

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA  
**ANÁLISIS FUNCIONAL**

(Fecha última actualización: 10/05/18)  
 (Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 10 / 05/2018)

| MÓDULO   | MATERIA            | CURSO | SEMESTRE   | CRÉDITOS | TIPO        |
|--|--------------------|-------|--|----------|-------------|
| Análisis Matemático  | Análisis Funcional | 3º    | 1º   | 6        | Obligatoria |
| PROFESORES   |                    |       | DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS   |          |             |
| Rafael Payá Albert   |                    |       | Facultad de Ciencias<br>Sección de Matemáticas<br>Departamento de Análisis Matemático Despacho nº 5<br>Teléfono: 958 243275  |          |             |
|  |                    |       | Correo electrónico:<br><a href="mailto:rpaya@ugr.es">rpaya@ugr.es</a>  |          |             |
|  |                    |       | Página Web:<br><a href="http://www.ugr.es/~rpaya/">http://www.ugr.es/~rpaya/</a>   |          |             |
|  |                    |       | HORARIO DE TUTORÍAS  |          |             |
|  |                    |       | Los horarios de tutorías pueden consultarse en_<br><a href="http://analisismatematico.ugr.es/pages/organizacion">http://analisismatematico.ugr.es/pages/organizacion</a> |          |             |
|  |                    |       | HORARIO DE TUTORÍAS  |          |             |
|  |                    |       | L 18h-19h, M 11h-13h y 16h-18h, J 10h-11h  |          |             |
| GRADO EN EL QUE SE IMPARTE   |                    |       | OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR   |          |             |
| Doble Grado en Matemáticas e Informática   |                    |       | Grado en Matemáticas   |          |             |
| PRERREQUISITOS   |                    |       |  |          |             |
| Tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias de los dos primeros cursos del Grado |                    |       |  |          |             |

en Matemáticas.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

- Espacios normados.
- Espacios de Hilbert.
- Operadores compactos en espacios de Hilbert.
- Dualidad en espacios normados.
- Topologías débiles.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES

- CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- CG01 - Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de las distintas materias que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en esta propuesta de título de Grado en Matemáticas.
- CG02 - Saber aplicar esos conocimientos básicos y 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 de las Matemáticas y de los ámbitos en que se aplican directamente.
- CG03 - Saber reunir e interpretar datos relevantes (normalmente de carácter matemático) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CG04 - Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG06 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.

##### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos y a los principios de accesibilidad universal, igualdad ante la ley, no discriminación y a los valores democráticos y de la cultura de la paz.
- CT01 - Desarrollar cierta habilidad inicial de "emprendimiento" que facilite a los titulados, en el futuro, el autoempleo mediante la creación de empresas.

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las



matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.  
CE02 - Conocer demostraciones rigurosas de teoremas clásicos en distintas áreas de Matemáticas.  
CE03 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.  
CE04 - Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) y distinguir las de aquellas puramente accidentales, y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.  
CE05 - Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos.  
CE06 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.  
CE07 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- \* Capacidad de abstracción para el estudio de problemas típicos del Análisis Matemático desde un punto de vista funcional, comprendiendo las ventajas de los métodos funcionales para la resolución de diversos problemas.
- \* Familiaridad con algunos espacios de funciones de uso constante en Análisis Matemático y en sus Aplicaciones: espacios de funciones continuas, diferenciables, analíticas o armónicas, integrables, etc.
- \* Preparación para estudios posteriores tanto en Análisis Matemático como en otras ramas de la Matemática. Esta materia es imprescindible para una posterior iniciación a la investigación en Matemáticas.

#### TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

##### **Tema1: Espacios normados.**

Conceptos básicos y ejemplos.  
Operadores y funcionales lineales continuos.  
Complitud. Teorema del punto fijo de Banach.  
Series y bases.  
Dual de un espacio normado. Ejemplos.  
Producto y cociente de espacios normados.  
Espacios normados de dimensión finita.

##### **Tema2: Espacios de Hilbert.**

Productos escalares. Espacios prehilbertianos.  
Proyección sobre un convexo cerrado. Teorema de la proyección ortogonal.  
Teorema de Riesz-Fréchet. Dual de un espacio de Hilbert.  
Bases ortonormales.

##### **Tema3: El teorema de Hahn-Banach.**

El Teorema de Hahn-Banach: forma analítica y geométrica.



Separación de conjuntos convexos.  
Subespacios complementados. Cociente de espacios normados.  
Dual de un subespacio y de un cociente.  
Bidual de un espacio normado. Espacios reflexivos.  
La topología débil de un espacio normado y la topología débil-\* de su dual.

**Tema 4: El principio de acotación uniforme y el teorema de la gráfica cerrada.**

Lema de categoría de Baire.  
El Teorema de Banach-Steinhaus.  
Teoremas de la aplicación abierta y de la gráfica cerrada.

**Tema 5: Operadores compactos.**

Teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos en espacios de Hilbert.

Teoría de Riesz-Schauder en espacios normados. Alternativa de Fredholm.

**TEMARIO PRÁCTICO.** Las prácticas de esta asignatura consisten en la resolución de ejercicios y problemas relacionados con los contenidos teóricos.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

BREZIS, H.: *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer, 2011.

MacCLUER, B.D.: *Elementary Functional Analysis*. Springer, 2009.

Apuntes del Prof. Rafael Payá: <http://www.ugr.es/~rpaya/cursosanteriores.htm>

RINNE, P.R.; YOUNGSON, M.A.: *Linear Functional Analysis*. 2nd ed. Springer, 2008.

WILLEM, M.: *Functional Analysis. Fundamentals and Applications*. Birkhäuser, 2010.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

BERBERIAN, S.K.: *Lectures in Functional Analysis and Operator Theory*. Springer-Verlag, New York, 1974.

CONWAY, J.K.: *A Course in Functional Analysis*, Springer-Verlag. New York, 1990.

DIEUDONNÉ, J.: *History of Functional Analysis*. North-Holland, Amsterdam, 1981.

RUDIN, W.: *Functional Analysis*. McGraw-Hill, New York, 1973.

**ENLACES RECOMENDADOS**

<http://mathworld.wolfram.com/topics/FunctionalAnalysis.html>

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/index.html>

**METODOLOGÍA DOCENTE**

La práctica docente combinará el método expositivo (clases teóricas, lección magistral) con clases prácticas (resolución de ejercicios y problemas) y tutorías individuales o colectivas (resolución de dudas), centrándose en el trabajo del estudiante (autónomo o en grupo) para lograr un aprendizaje basado en la adquisición de competencias.



Con la siguiente distribución aproximada:

- Un 30 % de docencia presencial en el aula (45 horas).
- Un 10 % para talleres de problemas y su evaluación (15 horas).
- Un 60 % de estudio individualizado del alumno, búsqueda, consulta y tratamiento de información y resolución de problemas. (90 horas)

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

**Evaluación continua. Convocatoria ordinaria.**

Exámenes teóricos de conocimientos y resolución de problemas donde se valorarán los conocimientos adquiridos por el alumno, especialmente, su capacidad para la aplicación de los mismos a situaciones concretas.

Examen parcial a realizar en fecha que se fijará con suficiente antelación. Contenido: la parte del programa explicado hasta la fecha del examen. Valoración: 20%.

Examen final a realizar en la fecha que se fije al respecto. Contenido: la totalidad del programa explicado. Valoración: 60%.

Relaciones de ejercicios y trabajos para hacer en casa y entregar por escrito. Valoración: 20%.

La calificación global corresponderá a la calificación numérica ponderada de los distintos aspectos que integran el sistema de evaluación.

**Evaluación final única** (artículo 8 de la “Normativa de Evaluación” aprobada en Consejo de Gobierno el 20 de mayo de 2013). Aquellos estudiantes que no puedan acogerse por diversos motivos al plan de evaluación anterior podrán someterse a un proceso de evaluación única final, solicitándolo al Director del Departamento de Análisis Matemático durante las dos primeras semanas de impartición de la asignatura. Dicha evaluación consistirá en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura con diversas cuestiones teórico prácticas que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en esta guía docente.

**Convocatoria Extraordinaria.**

Examen teórico-práctico en el que se valorará tanto la adquisición de conocimientos como la capacidad de aplicación de los mismos a situaciones prácticas para la resolución de problemas: 100%.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada, que puede consultarse en:

<http://www.ugr.es/~minpet/pages/enpdf/normativaevaluacionycalificacion.pdf>

El calendario de exámenes ordinarios y extraordinarios puede ser consultado en:

<http://grados.ugr.es/matematicas/pages/infoacademica/convocatorias>

RÉGIMEN DE ASISTENCIA



La asistencia a las clases teóricas y prácticas y la participación activa en las mismas es de importancia decisiva para la adquisición de los conocimientos y competencias de esta asignatura. Se harán controles periódicos de asistencia y los alumnos que se acojan a la evaluación continua no podrán tener más de un 25% de ausencias en el total de los controles realizados. Para los demás alumnos la asistencia a las clases no será obligatoria.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

Para que conste a los efectos oportunos, el Departamento de Análisis Matemático, en sesión ordinaria del Consejo de Departamento celebrada el día \_\_\_\_\_, aprobó la presente guía docente.

Fecha, firma y sello Fdo: El Director/a o Secretario/a



*ugr* | Universidad  
de Granada

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
<http://grados.ugr.es>