



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales / [Advanced Course in Partial Differential Equations](#)

### 1.1. Código / Course number

30074

### 1.2. Materia / Content área

Partial Differential Equations, theory and applications

### 1.3. Tipo / Course type:

Formación optativa / [Optional topic](#)

### 1.4. Nivel / Course level:

Máster M2 / [Master M2](#)

### 1.5. Curso / Year:

2015/2016

### 1.6. Semestre / Semester

Segundo / [Second \(Spring semester\)](#)

### 1.7. Número de créditos / Credit allotment

8 créditos ECTS / [8 ECTS credits](#)

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Se supone que el estudiante conoce la teoría básica de ecuaciones en derivadas parciales, así como los fundamentos de disciplinas afines como análisis funcional (distribuciones, operadores lineales en espacios de Hilbert, teoría básica de los espacios de Sobolev,...), cálculo de variaciones, ecuaciones diferenciales ordinarias y teoría de la medida. La mayoría de este material se cubre en los cursos de "[Ecuaciones en Derivadas Parciales](#)"



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

junto con los "*Fundamentos de Análisis Matemático*", que se imparten durante el primer semestre del máster, o en los cursos del grado. Se usarán diversas ideas de física, geometría y probabilidad a nivel de grado, y se explicarán al usarlas.

El uso del inglés es requerido. Se usará el castellano cuando sea conveniente.

We assume a reasonable knowledge of the theory of PDEs, as well as fundamentals of related disciplines: Functional analysis (linear operators in Hilbert spaces, basic theory of Sobolev spaces,...), Calculus of Variations, ODEs and Measure Theory. Most of this material is covered in the PDE master course of the first semester, in the "Fundamentals of Mathematical Analysis", and in undergraduate courses. Ideas of physics, geometry and probability will be used at the graduate level, and explained when used.

English will be the working language. Spanish will be used if and when convenient.

### 1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es muy recomendada, las ausencias han de ser justificadas.

**Attendance is highly recommended, occasional absence must be justified.**

### 1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Profesor / **Professor** Juan Luis Vázquez Suárez  
Departamento de / **Department of** Mathematics  
Facultad de Ciencias / **Faculty of** Sciences  
Despacho - Módulo / **Office** 406, módulo 17  
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 4935  
Correo electrónico/**Email**: juanluis.vazquez@uam.es  
Página web/**Website**: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/jvazquez](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jvazquez)  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: a determinar / to be agreed

### 1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

Este curso está dirigido a estudiantes con conocimientos medios de la teoría de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y se centrará en el desarrollo avanzado de la teoría de ecuaciones elípticas y parabólicas, con énfasis en las



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

ecuaciones de tipo no lineal cuya relevancia es grande en la investigación actual. Los objetivos principales que se persiguen con este curso son que el alumno se familiarice con una amplia clase de conceptos, métodos y resultados y sepa apreciar la potencia de los modelos. Algunos de los temas seleccionados permitirán además al estudiante familiarizarse con líneas de investigación en curso en esta universidad, que informen al estudiante sobre la práctica y dificultades de la investigación en el área.

This course is aimed at students with fairly good knowledge of the theory of partial differential equations, and it will focus on the advanced development of the theory of elliptic and parabolic equations, with emphasis on the non-linear equations whose relevance is remarkable in current research. The main objectives pursued in this course is that students become familiar with a broad class of concepts, methods and that they will appreciate the power of the models. Some selected issues will also allow students to become familiar with work lines very present in this university to inform the students about the real difficulties of research in the area.

## Contenidos del programa / [Course contents](#)

- 1-Selección de modelos de ecuaciones elípticas y parabólicas, lineales y no lineales, en las teorías de la difusión, los fluidos y la geometría.
- 2-Generación de semigrupos. Estimaciones a priori.
- 3-Conceptos de solución. Soluciones débiles, viscosas, entrópicas y otras, con sus relativas ventajas.
- 4-Propagación finita. Ecuaciones no lineales degeneradas. Principio del Máximo Fuerte o Fronteras libres. Descripción geométrica, regularidad, expansión,...
- 5-Comportamiento asintótico (cuando el tiempo va a infinito). Los métodos de entropía. Estabilización.
- 6-Difusión anómala, en la teoría y en la ciencia. El papel de los operadores fraccionarios.
- 7-Reacción difusión. El problema de explosión o blowup. El modelo llamado de Fisher KPP y las ondas viajeras.
- 8-Ecuaciones en variedades. Ecuaciones sobre el espacio hiperbólico.

- Selection of elliptic and parabolic models, both linear and nonlinear in the theories of diffusion, fluid mechanics and geometry.
- Generation of semigroups. A priori estimates.
- Concepts Solution. Weak, viscous, entropic and other concepts, with their relative merits.
- Finite Propagation. Degenerate nonlinear equations. Strong Maximum Principle or Free Boundaries. Geometric description, regularity, expansion, ...
- Asymptotic behavior (as time goes to infinity). Entropy methods. Stabilization.
- Anomalous diffusion, in theory and in science. The role of fractional operators.
- Reaction diffusion. The problem of explosion or blowup. The so-called Fisher KPP model and the role of traveling waves.
- Equations on manifolds. Equations on the Hyperbolic space.



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

## 1.12. Referencias de consulta / Course bibliography

[Br] Brezis, H. "Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations". Universitext. *Springer, New York, 2011.*

[Ev] Evans, L. C. (1998). "Partial Differential Equations", *Graduate Studies in Mathematics, Vol. 19, AMS.*

[S] S. Salsa, "Partial Differential Equations in Action: from Modelling to Theory". *Springer-Verlag, New York, 1991.*

[V] Juan Luis Vázquez, "The Porous Medium Equation. Mathematical Theory", Oxford Univ. Press, 2007.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

El material básico se cubrirá en clases convencionales. Parte de los temas avanzados serán asignados a los estudiantes para estudio individual. Se espera que los estudiantes presenten estos temas en el aula. Se entregarán ejercicios.

The basic material will be covered in standard lectures. Part of the more advanced topics will be assigned to the students for individual study. The students are expected to present these topics in the classroom. Exercises will be assigned.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	
Presencial	Clases teóricas	42h (21%)	66h (33%)
	Tutorías programadas a lo largo del semestre	14h (7%)	
	Seminarios y trabajos	8h (4%)	
	Examen final	2h (1%)	



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

		Nº de horas	
No presencial	Elaboración de problemas	40h (20%)	134h (67%)
	Estudio semanal	88h (44%)	
	Preparación del examen (presentación)	6h (3%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 8 ECTS		200 h	

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

##### **EVALUACIÓN ORDINARIA**

La nota final será la media entre la evaluación continua (problemas y exposiciones; peso 50%) y el examen final (peso 50%). Más detalles serán dados al comienzo del curso.

##### **EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA**

Examen final 100%

##### **ORDINARY EVALUATION**

The final grade will be obtained as the average of the continuous assessment (problems and expositions; weight 50%) and the final exam (50%). More details will be given at the beginning of the course.

##### **EXTRAORDINARY EVALUATION**

Final exam 100%

#### 5. Cronograma\* / Course calendar

6.

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1-2	Capítulo 1	8	16
3	Capítulo 2	4	8
4	Capítulo 3	4	8
5-6	Capítulo 4	8	16



Asignatura: Curso avanzado de Ecuaciones Derivadas Parciales  
Código: 30074  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8

7-8	Capitulo 5	8	16
9-10	Capitulo 6	8	16
11-2	Capitulo 7	8	16
12-13	Capitulo 8	8	16
14-16	evaluaciones	14	18

\*Este cronograma tiene carácter orientativo / [Tentative](#)