



## Guía docente 200604 - IEA - Inferencia Estadística Avanzada

Última modificación: 08/06/2023

**Unidad responsable:** Facultad de Matemáticas y Estadística  
**Unidad que imparte:** 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.  
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2023      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Inglés

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** GUADALUPE GÓMEZ MELIS

**Otros:** Primer quadrimestre:  
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A  
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

### CAPACIDADES PREVIAS

---

La asignatura Inferencia Estadística Avanzada es obligatoria y está dirigida especialmente a los estudiantes graduados en estadística, matemáticas, ciencia de datos, física y todos aquellos que tienen un bagaje intermedio en Inferencia estadística.

Los siguientes conocimientos son necesarios para seguir este curso con aprovechamiento:

- \* Habilidades básicas en análisis matemático: integración de funciones de una o dos variables, derivación, optimización de una función de una o dos variables.
- \* Conocimientos básicos de probabilidad: distribuciones paramétricas más comunes, propiedades de una distribución normal, la ley de los grandes números y el teorema del límite central.
- \* Conocimientos básicos en inferencia estadística: uso de la función de verosimilitud para muestreo aleatorio simple (datos distribuidos idénticamente independientes), inferencia en el caso de normalidad, estimación de máxima verosimilitud para modelos uniparamétricos.

El capítulo 1 en "Core Statistics" de Wood y el Capítulo 1 en "Inferencia y Decisión" de Gómez y Delicado incluyen todos los conceptos y resultados que se asumen conocidos. Los estudiantes deberán repasarlos, alcanzarlos y interiorizarlos antes de comenzar el curso. Se proporcionará una colección de ejercicios, no evaluables, a fin de que cada estudiante pueda poner a prueba su nivel. Las soluciones se darán al cabo de 2 semanas.

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
5. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
6. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

#### Transversales:

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

---

Sesiones teóricas de 1,5 horas

Son sesiones para presentar el material principal de la asignatura. El profesor utiliza diapositivas, vídeos y la pizarra para exponer los conceptos intentando enfatizar las ideas y argumentos principales. El profesor explica con detalle aquellas demostraciones que son pedagógicamente creativas y formativas.

Se seguirán, principalmente, los capítulos 2, 4 y 5 del libro Core Statistics de Simon Wood, así como el material de las notas de Gómez y Delicado que se pueden descargar de la Intranet.

Se proporcionarán otros materiales complementarios para temas específicos.

Sesiones de problemas de 1,5h.

Los problemas que se tratarán en cada sesión se publicarán en la intranet una semana antes.

Los estudiantes deben leer y resolver (o tratar de hacerlo) los problemas de la lista antes de clase.

El profesor resolverá algunos problemas y discutirá dudas u otras soluciones con los estudiantes.

La solución de algunos de estos problemas se publicará después de la sesión correspondiente a la intranet.

Una parte de la evaluación constará de problemas resueltos y presentados por los alumnos.

Laboratorios de Estadística

Se proporcionará código de R, en forma de scripts o "notebooks", para ilustrar varios conceptos, así como para la aplicación de métodos como el Bootstrap o las aproximaciones numéricas complementando los desarrollos teóricos mostrados en teoría.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

---

El curso de Inferencia Estadística Avanzada proporciona una base teórica y aplicada de los fundamentos de la Estadística. Su objetivo principal es capacitar a los estudiantes para razonar en términos estadísticos con la finalidad de realizar un ejercicio profesional riguroso. Pretende también ser una semilla formativa para la consolidación de jóvenes investigadores en esta área de la ciencia y la tecnología a la vez que dota a los/las estudiantes de recursos para continuar la formación ("de por vida") habilitándolos para leer artículos y trabajos publicados en revistas de estadística.

Al finalizar el curso el estudiante:

- \* conocerá los diferentes principios que gobiernan la reducción de un conjunto de datos y las diferentes filosofías con que se puede plantear, analizar y resolver un problema.
- \* conocerá los métodos basados en la función de distribución empírica y en la función de verosimilitud y sabrá cuando, cómo y porqué aplicar cada uno.
- \* estará familiarizado con las técnicas modernas de remuestreo y sabrá verlas como una aproximación formal y/o computacional adecuada para utilizar en situaciones donde los cálculos directos resultan demasiado complejas o no están disponibles.
- \* sabrá plantear la función de verosimilitud en situaciones diversas y conocerá diferentes técnicas, analíticas o numéricas, para maximizarla.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

---

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### 1. Las bases de la Inferencia Estadística

**Descripción:**

- Preliminares, notación y ejemplos
- Cuestiones inferenciales. Paseo por la estimación puntual, pruebas de hipótesis y estimación por intervalos
- El enfoque frecuentista: estimación puntual, propiedades para muestras finitas, desigualdad de Cramer-Rao, Pruebas de hipótesis, Estimación por intervalos, comprobación y comparación de modelos
- El enfoque bayesiano: una mirada muy breve

**Dedicación:** 52h 50m

Grupo grande/Teoría: 15h

Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 33h 20m

### 2. La función de distribución empírica. Teoría y métodos numéricos

**Descripción:**

- La función de distribución empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli.
- Principio de sustitución. El método de los momentos.
- Introducción a bootstrap.
- Propiedades para muestras de tamaño grande: método Delta y consistencia

**Dedicación:** 32h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 20h

### 3. Estimación Máximo Verosímil. Teoría y métodos numéricos

**Descripción:**

- Funciones de verosimilitud, log verosimilitud y score
- Matriz de información de Fisher, cota de Cramer-Rao y UMVUE
- Propiedades asintóticas del MLE. Consistencia y normalidad asintótica
- Estadístico de razón de verosimilitud generalizada
- Criterio de información AIC
- Enfoques numéricos
- Algoritmo EM

**Dedicación:** 40h 10m

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 26h 40m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

Para la evaluación de cada tema se hará un examen. El examen del tema 1 (EX1) se realizará 2-3 semanas después de terminar el tema 1. Los exámenes correspondientes a los temas 2 y 3 (EX2 y EX3) se realizarán el día asignado para el examen final del mes de enero. Las personas que hayan suspendido el examen del tema 1 tendrán la opción de volver a examinarse en enero. Los exámenes contendrán una parte teórica y algunos problemas.

Durante el curso se pasarán 4 cuestionarios (Q).

Para cada tema habrá una lista de problemas que serán evaluados (PRO).

La nota final de la asignatura (N) se obtiene según la expresión:

$$N = 0.25 * EX1 + 0.20 * EX2 + 0.20 * EX3 + 0.20 * Q + 0.15 * PRO$$

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Olive, David J. Statistical theory and inference. Cham: Springer, 2014. ISBN 9783319049717.
- Wood, Simon N. Core statistics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2015. ISBN 9781107071056.
- Trosset, Michael W. An Introduction to statistical inference and its applications with R. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2009. ISBN 9781584889472.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. Pacific Grove Duxbury, 2002. ISBN 0534243126.
- Gómez Melis, G.; Delicado, P. Inferencia y decisión (apuntes). 2003.
- Wasserman, Larry. All of statistics : a concise course in statistical inference [en línea]. Pittsburgh: Springer, 2004 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : [https://rss-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/full/10.1111/j.1467-985X.2004.00347\\_18.x](https://rss-onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/full/10.1111/j.1467-985X.2004.00347_18.x). ISBN 9781441923226.
- Cox, D.R. Principles of statistical inference. Cambridge Univ Press, 2006. ISBN 9780521685672.

### Complementaria:

- Millar, R. B. Maximum likelihood estimation and inference : with examples in R, SAS and ADMB [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2011 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pg-origsite=primo&docID=697473>. ISBN 9780470094822.
- Chihara, L. ; Hesterberg, T. Mathematical statistics with resampling and R. Wiley, 2011. ISBN 9781118029855.
- Cuadras, C. M. Problemas de probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia [en línea]. Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2016 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : <https://lectura-unebook-es.recursos.biblioteca.upc.edu/viewer/9788491685203/1>. ISBN 9788491685203.
- Garthwaite, Paul H.; Jolliffe, Ian T.; Jones, B. Statistical inference. 2nd ed. Oxford University Press, 2002. ISBN 0138572263.
- Shao, Jun. Mathematical statistics [en línea]. 2nd ed. Springer Texts in Statistics, 2003 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/b98900>.
- Ruiz-Maya Pérez, L. ; Martín Pliego, F.J. Estadística. II, inferencia. 2ª ed. Madrid: Alfa Centauro, 2001. ISBN 8472881962.
- Boos, D.D.; Stefanski, L.A. Essential statistical inference : theory and methods [en línea]. Springer, 2013 [Consulta: 04/07/2023]. Disponible a : <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-1-4614-4818-1>. ISBN 9781461448174.
- Young, G.A.; Smith, R.L. Essentials of statistical inference. Cambridge University Press, 2010. ISBN 9780521548663.