

## 27034 - Análisis funcional

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 27034 - Análisis funcional

**Centro académico:** 100 - Facultad de Ciencias

**Titulación:** 453 - Graduado en Matemáticas

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

Se trata de una asignatura optativa dentro del grado. Sus objetivos son el conocimiento y dominio de las técnicas de análisis en profunda relación con álgebra y topología (y en parte, geometría) que permiten una proyección a otras muchas áreas de estudio, en matemáticas y en otras disciplinas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir en cierta medida a su logro: Objetivo 4: Educación de calidad; Objetivo 5: Igualdad de género; Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico; Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras; Objetivo 10: Reducción de las desigualdades; Objetivo 17: Alianzas para lograr los objetivos.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Es una asignatura del primer semestre del cuarto curso del grado en Matemáticas, que pertenece al módulo *Ampliación de análisis matemático* junto con la asignatura obligatoria del primer semestre *Integral de Lebesgue* y la optativa del segundo semestre *Análisis de Fourier*. Las tres asignaturas de este módulo guardan una estrecha relación.

Los alumnos cursarán las asignaturas de este módulo tras haber cursado el módulo *Iniciación al análisis matemático*, formado por las asignaturas *Análisis matemático I* en el primer curso, *Análisis matemático II* en el segundo curso y *Variable compleja* en el tercer curso.

La asignatura *Análisis funcional*, así como las otras asignaturas del módulo *Ampliación de Análisis matemático*, representa una última etapa en la formación básica y general de un graduado en Matemáticas, en las materias del grado que tienen que ver con el análisis matemático.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda especialmente haber superado el módulo de *Iniciación al análisis matemático* y estar matriculado en la asignatura *Integral de Lebesgue*. Además, es conveniente haber cursado *Análisis funcional* el primer semestre si se desea cursar *Análisis de Fourier* el segundo semestre.

Asistencia atenta y continuada a las clases teóricas y prácticas.

Trabajo continuo del material que se suministre.

Utilización de las tutorías, cuyo horario se dará al comienzo del curso.

Los alumnos que no puedan asistir a clase deberían comunicárselo a los profesores.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

BÁSICAS Y GENERALES:

- CG1 - Poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a un nivel, que partiendo de la formación adquirida en la educación secundaria general, se apoya en textos avanzados e incluye algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas.
- CG2 - Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las competencias que se demuestran mediante la resolución de problemas en el área de las Matemáticas y de sus aplicaciones.
- CG3 - Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, particularmente en el área de las Matemáticas, para emitir juicios, usando la capacidad de análisis y abstracción, que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CG4 - Poder comunicar, de forma oral y escrita, información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado.
- CG5 - Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Matemáticas con un alto grado de autonomía.

#### TRANSVERSALES:

- CT1 - Saber expresar con claridad, tanto por escrito como de forma oral, razonamientos, problemas, informes, etc.
- CT2 - Aprender nuevos conocimientos y técnicas de forma autónoma.
- CT3 - Distinguir ante un problema lo que es sustancial de lo que es accesorio, formular conjeturas y razonar para confirmarlas o refutarlas, identificar errores en razonamientos incorrectos, etc.
- CT4 - Trabajar en equipos, tanto interdisciplinares como restringidos al ámbito de las matemáticas, participando en las discusiones que se generen.
- CT5 - Saber obtener información efectiva mediante recursos bibliográficos e informáticos.

#### ESPECÍFICAS:

- CE1 - Comprender y utilizar el lenguaje y método matemáticos. Conocer demostraciones rigurosas de los teoremas básicos de las distintas ramas de la Matemática.
- CE2 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- CE3 - Resolver problemas matemáticos mediante habilidades de cálculo básico y otras técnicas.
- CE6 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas y utilizar dichos recursos en idiomas modernos, especialmente inglés.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

El alumnado alcanzará una buena comprensión del análisis matemático en su conexión profunda con el álgebra y la topología, culminando de esta forma la visión del análisis en el grado de Matemáticas. En particular, se llegará a

- Conocer las formas analítica y geométrica del teorema de Hahn-Banach y algunas de sus principales consecuencias.
- Comprender lo que la completitud implica en relación con los espacios normados, las aplicaciones lineales continuas entre este tipo de espacios, y los espacios con producto escalar.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Proporcionan una formación básica para profundizar en temas del análisis matemático. Permiten comprender las disciplinas que motivaron, principalmente, el desarrollo del análisis funcional: la mecánica cuántica y las ecuaciones diferenciales e integrales.

# 3. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La evaluación se realizará mediante un sistema de evaluación continua, que constará de 4 pruebas, que se calificarán, cada una, sobre 25 puntos. La calificación final, sobre 100 puntos, será la suma de las calificaciones obtenidas en estas pruebas. Se superará el curso con una calificación de 50 puntos o superior.

La fecha de cada una de estas 4 pruebas se fijará con suficiente antelación y, en caso de tener que realizarse fuera del horario habitual de clase, se garantizará que todos los estudiantes puedan realizarlas.

Cada una de estas pruebas constará tanto de preguntas teóricas, que consistirán en preguntas sobre definiciones o demostraciones de resultados vistos en clase, como de resolución de ejercicios prácticos, que consistirá en la resolución de ejercicios similares a los tratados en el aula y los propuestos en el material proporcionado por el profesor.

Se evaluará la capacidad de proporcionar definiciones correctas y demostraciones correctas de los principales resultados tratados en la asignatura, así como la capacidad de resolver distintos problemas, de manera correcta y apoyándose en los

resultados y definiciones vistos en la asignatura.

El alumnado tendrá derecho a la realización de una prueba global, en la fecha de las convocatorias oficiales marcadas por la Facultad de Ciencias.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

Clases magistrales con conceptos y resultados teóricos y ejercicios modelo.

Clase de problemas para practicar y afianzar los conceptos y resultados teóricos adquiridos.

Problemas propuestos para trabajo personal del alumno.

Uso de Moodle para facilitar material y la comunicación

Tutorías individuales de carácter voluntario.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

Se contemplan las siguientes actividades del aprendizaje:

- Clases magistrales con conceptos y resultados teóricos y ejercicios modelo.
- Clases de problemas para practicar y afianzar los conceptos y resultados teóricos.
- Problemas propuestos para trabajo personal del alumno.
- Tutorías individuales de carácter voluntario.
- Tareas de evaluación. Varios exámenes de evaluación continua se realizarán durante el periodo de clases así como un examen final global para los alumnos que no superen el curso mediante la evaluación continua.
- Uso de la plataforma Moodle ( <https://moodle.unizar.es/add/>) para proporcionar el material.

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza dispongan realizarlas de forma telemática o semitelemática con aforos reducidos rotatorios.

### 4.3. Programa

1. Espacios normados y de Banach.
2. Espacios  $L_p(\mu)$
3. Modos de convergencia de sucesiones de funciones
4. Espacios de Hilbert
5. Teoría espectral de operadores compactos autoadjuntos en espacios de Hilbert sobre  $\mathbb{C}$ .
6. Los teoremas fundamentales del Análisis Funcional: Teorema de Hahn-Banach, Teorema de la aplicación abierta y Teorema de Banach-Steinhaus.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Se impartirán cuatro horas semanales de clase presencial durante todo el semestre.

Se realizarán cuatro pruebas de evaluación continua a lo largo del semestre. Las fechas serán fijadas de acuerdo con los alumnos con suficiente antelación.

Se realizará un examen global para aquellos estudiantes que no superen el curso mediante la evaluación continua, cuya fecha se fijará por la Facultad de Ciencias.

El periodo de exámenes finales y las fechas concretas de los mismos, así como el calendario académico en general, pueden consultarse en la página web de la Facultad de Ciencias, <https://ciencias.unizar.es/calendario-y-horarios>.

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- Análisis funcional / Bernardo Cascales Salinas ... [et al.] Murcia : Electrolibris ; [Madrid] : Real Sociedad Matemática Española, D.L. 2013.
- Rudin, Walter: Análisis real y complejo / Walter Rudin ; traducción José María Martínez Ansemil . - 3a. ed. Madrid[etc] : McGraw-Hill, cop. 1987.
- Conway, John B.: A course in functional analysis / John B. Conway New York : Springer, 1985.
- Rudin, Walter: Functional Analysis, McGraw-Hill, 1973.
- Meise, R. y Vogt, D.: Introduction to Functional Analysis, Oxford Sci. Pub., Clarendon Press, 1997.
- Horvath, J.: Topological Vector Spaces and Distributions, Addison Wesley, 1966.

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=27034>