



Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 32932
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones Nivel: Máster M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / **COURSE TITLE**

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

1.1. **Código / Course number**

32932

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**

2018-19

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](#)



Curso 2018-2019
Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 32932
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: Máster M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

corresponding programmes in the web page 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. Metodología bootstrap.

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) 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. Bootstrap methodology.

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 La mediana geométrica en espacios de Hilbert: existencia, unicidad y consistencia.
The geometric median in Hilbert spaces: existence, uniqueness and consistency.
- 1.4 El problema de clasificación supervisada. Planteamiento y resultados básicos. El caso funcional: sus diferencias con el problema análogo en dimensión finita.
The problem of supervised classification. Statement and some basic results. The functional case: main differences with the analogous problem in finite dimension.
- 1.5 Regresión con datos funcionales. Metodología funcional de componentes principales.
Regression with functional data. Functional methodology of principal components.
- 1.6 El problema de clasificación no supervisada (o análisis de conglomerados) con datos funcionales.



Curso 2018-2019
Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 32932
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: Máster M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

[The problem of non-supervised classification \(clustering\) with functional data.](#)

- 1.7 Aspectos computacionales: análisis de datos funcionales con **R** (programa 'fda.usc')
[Computational issues: functional data analysis with R \(software 'fda.usc'\)](#)

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. Definición de los principales estimadores: conceptos básicos, ejemplos, propiedades asintóticas.
[Nonparametric estimation of the density and the regression function. Definition of the main estimators: basic notions, examples, asymptotic properties.](#)
- 2.3 La metodología bootstrap. Ideas básicas y aplicaciones
[The bootstrap methodology. Basic ideas and applications.](#)
- 2.4 El problema de selección de los parámetros de suavizado.
[The problem of choice of the smoothing parameters.](#)
- 2.5 Aspectos computacionales: el software R.
[Computational aspects: the R software](#)

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

1. Baílló, 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. Chacón, J.E. and Duong, T. (2018). *Multivariate Kernel Smoothing and Its Applications*. Chapman and Hall.
3. Cuevas, A. (2009). Set estimation: another bridge between statistics and geometry. *BEIO*, 25, 71-85.
4. Cuevas, A. y Fraiman, R. (2010). Set estimation. In *New Perspectives on Stochastic Geometry*, W.S. Kendall and I. Molchanov, eds., pp. 374-397. Oxford University Press.
5. Cuevas, A. (2014). A partial overview of the theory of statistics with functional data. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 147, 1-23.
6. Devroye, L., Györfi, L. and Lugosi, G. (1996). *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. Springer-Verlag.



Curso 2018-2019
Asignatura: Curso Avanzado de Estadística
Código: 32932
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Matemáticas y Aplicaciones
Nivel: Máster M2
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 6 ECTS

7. 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>.
8. Ferraty, F. and Vieu, P. (2006). *Nonparametric Functional Data Analysis. Theory and Practice*. Springer.
9. Grenander, U. (1981). *Abstract Inference*. Wiley.
10. Györfi, L., Kohler, M., Krzyżak, A. and Walk, H. (2002). *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*. Springer-Verlag.
11. Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*. Springer.
12. Hsing, T. and Eubank, R. (2015). *Theoretical foundations of functional data analysis, with an introduction to linear operators*. Wiley.
13. Maindonald, J. and Braun, J. (2003). *Data Analysis and Graphics Using R*. Cambridge University Press.
14. Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2005). *Functional Data Analysis (2ª ed.)*. Springer.
15. Ramsay, J.O. and Silverman, B.W. (2002). *Applied functional data analysis methods and case studies*. Springer.
16. Scott, D.W. (1992). *Multivariate density estimation: theory, practice and visualization*. Wiley.
17. Simonoff, J.S. (1996). *Smoothing Methods in Statistics*. Springer.
18. VV.AA. (2011). *The Oxford Handbook of Functional Data Analysis*, F. Ferraty and Y. Romain, eds. Wiley.
19. 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.

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

Presencial (clases+tutorías): 50 h.

No presencial (ejercicios propuestos, trabajos, estudio personal): 85 h.

Carga total: 135 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 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.

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 overview of some basic concepts	2	4
2	Apartado 1.1	3	6
3	Apartado 1.2	3	9
4	Apartado 1.3	6	7
5	Apartado 1.4	6	6
6	Apartado 1.5	3	5
7	Apartado 1.6	2	3
8	Apartado 1.7	2	8
8	Apartado 2.1	5	7
9	Apartado 2.2	5	7
10	Apartado 2.3	3	6
11	Apartado 2.4	2	5
12	Apartado 2.5	2	6
13	General overview, practical examples	6	6

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