, Gauss-Seidel y relajación
4. Solución numérica de sistemas de ecuaciones no lineales

Tema 3. Interpolación y aproximación polinomial

1. Interpolación de Lagrange
2. Interpolación por diferencias
3. Interpolación de Hermite
4. Interpolación por splines

Tema 4. Aproximación de funciones

1. Aproximación discreta por mínimos cuadrados
2. Aproximación por polinomios ortogonales: de Legendre, de Laguerre y de Chebyshev
3. Aproximación por funciones racionales
4. Aproximación polinomial trigonométrica. Series de Fourier.
5. Transformada rápida de Fourier

Tema 5. Derivación e integración numéricas

1. Derivación numérica
2. Fórmulas de integración por interpolación
3. Integración numérica compuesta
4. Cuadratura gaussiana
5. Integrales múltiples

Tema 6. Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias

1. Método de Euler
2. Método de la serie de Taylor
3. Métodos Runge-Kutta
4. Métodos multipaso
5. Ecuaciones diferenciales de orden superior y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias
6. Estabilidad y comparación entre métodos

METODOLOGÍA

Para el trabajo autónomo y la preparación de esta asignatura, los estudiantes deberán disponer del **texto de referencia base** que cubre ampliamente el temario de la asignatura y que será una herramienta muy útil en su futuro profesional o investigador.

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la **plataforma educativa virtual de la UNED, Ágora**. El estudiante recibirá las orientaciones, el material complementario y el apoyo del Equipo Docente a través de las herramientas proporcionadas por la plataforma del **curso virtual.**

Además, **el Equipo Docente propondrá actividades orientadas a afianzar los conocimientos mediante su puesta en práctica mediante la aplicación de los métodos estudiados sobre problemas variados de interés en Física Médica.**

Cuando sea necesario, el Equipo Docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, así como un **conjunto de ejercicios resueltos de cada tema.**

Todos estos **materiales, complementarios al libro de texto básico, estarán disponibles en el curso virtual**. A través del curso virtual el estudiante también podrá hacer consultas, preguntar sus dudas sobre los contenidos de la asignatura y transmitir sus inquietudes tanto al Equipo Docente como a sus compañeros. También podrá contactar con el Equipo Docente a través del correo personal.

El **trabajo autónomo del estudiante** es esencial para la consecución de los objetivos propuestos en la asignatura. El curso virtual dispondrá de suficientes elementos de ayuda (páginas con información, herramientas para el entrega de tareas, foros de discusión, tablón de noticias, etc.) para ayudar a cumplir los objetivos propuestos.

El desarrollo del curso consiste en la asimilación individual de los contenidos teóricos de cada tema, principalmente haciendo uso de la bibliografía básica y con ayuda del material complementario que se pondrá a disposición de los estudiantes en el curso virtual. Tras haber profundizado en los aspectos teóricos de los contenidos de cada tema, se propondrá a los estudiantes la realización de una tarea o trabajo de desarrollo, en el que tendrán que resolver un problema de física implementando aquellos métodos numéricos que sean relevantes. **Se propondrán una serie de trabajos en el curso virtual** y se dispondrá de un tiempo suficientemente amplio para que los estudiantes puedan plantear sus dudas en el foro específico y debatir sobre ellas. Una vez el estudiante alcance una solución numérica al problema planteado haciendo uso de herramientas informáticas, programas de cálculo simbólico o cualquier lenguaje de programación, se debe **elaborar una memoria individual del trabajo**, donde se encuentre un análisis pormenorizado de lo realizado para obtener las soluciones.

Al respecto de la evaluación, al margen de una obligada obtención de los resultados numéricos esperados, será necesario demostrar la correcta asimilación de los contenidos teóricos. Un aspecto relevante será también el análisis de la convergencia de los distintos métodos empleados. Entre los estudiantes, también **se fomentará el desarrollo del espíritu científico crítico (siempre en sentido constructivo) a través de la revisión por pares** de algunos de los trabajos presentados, previamente anonimizados.

El trabajo continuo del estudiante a la hora de realizar los trabajos a lo largo del cuatrimestre y las correcciones proporcionadas por el Equipo Docente permitirán un aprendizaje basado en la práctica.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen: No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad: No

Descripción

La evaluación del aprendizaje se hará a partir de la realización de **6 trabajos propuestos**.

Durante el curso se propondrán los trabajos para ser realizados de forma individual por los estudiantes. Cada trabajo versará sobre los contenidos teóricos del tema correspondiente, y se propondrá un problema concreto para ser resuelto haciendo uso de los métodos numéricos estudiados en dicho tema.

Una vez resuelto el problema, será necesario redactar una memoria científica donde se detalle el planteamiento del problema, el método seguido para la resolución y se realice un análisis crítico sobre las soluciones obtenidas.

La resolución de cada trabajo requerirá por parte del estudiante la implementación de rutinas y códigos de programación que permitan obtener los resultados esperados.

Criterios de evaluación

La valoración de los trabajos será global, atendiendo entre otros los siguientes conceptos:

Correcto planteamiento del problema físico.

Desarrollo del algoritmo de resolución del problema, detallando cada paso a seguir.

Obtención de resultados correctos.

Comparación de los resultados con soluciones teóricas (si las hubiera).

Análisis crítico de los resultados, incluyendo estudio del orden de convergencia del método empleado, diferencias entre los distintos métodos, etc., soportando la discusión con gráficas, tablas de datos, dependencia con los elementos de discretización, etc.

Código fuente o listado de programas auxiliares que se hayan utilizado (que deberán adjuntarse a la memoria como anexo).

Presentación, redacción y justificación.

Conclusiones del trabajo.

El Equipo Docente podrá verificar, mediante entrevista personal con el estudiante, la autoría y el grado de adquisición de los aprendizajes asociados a los trabajos presentados.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final: Cada trabajo contribuirá con un 16.7% a la calificación final de la asignatura

Fecha aproximada de entrega	Trabajos distribuidos a lo largo del cuatrimestre (entregas quincenales)

Comentarios y observaciones

La evaluación es continua durante todo el cuatrimestre. Los trabajos se proponen con un calendario secuencial de entregas fijado y distribuido en el cuatrimestre, con entregas quincenales.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si,PEC no presencial

Descripción

El temario consta de **6 temas**. Se propondrá al estudiante **un trabajo de cada tema** para desarrollar y enviar al equipo docente de la Sede Central dentro de un plazo establecido de estudio de cada tema. **Estos trabajos representarán el 100% de la calificación final.**

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final	100% (Cada trabajo contribuirá con un 16.7% a la calificación final de la asignatura)
Fecha aproximada de entrega	fin octubre/principio de noviembre/final de noviembre/principio de diciembre/final de diciembre/mitad de enero

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Criterios generales

La evaluación del aprendizaje se hará a partir de valoración de las memorias realizadas sobre los trabajos propuestos.

Se propondrá al estudiante un trabajo de cada tema para desarrollar y enviar al equipo docente de la Sede Central dentro de un plazo establecido. Estos trabajos representarán el 100% de la calificación final.

Para superar la asignatura será necesario que la suma de las calificaciones parciales ponderadas de los 6 trabajos otorgue una calificación mínima de 5 puntos (sobre 10).

Convocatoria ordinaria de febrero

Para ser evaluado en la convocatoria ordinaria de febrero será necesario presentar las memorias en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales.

Convocatoria extraordinaria de septiembre

Para ser evaluado en la convocatoria extraordinaria de septiembre será necesario presentar las memorias en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales. La calificación obtenida en los trabajos presentados durante el curso se conservará para la convocatoria extraordinaria de septiembre.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9786074816631
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO 9ª edición edición
Autor/es: Burden, Richard L.; Faires, J. Douglas
Editorial: Cengage Learning

ISBN(13): 9786075264042
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO 10ª edición edición
Autor/es: Burden, Richard L.; Faires, J. Douglas; Burden, Annette M.
Editorial: Cengage Learning

El libro de texto que se recomienda para seguir la asignatura es cualquiera de estos dos:

- **"Análisis Numérico", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, ISBN-13: 9786074816631, Editorial Cengage Learning, (9ª Edición), 2012.**
- **"Análisis Numérico", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, ISBN-13: 9786075264042, Editorial Cengage Learning, (10ª Edición), 2017.**

Cualquiera de estos libros cubre el programa completo de la asignatura Métodos Numéricos.

Cuando sea necesario, el Equipo Docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, así como un **conjunto de ejercicios resueltos** de cada tema.

Todos estos materiales, complementarios al libro de texto básico, estarán disponibles en el curso virtual, dentro de la plataforma Ágora.

Comentario sobre la selección del libro de texto básico recomendado:

Para seguir la asignatura hemos seleccionado un reconocido manual de referencia, el libro de **"Análisis Numérico"** de los autores **Burden y Faires**. De este libro existen ediciones en español y en inglés.

Recomendamos el libro en alguna edición en español, pero por supuesto puede estudiarse con el libro en alguna edición en inglés.

De las dos ediciones en español recomendadas, la 9ª y la 10ª, existen algunas diferencias en cuanto a número de páginas y precio. La 9ª edición tiene 884 páginas y la 10ª edición 579 páginas. Es una diferencia notable: en la 10ª edición se han eliminiado contenidos impresos que, supuestamente, solo se ofrecen en línea.

Desde el equipo docente **recomendamos la 9ª edición en español del libro** ya que incluye todos los contenidos y ejemplos resueltos, y, además, otro contenido impreso, que consiste en un conjunto de ejercicios propuestos, glosario de notación y algoritmos, revisión de capítulos, respuesta a ejercicios seleccionados, etc. Este otro contenido impreso no está disponible en la 10ª edición en español del libro (de ahí la reducción de páginas).

Alternativamente, para seguir la asignatura, puede utilizarse **cualquiera de las ediciones anteriores** de ese libro tanto en su edición en **español como en inglés**, ya que las diferencias son mínimas.

La última edición del libro en inglés es la 10ª: **"Numerical Analysis", Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Annette M. Burden, ISBN-13: 9781305253667, Editorial Cengage Learning, (10ª Edition), 2015.**

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780070287617
Título: INTRODUCTION TO NUMERICAL ANALYSIS 2nd ed. edición
Autor/es: Hildebrandt, F. B.
Editorial: TATA MACGRAW - HILL

ISBN(13): 9780201601305
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO :
Autor/es: Kincaid, D.; Martínez Enríquez, Rafael; Torres Alcaraz, Carlos; Cheney, Ward
Editorial: Addison-Wesley Iberoamericana

ISBN(13): 9788429150582
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO
Autor/es: Cohen, Alan M.
Editorial: REVERTÉ

ISBN(13): 9788497322805
Título: MÉTODOS NUMÉRICOS 2004 edición
Autor/es: Faires, J. Douglas; Burden, Richard L.
Editorial: Thompson

ISBN(13): 9789684443938
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO CON APLICACIONES 6ª edición
Autor/es: Gerald, Curtis F.; Wheatley, Patrick O.
Editorial: PEARSON ADDISON-WESLEY

ISBN(13): 9789706861344
Título: ANÁLISIS NUMÉRICO 7ª edición
Autor/es: Burden, Richard L.; Faires, J. Douglas
Editorial: INTERNACIONAL THOMSON EDITORES

Alternativamente al libro de texto recomendado en la bibliografía básica se pueden utilizar otros libros que cubren todo el contenido de esta asignatura:

•**"Análisis Numérico"**, BURDEN, R. L. y FAIRES, J. D.: ". Grupo Editorial Iberoamérica. Thomson International en México. 7ª Edición, 2002.

(Nota: También puede utilizarse el libro "Métodos Numéricos", de los mismos autores, editado por Thomson Internacional en México porque las diferencias con el anterior son mínimas: **"Métodos Numéricos"** (3ª edición), *J. Douglas Faires y Richard Burden*, Thomson Editores, España, 2004.)

•**"Análisis numérico con aplicaciones"**, GERALD, C. F. y WHEATLEY, P. O.: 6ª edición, Editorial Pearson Educación, Prentice Hall, Méjico, 2000.

Otra bibliografía complementaria:

•HILDEBRAND, F. B.: Introduction to Numerical Analysis, Dover, New York.

•COHEN, A. M.: Análisis Numérico, Ed. Reverté, Barcelona, 1982.

•KINCAID, D. Y CHENEY, W.: Análisis numérico: Las matemáticas del cálculo científico, Addison Wesley Iberoamericana, 1994.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Los estudiantes dispondrán de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que se pueden destacar:

•Las **bibliotecas** de los Centros Asociados, donde el estudiante dispone de la bibliografía básica recomendada y, al menos, de una parte de la bibliografía complementaria recomendada.

•El **Curso Virtual**. La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los estudiantes tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el curso virtual y establecer contacto con

el Equipo Docente de la Sede Central en los foros y a través del correo del curso virtual, así como con sus compañeros. **Se recomienda la participación del estudiante en las actividades del curso virtual, donde podrá encontrar información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica del curso, las pruebas de evaluación continua y el material didáctico complementario para la asignatura**. En concreto, el Equipo Docente proporcionará material aclaratorio de la referencia básica, también documentos de trabajo y ampliación, así como un **conjunto de ejercicios resueltos** de cada tema.

Por otra parte, existen algunos **lenguajes de programación de acceso libre** (gwbasic, maxima, octave,...) que, por su sencillez, pueden resultar útiles para la resolución de problemas de cálculo numérico y para probar algunos resultados. La Facultad de Ciencias de la UNED ha integrado para descarga un compendio de **herramientas informáticas** de cálculo y para presentación de trabajos científicos. Puede acceder a información en la página Descarga de software de la Facultad.

Para realizar los trabajos propuestos es necesario hacer uso de algún programa de cálculo simbólico o lenguaje de programación. Si bien existen soluciones comerciales (como Mathematica o Intel Compiler) es recomendable el uso de software libre o gratuito para el desarrollo de los códigos. Algunas de las librerías más comunes en computación permiten resolver directamente muchos de los problemas planteados. Recordamos que el objetivo de la asignatura no es hacer un uso mecánico de estas librerías, sino desarrollar soluciones propias que, eso sí, pueden compararse con los resultados obtenidos con ellas.

C, C++, FORTRAN

Existen compiladores gratuitos para Linux (gcc), MacOS (Xcode) y Windows (Visual Studio). Algunas librerías como GSL o Armadillo hacen más sencillo el trabajo con álgebra matricial. Librerías como LAPACK resuelven directamente muchos de los problemas planteados en los ejercicios, y pueden usarse para comparar los resultados con respecto a los desarrollos propios.

PYTHON

Es posible usar directamente el compilador de python o alguna de las suites de programación e IDE más usuales como anaconda, spyder o scipy. Librerías como matplotlib , numpy o pandas pueden facilitar también el trabajo de programación.

PROGRAMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO Y CÁLCULO NUMÉRICO

Existen programas como maxima u octave orientados al cálculo simbólico que pueden resultar menos complejos que la programación de alto nivel. Estos programas (además de los programas de pago Mathematica o Maple) resuelven con diversos comandos la mayor parte de los problemas planteados, por lo que pueden usarse para comparar las soluciones propias desarrolladas por los estudiantes.

También la UNED oferta a los estudiantes una versión gratuita de Maple. Maple es un

programa matemático de propósito general capaz de realizar cálculos simbólicos, algebraicos y de álgebra computacional.

Matlab es una plataforma de programación y de cálculo numérico utilizada por científicos e ingenieros para analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos. Su sintaxis está muy orientada al cálculo matricial y que permite la ejecución interactiva de instrucciones. Además de los cálculos de álgebra lineal, y otros cálculos numéricos, facilita la visualización científica de datos (experimentales o resultados de simulaciones), y también permite llevar a cabo cálculos simbólicos a través de un núcleo Maple. Matlab es un sistema comercial, al que los estudiantes tendrán acceso mediante una licencia "*campus-wide*" adquirida por la UNED. Los estudiantes tendrán la posibilidad tanto de instalárselo en sus ordenadores personales como de usarlo a través de la aplicación web de Matlab-online.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

gnuplot es un programa muy versátil para la representación de datos. Python, maxima y octave permiten también la representación usando funciones o librerías auxiliares. En última instancia, pueden usarse programas de ofimática como LibreOffice, OpenOffice, Excel o Numbers. El programa Easy Java Simulations, también de libre acceso, ofrece posibilidades de representación gráfica de funciones y de integración numérica.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.