



| Guía docente          |   |                    |   |          |
|-----------------------|---|--------------------|---|----------|
| Datos Identificativos |   |                    |   | 2024/25  |
| Asignatura (*)        | Aprendizaje Estadístico   | Código             | 614493125                                   |          |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019)   |                    |   |          |
| Descriptorios         |   |                    |   |          |
| Ciclo                 | Periodo   | Curso              | Tipo  | Créditos |
| Máster Oficial        | 1º cuatrimestre   | Segundo            | Optativa                                    | 5        |
| Idioma                | Castellano  |                    |   |          |
| Modalidad docente     | Presencial  |                    |   |          |
| Prerrequisitos        |   |                    |   |          |
| Departamento          | Departamento profesorado máster Matemáticas   |                    |   |          |
| Coordinador/a         | Fernández Casal, Rubén  | Correo electrónico | ruben.fcasal@udc.es                         |          |
| Profesorado           | Fernández Casal, Rubén<br>Oviedo de la Fuente, Manuel   | Correo electrónico | ruben.fcasal@udc.es<br>manuel.oviedo@udc.es |          |
| Web                   | rubenfcasal.github.io/aprendizaje_estadistico   |                    |   |          |
| Descripción general   | En esta materia se pretende acercar al alumno al modelado y resolución de problemas de aprendizaje estadístico procedentes de aplicaciones reales |                    |   |          |

| Competencias / Resultados del título |  |
|--------------------------------------|--|
| Código                               | Competencias / Resultados del título   |
| A16                                  | CE1 - Conocer, identificar, modelar, estudiar y resolver problemas complejos de estadística e investigación operativa, en un contexto científico, tecnológico o profesional, surgidos en aplicaciones reales   |
| A17                                  | CE2 - Desarrollar autonomía para la resolución práctica de problemas complejos surgidos en aplicaciones reales y para la interpretación de los resultados de cara a la ayuda en la toma de decisiones.   |
| A18                                  | CE3 - Adquirir conocimientos avanzados de los fundamentos teóricos subyacentes a las distintas metodologías de la estadística y la investigación operativa, que permitan su desarrollo profesional especializado.  |
| A19                                  | CE4 - Adquirir las destrezas necesarias en el manejo teórico-práctico de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias que permitan su desarrollo profesional en el ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.   |
| A20                                  | CE5 - Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.  |
| A21                                  | CE6 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y desarrollar la capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.                                |
| A22                                  | CE7 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas de optimización matemática, tanto en contextos unipersonales como multipersonales, y saber aplicarlos con autonomía suficiente en un contexto científico, tecnológico o profesional.  |
| A23                                  | CE8 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de las técnicas destinadas a la realización de inferencias y contrastes relativos a variables y parámetros de un modelo estadístico, y saber aplicarlos con autonomía suficiente un contexto científico, tecnológico o profesional.                   |
| A24                                  | CE9 - Conocer y saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnológicos o profesionales, técnicas de aprendizaje automático y técnicas de análisis de datos de alta dimensión (big data).   |
| A25                                  | CE10 - Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos "en la nube".   |
| B1                                   | CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación  |
| B2                                   | CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio  |
| B3                                   | CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios |
| B4                                   | CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades  |



|     |  |
|-----|--|
| B5  | CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.   |
| B17 | CG1 - Conocer, comprender y saber aplicar los principios, metodologías y nuevas tecnologías en la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares, así como adquirir las destrezas y competencias descritas en los objetivos generales del título. |
| B18 | CG2 - Desarrollar autonomía para identificar, modelar y resolver problemas complejos de la estadística y la investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnológicos o profesionales especializados y multidisciplinares.  |
| B19 | CG3 - Desarrollar la capacidad para realizar estudios y tareas de investigación y transmitir los resultados a públicos especializados, académicos y generalistas.  |
| B20 | CG4 - Integrar conocimientos avanzados y enfrentarse a la toma de decisiones a partir de información científica y técnica.   |
| B21 | CG5 - Desarrollar la capacidad de aplicación de algoritmos y técnicas de resolución de problemas complejos en el ámbito de la estadística y la investigación operativa, manejando el software especializado adecuado.  |
| C11 | CT1 - Desarrollar firmes capacidades de razonamiento, análisis crítico y autocrítico, así como de argumentación y de síntesis, contextos especializados y multidisciplinares.  |
| C12 | CT2 - Desarrollar destrezas avanzadas en el manejo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tanto para la obtención de información como para la difusión del conocimiento, en un ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.   |
| C13 | CT3 - Ser capaz de resolver problemas complejos en entornos nuevos mediante la aplicación integrada de los conocimientos.  |
| C14 | CT4 - Desarrollar una sólida capacidad de organización y planificación del estudio, asumiendo la responsabilidad de su propio desarrollo profesional, para la realización de trabajos en equipo y de forma autónoma.   |
| C15 | CT5 - Desarrollar capacidades para el aprendizaje y la integración en el trabajo en equipos multidisciplinares, en los ámbitos científico/académico, tecnológico y profesional.  |

| Resultados de aprendizaje   |                                      |      |      |
|---|--------------------------------------|------|------|
| Resultados de aprendizaje   | Competencias / Resultados del título |      |      |
| Ser capaz de identificar y modelar problemas complejos de aprendizaje estadístico surgidos en aplicaciones reales | AM16                                 | BP1  | CP11 |
|   | AM17                                 | BP2  | CP12 |
|   | AM18                                 | BP3  | CP13 |
|   | AM19                                 | BP4  | CP14 |
|   | AM20                                 | BP5  | CP15 |
|   | AM21                                 | BP17 |      |
|   | AM22                                 | BP18 |      |
|   | AM23                                 | BP19 |      |
|   | AM24                                 | BP20 |      |
|   | AM25                                 | BP21 |      |
| Adquirir conocimientos avanzados sobre aprendizaje estadístico tanto supervisado como no supervisado              | AM16                                 | BP1  | CP11 |
|   | AM17                                 | BP2  | CP12 |
|   | AM18                                 | BP3  | CP13 |
|   | AM19                                 | BP4  | CP14 |
|   | AM20                                 | BP5  | CP15 |
|   | AM21                                 | BP17 |      |
|   | AM22                                 | BP18 |      |
|   | AM23                                 | BP19 |      |
|   | AM24                                 | BP20 |      |
|   | AM25                                 | BP21 |      |



|   |  |   |                                      |
|---|--|---|--------------------------------------|
| Conocer los principios generales de las nuevas metodologías de aprendizaje supervisado para clasificación y regresión | AM16<br>AM17<br>AM18<br>AM19<br>AM20<br>AM21<br>AM22<br>AM23<br>AM24<br>AM25 | BP1<br>BP2<br>BP3<br>BP4<br>BP5<br>BP17<br>BP18<br>BP19<br>BP20<br>BP21 | CP11<br>CP12<br>CP13<br>CP14<br>CP15 |
| Identificar y adquirir destreza en el uso de las principales herramientas de R de aprendizaje estadístico             | AM16<br>AM20<br>AM24<br>AM25   | BP2<br>BP3<br>BP4<br>BP5<br>BP20<br>BP21                                | CP12<br>CP13<br>CP14<br>CP15         |
| Saber analizar datos utilizando técnicas de Aprendizaje Estadístico en contextos multidisciplinares                   | AM16<br>AM17<br>AM18<br>AM20<br>AM21<br>AM24<br>AM25                         | BP1<br>BP2<br>BP3<br>BP4<br>BP5<br>BP17<br>BP18<br>BP19<br>BP20<br>BP21 | CP11<br>CP12<br>CP13<br>CP14<br>CP15 |
| Ser capaz de aplicar con autonomía los resultados adquiridos en el análisis de datos masivos o de alta dimensión      | AM16<br>AM17<br>AM18<br>AM20<br>AM21<br>AM24<br>AM25                         | BP1<br>BP2<br>BP3<br>BP5<br>BP17<br>BP18<br>BP19<br>BP20<br>BP21        | CP11<br>CP12<br>CP13<br>CP14<br>CP15 |
| Saber comunicar los resultados propios del Aprendizaje Estadístico a un público especializado o no especializado      |  | BP4<br>BP19   | CP11<br>CP12<br>CP14<br>CP15         |

| Contenidos  |  |
|---|--|
| Tema  | Subtema  |
| Introducción al aprendizaje estadístico               | Aprendizaje Estadístico y Aprendizaje Automático. Métodos de Aprendizaje Estadístico: supervisados y no supervisados. Construcción y evaluación de los modelos. La maldición de la dimensionalidad. Análisis e interpretación de los modelos. Paquetes de R. |
| Métodos de aprendizaje supervisado para clasificación | Métodos basados en árboles. Bagging, bosques aleatorios y boosting. Máquinas de soporte vectorial (support vector machines). Otros métodos de clasificación.   |



|   |  |
|---|--|
| Métodos de aprendizaje supervisado para regresión | Modelos lineales generalizados y modelos aditivos. Métodos no paramétricos. Selección de variables y métodos de regularización: regresión contraída (ridge) y lasso. Métodos de reducción de la dimensión: componentes principales y mínimos cuadrados parciales. Regresión por projection pursuit. Redes neuronales. Métodos colaborativos. |
|---|--|

| Planificación             |   |   |                        |               |
|---------------------------|---|---|------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas    | Competencias / Resultados   | Horas lectivas (presenciales y virtuales) | Horas trabajo autónomo | Horas totales |
| Sesión magistral          | A16 A17 A18 A19<br>A20 A21 A22 A23<br>A24 A25 B1 B2 B3 B4<br>B5 B17 B18 B19 B20<br>B21 C11 C12 C13<br>C14 C15 | 15  | 25                     | 40            |
| Prácticas a través de TIC | A16 A17 A18 A19<br>A20 A21 A22 A23<br>A24 A25 B1 B2 B3 B4<br>B5 B17 B18 B19 B20<br>B21 C11 C12 C13<br>C14 C15 | 20  | 51                     | 71            |
| Prueba mixta              | A16 A17 A24 B1 B2<br>B3 B4 B5 B17 B18<br>B19 B20 B21 C11<br>C12 C13 C14                                       | 4   | 0                      | 4             |
| Atención personalizada    |   | 10  | 0                      | 10            |

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

| Metodologías              |  |
|---------------------------|--|
| Metodologías              | Descripción  |
| Sesión magistral          | Presentación de los aspectos teóricos relevantes de la materia, de modo que el alumnado pueda abordar la realización de las prácticas a través de TIC. Se fomentará en todo momento la participación y el debate |
| Prácticas a través de TIC | Aplicación práctica de las metodologías explicadas en las sesiones magistrales. Se hará uso de herramientas de software libre, principalmente del entorno estadístico R, y también de recursos web               |
| Prueba mixta              | El alumno deberá demostrar su dominio de los aspectos teóricos de la materia y su capacidad para la resolución de problemas  |

| Atención personalizada                        |   |
|---|---|
| Metodologías                                  | Descripción   |
| Prácticas a través de TIC<br>Sesión magistral | Tanto en las sesiones magistrales como en las sesiones prácticas será importante atender personalmente a los alumnos ante las posibles dudas que puedan surgir. Esta atención servirá al profesor para detectar posibles problemas en la metodología empleada para impartir la materia y, además, a los alumnos para consolidar los conocimientos y para expresar sus inquietudes acerca de la asignatura |

| Evaluación   |                           |             |              |
|--------------|---------------------------|-------------|--------------|
| Metodologías | Competencias / Resultados | Descripción | Calificación |



|                           |   |   |    |
|---------------------------|---|---|----|
| Prácticas a través de TIC | A16 A17 A18 A19<br>A20 A21 A22 A23<br>A24 A25 B1 B2 B3 B4<br>B5 B17 B18 B19 B20<br>B21 C11 C12 C13<br>C14 C15 | A lo largo del curso, el alumno demostrará su interés y dominio de la materia, y su capacidad de trabajo en equipo, mediante la realización de trabajos, individuales o en grupo. La calificación obtenida se conservará entre las dos oportunidades de la convocatoria de cada curso | 40 |
| Prueba mixta              | A16 A17 A24 B1 B2<br>B3 B4 B5 B17 B18<br>B19 B20 B21 C11<br>C12 C13 C14                                       | El examen final consistirá en una prueba escrita teórico-práctica   | 60 |

### Observaciones evaluación

En la fecha que establezca el Máster de Técnicas Estadísticas en su programación anual, el alumno realizará, por escrito, el examen final de la materia (prueba mixta), en el que tendrá que responder a preguntas teóricas, resolver cuestiones teórico-prácticas, y calcular la solución de diversos problemas. Para esta prueba el alumno sólo podrá llevar consigo el material que se autorice de forma expresa.

Para aprobar la materia será necesario superar las dos partes (prácticas a través de TIC y prueba mixta).

La oportunidad de julio (segunda oportunidad) estará sometida a los mismos criterios que la de enero (primera oportunidad). Los alumnos que se presenten a la segunda oportunidad podrán optar entre mantener la nota de prácticas a través de TIC o volver a examinarse también de esta parte.

Todos los aspectos relacionados con ¿dispensa académica?, ¿dedicación al estudio?, ¿permanencia? y ¿fraude académica? se registrarán de acuerdo con la normativa académica vigente de la UDC.

### Fuentes de información

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fernández-Casal, R., Costa, J. y Oviedo, M. (2021). Aprendizaje Estadístico. Libro online: <a href="https://rubencasal.github.io/aprendizaje_estadistico">https://rubencasal.github.io/aprendizaje_estadistico</a></li> <li>- James, G., Witten, D., Hastie, T. y Tibshirani, R. (2017). An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. Springer</li> <li>- Kuhn, M. y Johnson, K. (2013). Applied predictive modeling. Springer</li> <li>- Williams, G. (2011). Data Mining with Rattle and R. Springer</li> </ul>   |
| <b>Complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Burger, S. V. (2018). Introduction to Machine Learning with R: Rigorous Mathematical Analysis. O'Reilly</li> <li>- Efron, B. y Hastie, T. (2016). Computer Age Statistical Inference. Cambridge University Press</li> <li>- Hastie, T., Tibshirani, R. y Friedman, J. (2017). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer</li> <li>- Hastie, T., Tibshirani, R. y Wainwright, M. (2015). Statistical Learning with Sparsity: the Lasso and Generalizations. CRC press</li> <li>- Torgo, L. (2011). Data Mining with R: Learning with Case Studies. Chapman &amp; Hall/CRC Press</li> </ul> |

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Regresión Generalizada y Modelos Mixtos/614493110

Modelos de Regresión/614493105

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

#### Asignaturas que continúan el temario

### Otros comentarios

Es recomendable que el alumno posea conocimientos básicos de regresión y de estadística multivariante. Disponer de conocimientos generales del entorno estadístico R facilitará el aprovechamiento de las clases y la realización de las prácticas. Se aconseja participar activamente en el proceso de aprendizaje de la materia: asistencia y participación a las clases teóricas y prácticas, utilización de horas de tutorías y la realización de un esfuerzo responsable de trabajo y asimilación personal de los métodos estudiados.



(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías