



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Curso Avanzado de Estadística / [Advanced Course in Statistics](#)

### 1.1. Código / Course number

30075

### 1.2. Materia / Content area

Estadística / [Statistics](#)

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / [Elective course](#)

### 1.4. Nivel / Course level

Máster M2 / [Master M2](#)

### 1.5. Curso / Year

2014-2015

### 1.6. Semestre / Semester

2º / [2nd \(Spring semester\)](#)

### 1.7. Idioma / Language

Español e inglés. (El curso se podrá impartir en inglés siempre y cuando, al menos, un alumno internacional matriculado en la asignatura lo solicite). / [Spanish and English. \(The course can be taught in English if at least one officially registered international student requests so\).](#)

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Conocimientos de probabilidad a nivel de *Probabilidad I*.  
Conocimientos de estadística a nivel de *Estadística I* (ver Plan de Estudios de Grado en Matemáticas).

[Background on Probability Theory at the level of the course \*Probability I\*.](#)  
[Statistical training at the level of the course \*Statistics I\* \(see the](#)



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

corresponding Programmes in the webpage of the Mathematics Department).

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

**60% de las clases / 60% of the classes**

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

Docente(s) / Lecturer(s) Antonio Cuevas  
Departamento de Matemáticas / Department of Mathematics  
Facultad / Faculty Ciencias  
Despacho - Módulo / Office - Module 01.17.503  
Teléfono / Phone: +34 91 4973810  
Correo electrónico/Email: antonio.cuevas@uam.es  
Página web/Website: <http://www.uam.es/antonio.cuevas>  
Horario de atención al alumnado/Office hours: Miércoles de 11:30 a 13:00 h / Wednesdays from 11:30 to 13:30 h.

### 1.11. Objetivos del curso / Course objectives

El curso está dividido en dos partes relativamente independientes pero conectadas por su adscripción a la metodología *estadística infinito-dimensional*, (es decir, al estudio de los procedimientos estadísticos en los que el parámetro de interés y/o los datos son elementos de un espacio de dimensión infinita, típicamente un espacio funcional):

- 1) *Una introducción a la metodología estadística con datos funcionales*, con especial énfasis en los métodos de clasificación no supervisada (o *clustering*) y supervisada (también llamada *análisis discriminante*).
- 2) *Estimación funcional no paramétrica*: estimación de las funciones de distribución, de densidad y de regresión.

En el curso se presentarán los aspectos teóricos esenciales y se ilustrarán las aplicaciones prácticas utilizando el lenguaje de programación R.

The course is divided into two parts, relatively independent but linked by their membership to the *infinite-dimensional statistical methodology* (that is, the study of those statistical problems where the parameter of interest and/or the sample data are elements of an infinite-dimensional space, typically a function space):



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

- 1) An introduction to the statistical methodology with functional data, with a special focus on the supervised/unsupervised classification procedures (discriminant analysis/clustering).
- 2) Nonparametric functional estimation: estimation of the cumulative distribution function, the density and the regression function.

## 1.12. **Contenidos del programa / Course contents**

### **1. Una introducción a la metodología estadística con datos funcionales / An introduction to the statistical methodology with functional data**

- 1.1 Planteamiento general. Ejemplos. Datos longitudinales y datos funcionales. Análisis exploratorio de datos funcionales. Medidas de profundidad.  
*General setup. Examples. Longitudinal data and functional data. Exploratory data analysis with functional data. Depth measures.*
- 1.2 Fundamentos probabilísticos: elementos de teoría de probabilidad en espacios infinito-dimensionales.  
*Probability background: elements of probability theory in infinite-dimensional spaces.*
- 1.3 El problema de clasificación supervisada (o discriminación). Planteamiento y resultados básicos. El caso funcional: sus diferencias con el problema análogo en dimensión finita.  
*The problem of supervised classification (or discrimination). Statement and basic results. The functional case: main differences with the analogous problem in finite dimension.*
- 1.4 Regresión y análisis de la varianza con datos funcionales. Metodología funcional de componentes principales.  
*Regression and analysis of variance with functional data. Functional methodology of principal components.*
- 1.5 El problema de clasificación no supervisada (o análisis de conglomerados) con datos funcionales.  
*The problem of non-supervised classification (clustering) with functional data.*
- 1.6 Aspectos computacionales: análisis de datos funcionales con **R** (programa 'fda.usc')  
*Computational issues: functional data analysis with **R** (software 'fda.usc')*



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

## 2. Estimación funcional no paramétrica y sus aplicaciones / Nonparametric functional estimation and its applications

- 2.1 Introducción y motivación. Estimación de la función de distribución. Algunas desigualdades importantes.  
*Introduction and motivation. Estimation of the cumulative distribution function. Some important inequalities.*
- 2.2 Estimación no paramétrica de las funciones de densidad y de regresión.  
*Nonparametric estimation of the density and the regression function.*
- 2.3 Definición de los principales estimadores: conceptos básicos, ejemplos, propiedades asintóticas.  
*Definition of the main estimators: basic notions, examples, asymptotic properties.*
- 2.4 El problema de selección de los parámetros de suavizado.  
*The problem of choice of the smoothing parameters.*
- 2.5 Estimación de conjuntos. Estimación del soporte y de conjuntos de nivel. Algunos resultados básicos.  
Aplicaciones.  
*Set estimation. Support and level set estimation. Some basic results. Applications.*
- 2.6 Aspectos computacionales: el software R.  
*Computational aspects: the R software*

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

1. Baíllo, A., Cuevas, A., and Fraiman, R. (2011). Classification methods for functional data. En *Oxford Handbook of Functional Data Analysis*, pp. 259-297. F. Ferraty and Y. Romain, eds. Oxford University Press.
2. Cuevas, A. (2009). Set estimation: another bridge between statistics and geometry. *BEIO*, 25, 71-85.
3. Cuevas, A. y Fraiman, R. (2009). Set estimation. In *New Perspectives on Stochastic Geometry*, W.S. Kendall and I. Molchanov, eds., pp. 374-397. Oxford University Press.
4. Cuevas, A. (2014). A partial overview of the theory of statistics with functional data. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 147, 1-23.
5. Devroye, L., Györfi, L. and Lugosi, G. (1996). *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. Springer-Verlag.
6. Febrero-Bande, M., Oviedo de la Fuente and M. (2011). fda.usc: Functional Data Analysis and Utilities for Statistical Computing (fda.usc). R package version 0.9.4. <http://CRAN.R-project.org/package=fda.usc>.
7. Ferraty, F. and Vieu, P. (2006). *Nonparametric Functional Data Analysis. Theory and Practice*. Springer.



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

8. Grenander, U. (1981). *Abstract Inference*. Wiley.
9. Györfi, L., Kohler, M., Krzyżak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*. Springer-Verlag.
10. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
11. Maindonald, J. and Braun, J. (2003). *Data Analysis and Graphics Using R*. Cambridge University Press.
12. Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2005). *Functional Data Analysis* (2ª ed.). Springer.
13. Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2002). *Applied functional data analysis methods and case studies*. Springer.
14. Scott, D.W. (1992). *Multivariate density estimation: theory, practice and visualization*. Wiley.
15. Simonoff, J.S. (1996). *Smoothing Methods in Statistics*. Springer.
16. VV.AA. (2011). *The Oxford Handbook of Functional Data Analysis*, F. Ferraty and Y. Romain, eds. Wiley.
17. Wand, M.P. and Jones, M.C. (1995). *Kernel Smoothing*. Chapman & Hall.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

Clases presenciales y discusión personal a través de tutorías o lecturas dirigidas. Presentación de trabajos.

Classroom sessions and personal discussion via tutorship activities or guided readings. Written essays based on the classroom materials.

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

		Nº de horas	
Presencial	Clases teóricas	42h(21%)	68h (33%)
	Clases prácticas	4 h (2%)	
	Tutorías	10 h (5%)	
	Seminarios y trabajos	10 h (5%)	
	Examen final / proyecto	2h (1%)	
No	Elaboración de problemas	80h(40%)	132h



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

		Nº de horas	
presencial	Estudio semanal	46h(23%)	(66%)
	Preparación del examen	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**

Examen y/o elaboración y presentación oral de un trabajo: 50% de la nota final.

Entrega de ejercicios, presentaciones orales y participación en clase: 50% de la nota final.

Final exam (elaboration and oral presentation of a research or review work): 50% of final mark.

Assignments and active participation in lectures: 50% of final mark.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA / Make up exam:

Examen ante tribunal de Máster / Examination by a committee.

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

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Repaso de algunos conceptos básicos / Brief revision of some basic concepts	3	4
2	Apartado 1.1	3	6
3	Apartado 1.2	3	7
4	Apartado 1.3	3	9
5	Apartado 1.4	3	4
6	Apartado 1.5	3	8



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística  
Código: 30075  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones  
Nivel: Máster M2  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 8 ECTS

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
7	Apartado 1.6	3	9
8	Apartado 2.1	3	6
9	Apartado 2.2	3	8
10	Apartado 2.3	3	8
11	Apartado 2.4	3	7
12	Apartado 2.5	3	7
13	Apartado 2.6	3	8
14	Exposición de trabajos por los alumnos / <a href="#">presentation of students' works</a>	3	7
15	Exposición de trabajos por los alumnos / <a href="#">presentation of students' works</a>	3	7

\*Este cronograma tiene carácter orientativo / [This course calendar should be considered just as an approximate guidance.](#)