

## 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](#)

2011-2012

### 1.6. Semestre / [Semester](#)

2º / [2nd \(Spring semester\)](#)

### 1.7. Número de créditos / [Credit allotment](#)

8 créditos ECTS / [8 ECTS credits](#)

### 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\* \(see the corresponding Programmes in the webpage of the Mathematics Department\).](#)

## 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) *Estimación funcional no paramétrica*: estimación de las funciones de distribución, de densidad y de regresión.
- 2) *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*).

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):

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

The main theoretical ideas behind these topics will be analyzed during the course. Some practical illustrations will be presented using the R software.

## 1.12. Contenidos del programa / Course contents

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

- 1.1 Introducción y motivación. Estimación de la función de distribución. Algunas desigualdades importantes.  
Introduction and motivation. Estimation of the cumulative distribution function. Some important inequalities.
- 1.2 Estimación no paramétrica de las funciones de densidad y de regresión.  
Nonparametric estimation of the density and the regression function.
- 1.3 Definición de los principales estimadores: conceptos básicos, ejemplos, propiedades asintóticas.  
Definition of the main estimators: basic notions, examples, asymptotic properties.
- 1.4 El problema de selección de los parámetros de suavizado.  
The problem of choice of the smoothing parameters.
- 1.5 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.
- 1.6 Aspectos computacionales: el software R.  
Computational aspects: the R software

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

- 2.1 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.
- 2.2 Fundamentos probabilísticos: elementos de teoría de probabilidad en espacios infinito-dimensionales.  
Probability background: elements of probability theory in infinite-dimensional spaces.
- 2.3 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.
- 2.4 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.
- 2.5 El problema de clasificación no supervisada (o análisis de conglomerados) con datos funcionales.  
The problem of non-supervised classification (clustering) with functional data.
- 2.6 Aspectos computacionales: análisis de datos funcionales con R (programa 'fda.usc')  
Computational issues: functional data analysis with R (software 'fda.usc')

### 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] Devroye, L., Györfi, L. and Lugosi, G. (1996). *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. Springer-Verlag.
- [5] 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>.
- [6] Ferraty, F. and Vieu, P. (2006). *Nonparametric Functional Data Analysis. Theory and Practice*. Springer.
- [7] Grenander, U. (1981). *Abstract Inference*. Wiley.
- [8] Györfi, L., Kohler, M., Krzyżak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*. Springer-Verlag.
- [9] Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
- [10] Maindonald, J. and Braun, J. (2003). *Data Analysis and Graphics Using R*. Cambridge University Press.
- [11] Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2005). *Functional Data Analysis* (2<sup>a</sup> ed.). Springer.
- [12] Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2002). *Applied functional data analysis methods and case studies*. Springer.
- [13] Scott, D.W. (1992). *Multivariate density estimation: theory, practice and visualization*. Wiley.

[14] Simonoff, J.S. (1996). *Smoothing Methods in Statistics*. Springer.

[15] 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

150 horas (aproximadamente), de las cuales el 30% corresponderá a actividades presenciales de asistencia a clase o presentación de trabajos.

150 hours (approx.) from which about 30% will correspond to classroom sessions or oral presentation of student's class work.

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

Examen y/o elaboración de un trabajo, entrega de ejercicios, grado de participación en clase, presentaciones orales. El examen (o el trabajo en su caso) representarán al menos un 50% de la nota.

Exam and/or a written essay based on the course materials, resolution of proposed exercises. The participation in the classes, as well as the quality of the oral presentations will be taken into account for the final grade. The exam (or the essay) will account for at least for 50% of the final grade.

## 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	8
4	Apartado 1.3	3	8
5	Apartado 1.4	3	7
6	Apartado 1.5	3	7
7	Apartado 1.6	3	8
8	Apartado 2.1	3	6
9	Apartado 2.2	3	7
10	Apartado 2.3	3	9
11	Apartado 2.4	3	4
12	Apartado 2.5	3	8
13	Apartado 2.6	3	9
14	Exposición de trabajos por los alumnos / presentation of students' works	3	7
15	Exposición de trabajos por los alumnos / presentation of students' works	3	7

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