

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todos los profesores de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible, se debe buscar la máxima presencialidad posible del estudiante siempre respetando las capacidades de los espacios asignados por el centro y justificando cualquier adaptación que se realice respecto a la memoria de verificación. Si la docencia de alguna asignatura fuese en parte online, deben respetarse los horarios tanto de clase como de tutorías). La planificación académica podrá sufrir modificaciones de acuerdo con la actualización de las condiciones sanitarias.

| | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-----------------|
| Asignatura | Álgebra Lineal Numérica | | |
| Materia | Matemática Aplicada | | |
| Módulo | Formación Avanzada | | |
| Titulación | Máster en Matemáticas | | |
| Plan | 645 | Código | 55038 |
| Periodo de impartición | Primer semestre | Tipo/Carácter | Optativo |
| Nivel/Ciclo | Máster | Curso | Primer semestre |
| Créditos ECTS | 3 | | |
| Lengua en que se imparte | Español | | |
| Profesor/es responsable/s | Ángel Durán Martín | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | angeldm@uva.es | | |
| Departamento | Matemática Aplicada | | |



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

En esta asignatura se pretende profundizar en los aspectos numéricos y computacionales del Álgebra Lineal, ya iniciados en asignaturas del Grado relacionadas, así como ilustrar su aplicación a problemas de la Física y la Ingeniería.

1.2 Relación con otras materias

Los contenidos de la asignatura enlazan directamente con los de las asignaturas del Grado en Matemáticas Cálculo Numérico (1º), Análisis Numérico y Ampliación de Análisis Numérico (3º).

1.3 Prerrequisitos

Se requiere una buena base en álgebra lineal y análisis numérico.



2. Competencias

2.1 Generales

- G1.- Capacidad de conocimiento del método científico.
- G2.- Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos.
- G3.- Capacidad crítica, de análisis y síntesis, y capacidad de interpretación.
- G4.- Capacidad de competencias metodológicas.
- G6.- Capacidades de comunicación.
- G7.- Capacidad de trabajo en equipo.
- G8.- Capacidad para el uso de las nuevas tecnologías.
- G10.- Capacidad de aprendizaje autónomo.

2.2 Específicas

- E1.- Adquisición de destrezas técnicas generales en el ámbito de una o varias áreas de las Matemáticas.
- E2.- Capacidad de comprensión de las bases teóricas y técnicas en las que se apoyan los conceptos y métodos de las materias propias de las Matemáticas.
- E3.- Capacidad para iniciarse en la investigación y/o aplicación de las Matemáticas.
- E6.- Capacidad de analizar problemas, detectando el posible uso de modelos matemáticos para contribuir a su comprensión y resolución.
- E12.- Capacidad para el ajuste de modelos matemáticos.
- E14.- Conocimiento con carácter general del software matemático de carácter profesional en las distintas disciplinas de las Matemáticas, y capacidad para orientar su aplicación según las situaciones y comprender sus limitaciones.
- E15.- Competencia para el diseño de técnicas computacionales y su análisis en los distintos ámbitos de las **Matemáticas**.
- E16.-** Adquirir recursos y destrezas para la comunicación de resultados en Matemáticas de forma clara, ante audiencias especializadas y no especializadas.



3. Objetivos

- Entender las herramientas para estimar los errores en los algoritmos y su aplicación para elegir métodos computacionales eficientes para el problema a estudio.
- Comprender los procesos de factorización para resolver sistemas lineales de manera directa.
- Entender la adaptación del algoritmo general a la resolución de sistemas lineales con estructura especial.
- Entender la diferencia entre problemas de mínimos cuadrados con rango máximo y con rango deficiente, así como su tratamiento numérico.
- Aprender el diferente tratamiento numérico de los problemas de autovalores en función de sus propiedades y conocer los algoritmos más apropiados en cada caso.
- Conocer los aspectos fundamentales de los métodos de Krylov para la resolución iterativa de sistemas lineales.
- Adquirir destreza en la programación con MATLAB de los algoritmos y procesos numéricos presentados a lo largo de la asignatura.
- Adquirir destreza en saber discriminar los algoritmos más convenientes en función de las características del modelo a estudio.



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Resolución numérica de sistemas lineales

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1.8

a. Contextualización y justificación

En este bloque se pretende profundizar en aspectos numéricos y computacionales de los sistemas lineales de ecuaciones, uno de los problemas más recurrentes en la modelización matemática

b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer la implementación y eficiencia de métodos directos e iterativos en el caso no singular.
- Conocer el tratamiento numérico y computacional de la resolución en el sentido mínimos cuadrados.
- Aprender a seleccionar y programar métodos de resolución adecuados en función del problema a estudio y su análisis numérico previo.

c. Contenidos

1. Introducción.
2. Métodos directos para la resolución de sistemas lineales.
3. Problemas lineales de mínimos cuadrados.
4. Métodos iterativos para la resolución de sistemas lineales.

d. Métodos docentes

Véase sección 5.

e. Plan de trabajo

1. Introducción (2 h.)
2. Métodos directos para la resolución de sistemas lineales (4 h.)
 - Sistemas generales.
 - Sistemas con estructura especial.
3. Problemas de mínimos cuadrados (6 h.)
 - Problemas con rango máximo.
 - Problemas con rango deficiente.
4. Métodos iterativos para la resolución de sistemas lineales (4 h.)
 - Revisión de métodos clásicos.
 - Métodos de Krylov.

f. Evaluación

Véase sección 7.

g Material docente

Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.

g.1 Bibliografía básica

- J. W. Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Philadelphia, 1997.
- G. H. Golub, Ch. F. Van Loan, Matrix Computations, 4th Ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 2013.
- L. N. Trefethen, D. Bau, III, Numerical Linear Algebra, SIAM Philadelphia, 1997.
- D. S. Watkins, Fundamentals of Matrix Computations, 2nd Ed., J. Wiley & Sons, New York, 2002.

g.2 Bibliografía complementaria

- A. Björk, Numerical Methods for Least Squares Problems, SIAM, Philadelphia, 1996.
- N. J. Higham, Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, Philadelphia, 2002.
- C. Moler, *Numerical Computing with MATLAB*,

Electronic edition: The MathWorks, Inc., Natick, MA, 2004. <http://www.mathworks.com/moler>

Print edition: SIAM, Philadelphia, 2004.

- C. Moler, Experiments with MATLAB, 2009, available at <http://www.mathworks.com/moler>
- Y. Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems, 2nd Ed., SIAM Philadelphia, 2011.

h. Recursos necesarios

Laboratorio con licencias MATLAB para la programación de sesiones de implementación de algoritmos desarrollados en clase.

i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|---|--------------------------------|
| Introducción (0.2 ECTS) | Septiembre-Octubre |
| Métodos directos para la resolución de sistemas lineales (0.4 ECTS) | Octubre |
| Problemas lineales de mínimos cuadrados (0.6 ECTS) | Octubre |
| Métodos iterativos para la resolución de sistemas lineales (0.4 ECTS) | Noviembre |



Bloque 1: Resolución numérica del problema de autovalores

Carga de trabajo en créditos ECTS: 1.2

a. Contextualización y justificación

En este bloque se pretende profundizar en aspectos numéricos y computacionales para el cálculo de autovalores y autovectores, un segundo problema que surge con frecuencia en los modelos.

b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer la implementación y eficiencia de métodos directos para problemas simétricos y no simétricos.
- Familiarizarse con el análisis numérico de algunos procedimientos iterativos.

c. Contenidos

1. Introducción.
2. Problemas de autovalores.
3. Métodos iterativos para problemas de autovalores.

d. Métodos docentes

Véase sección 5.

e. Plan de trabajo

1. Introducción (2 h.)
2. Problemas de autovalores (6 h.)
 - Problemas de autovalores no simétricos. Algoritmo QR.
 - Problemas simétricos y la descomposición en valores singulares.
3. Métodos iterativos para problemas de autovalores (4 h.)
 - Método de Rayleigh-Ritz.
 - Algoritmo de Lanczos.

f. Evaluación

Véase sección 7.

g. Material docente

Esta sección será utilizada por la Biblioteca para etiquetar la bibliografía recomendada de la asignatura (curso) en la plataforma Leganto, integrada en el catálogo Almena y a la que tendrán acceso todos los profesores y estudiantes. Es fundamental que las referencias suministradas este curso estén actualizadas y sean completas. Los profesores tendrán acceso, en breve, a la plataforma Leganto para actualizar su bibliografía recomendada ("Listas de Lecturas") de forma que en futuras guías solamente tendrán que poner el enlace permanente a Leganto, el cual también se puede poner en el Campus Virtual.

g.1 Bibliografía básica



- J. W. Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM Philadelphia, 1997.
- G. H. Golub, Ch. F. Van Loan, Matrix Computations, 4th Ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 2013.
- L. N. Trefethen, D. Bau, III, Numerical Linear Algebra, SIAM Philadelphia, 1997.
- D. S. Watkins, Fundamentals of Matrix Computations, 2nd Ed., J. Wiley & Sons, New York, 2002.

g.2 Bibliografía complementaria

- N. J. Higham, Accuracy and Stability of Numerical Algorithms, SIAM, Philadelphia, 2002.
- C. Moler, *Numerical Computing with MATLAB*,

Electronic edition: The MathWorks, Inc., Natick, MA, 2004. <http://www.mathworks.com/moler>

Print edition: SIAM, Philadelphia, 2004.

- C. Moler, Experiments with MATLAB, 2009, available at <http://www.mathworks.com/moler>
- Y. Saad, Numerical Methods for Large Eigenvalue Problems, 2nd Ed., SIAM Philadelphia, 2003.

h. Recursos necesarios

Laboratorio con licencias MATLAB para la programación de sesiones de implementación de algoritmos desarrollados en clase.

i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|---|--------------------------------|
| Introducción (0.2 ECTS) | Septiembre-Octubre |
| Problemas de autovalores (0.6 ECTS) | Noviembre-Diciembre |
| Métodos iterativos para problemas de autovalores (0.4 ECTS) | Diciembre |

5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Se impartirán clases expositivas presenciales utilizando el método de la lección magistral participativa. En ellas se expondrán los fundamentos teóricos y prácticos de cada bloque, fomentando la participación y la reflexión.
- Se realizarán sesiones de laboratorio con MATLAB, centradas en problemas concretos cuya implementación ilustre los contenidos teóricos.
- Se propondrán problemas prácticos para su resolución fuera del aula, ya sean de carácter individual o grupal. Dichos trabajos pueden ir acompañados de una breve exposición pública en el aula. Se informará a los alumnos de aquellos trabajos y/o exposiciones sujetas a evaluación.
- Se realizarán tutorías grupales o individuales para facilitar el trabajo de la asignatura.



6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾ | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS |
|--|-----------|--|-----------|
| Clases teóricas | 15 | Estudio autónomo | 25 |
| Clases con ordenador en aulas de informática | 8 | Programación u otros trabajos con ordenador | 10 |
| Tutorías y seminarios | 6 | Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos | 5 |
| Sesiones de evaluación | 1 | Documentación, consultas bibliográficas, internet | 5 |
| | | | |
| | | | |
| Total presencial | 30 | Total no presencial | 45 |
| TOTAL presencial + no presencial | | | 75 |

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la agenda.

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|---|-----------------------|---------------|
| Elaboración de un trabajo sobre un tema propuesto por el profesor y exposición oral del mismo | 50% | |
| Evaluación de problemas propuestos para su realización por el alumno | 50% | |

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Tanto para la convocatoria ordinaria como para la extraordinaria.

Respecto del trabajo realizado sobre el tema propuesto:

- Profundidad en la comprensión del tema analizado.
- Claridad en la redacción de la memoria.
- Soltura en la exposición oral del trabajo.
- Uso técnicas adicionales (experiencias de laboratorio, simulaciones con ordenador, etc.).

Capacidad de respuesta a las preguntas que se le formulan.

8. Consideraciones finales

En uso de la libertad de cátedra reconocida en la Constitución Española, ha de entenderse que, en función de los planteamientos académicos de los profesores que impartan esta asignatura, alguno de los planteamientos



generales aquí establecidos podrán variar por circunstancias sobrevenidas, lo cual, en su caso, se explicará a los alumnos matriculados y se hará constar en la información actualizada disponible en la Intranet de la Universidad de Valladolid



