

**Proyecto docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	Análisis Numérico		
<b>Materia</b>	Métodos Numéricos		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	Grado en Matemáticas		
<b>Plan</b>	394	<b>Código</b>	40016
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Cuatrimestre	<b>Tipo/Carácter</b>	OB
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Luis Mª Abia Llera		
<b>Departamento(s)</b>	Matemática Aplicada		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:abia@mac.uva.es">abia@mac.uva.es</a> , Tfno.: 983423796, Despacho A333, Facultad de Ciencias, Pº Belén nº 7, Campus Miguel Delibes, 47011-Valladolid		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

El aumento de la potencia de cálculo que proporcionan los actuales ordenadores ha propiciado una revolución de las Ciencias Aplicadas, y en particular de las Matemáticas, extendiendo la frontera del conocimiento varios órdenes de magnitud al hacer susceptible el tratamiento de modelos matemáticos de mayor complejidad, que de otro modo serían intratables. Los métodos numéricos conforman el núcleo de una nueva disciplina, la Computación Científica, en la que confluyen las Matemáticas, las tecnologías de la información y las ciencias aplicadas. Son muchos los problemas esencialmente matemáticos que tienen su origen e interés en problemas relacionados con la computación científica: aproximación de funciones, solución numérica de ecuaciones, optimización, etc. Ningún matemático debiera ser ajeno a las potencialidades y limitaciones de estas nuevas herramientas del quehacer científico.

La asignatura aborda desde un punto de vista matemático métodos fundamentales de interpolación y aproximación de funciones que se utilizan en el cálculo científico, con especial énfasis en la aproximación mínimos cuadrados y las técnicas basadas en funciones ortogonales, tanto desde el punto de vista teórico como computacional. La asignatura contribuye además a la madurez matemática del alumno, reforzando a otras materias del Grado de Matemáticas en la adquisición del rigor en el análisis, en la adquisición de destrezas para la exposición escrita de contenidos matemáticos, y el énfasis en la prueba de resultados matemáticos formulados en forma de teoremas.

### 1.2 Relación con otras materias

---

El Plan de Estudios del Grado de Matemáticas en la Universidad de Valladolid ya incluye en el primer curso una asignatura de métodos numéricos elementales: Interpolación de Lagrange, cuadratura numérica y derivación numérica, solución de ecuaciones no lineales y eliminación Gaussiana.

Esta asignatura amplía esos conocimientos profundizando en el análisis matemático de los métodos anteriores, y abordando nuevas técnicas y métodos: Splines e interpolación de Hermite, el problema de interpolación general, introducción a la teoría de aproximación mediante polinomios, polinomios ortogonales, transformada rápida de Fourier, etc... Estos algoritmos son indispensables en la computación científica, y su análisis profundiza en ideas fundamentales del Análisis Matemático, explotando la madurez matemática adquirida por los alumnos en los dos cursos anteriores del Grado. La implementación práctica de los algoritmos que se estudiarán en un lenguaje de programación de alto nivel (p.e. Matlab) ampliará la experiencia adquirida por los alumnos en sus asignaturas de Primer y Segundo curso de Grado.



### 1.3 Prerrequisitos

---

En esta asignatura se analizarán algoritmos básicos presentados en la asignatura de Cálculo Numérico de primer curso de Grado, por lo que es imperativo que los alumnos hayan cursado al menos dicha asignatura. También se presupone que el alumno está familiarizado con un lenguaje de programación de alto nivel (tipo Matlab), y que tenga experiencia en la programación de algunos de los métodos estudiados en primer curso.





## 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.
- G8. Conocer y utilizar recursos informáticos de carácter general y tecnologías de la información y las comunicaciones como medios de comunicación, organización, aprendizaje e investigación.
- G9. 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.
- G10. 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

### 2.2 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.







### 3. Objetivos

El alumno conocerá las técnicas de interpolación segmentaria, su utilidad, y el análisis del error asociado a ellas.

El alumno conocerá os métodos de aproximación funcional, con especial énfasis en la aproximación mínimos cuadrados y las técnicas basadas en polinomios ortogonales.

El alumno conocerá los aspectos algorítmicos de la transformada rápida de Fourier, y su impacto en la computación científica.

El alumno adquirirá experiencia computacional mediante la programación de los algoritmos estudiados para la solución efectiva de problemas computacionales relevantes.





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

Interpolación segmentaria. Splines. Interpolación multidimensional. Teoría general de la aproximación. El teorema de Weierstrass. Aproximación mínimos cuadrados. Polinomios ortogonales. Aproximación funcional discreta. El algoritmo de transformada rápida de Fourier (FFT)

#### Bloque 1: "Nombre del Bloque"

Carga de trabajo en créditos ECTS:

##### a. Contextualización y justificación

Ver contextualización de la asignatura al principio de este documento.

##### b. Objetivos de aprendizaje

El alumno conocerá las técnicas de interpolación segmentaria, su utilidad, y el análisis del error asociado a ellas.

El alumno conocerá los métodos de aproximación funcional, con especial énfasis en la aproximación mínimos cuadrados y las técnicas basadas en funciones ortogonales.

El alumno conocerá los aspectos algorítmicos de la transformación rápida de Fourier, y su impacto en la computación científica.

El alumno adquirirá experiencia computacional mediante la programación de los algoritmos presentados para la solución efectiva de problemas computacionales relevantes.

##### c. Contenidos

Interpolación segmentaria. Splines. Interpolación multivariable. Teoría general de la aproximación. El teorema de Weierstrass. Aproximación mínimos cuadrados. Polinomios ortogonales. Aproximación funcional discreta. El algoritmo de transformada rápida de Fourier (FFT)

##### 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.

#### 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.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Clases presenciales, de lunes a jueves, entre el 10 de septiembre y el 21 de diciembre, divididas entre clases teóricas, clases de problemas y clases en el laboratorio (una hora a la semana).

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación del curso en convocatoria ordinaria se basará en un examen final (70%), en la realización de exámenes parciales (20%) (un máximo de 2), y en el trabajo personal del alumno (prácticas), con un peso del 10%.

La evaluación del curso en convocatoria extraordinaria podrá basarse en el procedimiento de la convocatoria ordinaria, o en el alternativo en que el examen final tiene un peso del (90%), y las prácticas y trabajos un 10%. La calificación será la mejor de los dos procedimientos descritos.





### g. Bibliografía básica

---

1. David Kincaid y Ward Cheney, "Análisis Numérico. Las matemáticas del cálculo científico", Addison-Wesley Iberoamericana (1994), ISBN 0-201-60130-3. Versión en español de la obra "*Numerical Analysis of Scientific Computing*", por los mismos autores, publicada originalmente en inglés por Brooks/Cole Publishing Company (1991).
2. J. M. Sanz Serna, "Interpolación y mínimos cuadrados", Publicaciones del Departamento de Ecuaciones Funcionales, Depósito Legal VA-52-1980.
3. S. D. Conte y C. de Boor, "Elementary Numerical Analysis. An algorithmic Approach" 3ª ed., McGraw-Hill, New York, (1980). (Existe una edición en castellano editada por McGraw-Hill, México, 1985)
4. P. Henrici, "Elementos de análisis numérico", Ed. Trillas, (1972).

### h. Bibliografía complementaria

---

5. G. Dahlquist and Ake Björck, "Numerical Methods in Scientific Computing", Vol I, SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics), Philadelphia, PA, USA, (2008).
6. E. W. Cheney, "Introduction to Approximation Theory", McGraw-Hill, New York, 1966.
7. E. Isaacson and K. Keller, "Analysis of Numerical Methods", John Wiley, New York, 1966. (Un clásico para el análisis de los métodos numéricos)
8. L. N. Trefethen, "Approximation Theory and Approximation Practice", SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics), Philadelphia, PA, USA, (2013).

### i. Recursos necesarios

---

El curso se apoyará en notas de cátedra que estarán disponibles en el campus virtual según transcurre el curso.

La programación efectiva de los algoritmos de realizará en Matlab o Octave (software libre).

El horario de tutorías es de LMX, de 17h a 19h. Alternativamente, en el despacho del profesor, a cualquier otra hora, previa cita.

### j. Temporalización

---

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Interpolación y Aproximación	6	10/9/2019 a 20/12/2019



*Añada tantas páginas como bloques temáticos considere realizar*

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

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.

### 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.



**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORA S	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORA S
Clases teóricas	30	Estudio autónomo individual o en grupo	45
Resolución de problemas en grupos reducidos	10	Preparación y redacción de ejercicios u otros trabajos	20
Clases con ordenador en el aula informática	15	Programación/experimentación u otros trabajos con ordenador/laboratorio	20
Tutorías y seminarios incluyendo presentaciones de trabajos y ejercicios propuestos	2	Documentación: consultas bibliográficas, Internet	5
Sesiones de evaluación	3		
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>

**7. Sistema y características de la evaluación**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
<b>Convocatoria Ordinaria</b>		
Evaluación Continua: Hasta 2 Exámenes parciales	20%	
Evaluación Continua: Hasta 3 Prácticas de ordenador	10%	
Examen Final	70%	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>		
Examen de la convocatoria extraordinaria	90%	
Evaluación de prácticas del curso	10%	

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**
  - La calificación del examen oficial de la convocatoria ordinaria contribuye en un 70% en la calificación final del curso.
  - La evaluación continua implica la realización de hasta dos exámenes de una hora de duración a lo largo del cuatrimestre. El promedio de las calificaciones de estos exámenes contribuye en un 20% en la nota final del curso.
  - La evaluación de las prácticas del curso contribuye en un 10% en la calificación final del curso.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - La calificación del examen oficial de la convocatoria extraordinaria contribuye en un



90% en la calificación final del curso

- La evaluación de las prácticas del curso contribuye en un 10% en la calificación final del curso
- No obstante lo anterior, cuando el sistema de calificación de la convocatoria ordinaria favorezca al alumno, se elegirá esa opción.

## 8. Consideraciones finales

---

Este proyecto docente ha sido actualizado con fecha 10 de julio de 2019, y es conforme con lo establecido en la Memoria Verifica del actual Grado de Matemáticas.

Valladolid, a 10 de julio de 2019

