



Teaching Guide

| Identifying Data | | | | 2024/25 |
|--------------------------|--|--------|---|---------|
| Subject (*) | Statistical Learning | Code | 614493125 | |
| Study programme | Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019) | | | |
| Descriptors | | | | |
| Cycle | Period | Year | Type | Credits |
| Official Master's Degree | 1st four-month period | Second | Optional | 5 |
| Language | Spanish | | | |
| Teaching method | Face-to-face | | | |
| Prerequisites | | | | |
| Department | Departamento profesorado máster Matemáticas | | | |
| Coordinador | Fernández Casal, Rubén | E-mail | ruben.fcasal@udc.es | |
| Lecturers | Fernández Casal, Rubén Oviedo de la Fuente, Manuel | E-mail | ruben.fcasal@udc.es manuel.oviedo@udc.es | |
| Web | rubenfcasal.github.io/aprendizaje_estadistico | | | |
| General description | Nesta materia preténdese achegar ao alumno ao modelado e resolución de problemas de aprendizaxe estatística procedentes de aplicacións reais | | | |

Study programme competences / results

| Code | Study programme competences / results |
|------|---|
| A16 | CE1 - Coñecer, identificar, modelar, estudar e resolver problemas complexos de estatística e investigación operativa, nun contexto científico, tecnolóxico ou profesional, xurdidos en aplicacións reais. |
| A17 | CE2 ? Desenvolver autonomía para a resolución práctica de problemas complexos surtidos en aplicación reais e para a interpretación dos resultados cara á axuda na toma de decisións. |
| A18 | CE3 - Adquirir coñecementos avanzados dos fundamentos teóricos subxacentes ás distintas metodoloxías da estatística e a investigación operativa, que permitan o seu desenvolvemento profesional especializado. |
| A19 | CE4 - Adquirir as destrezas necesarias no manexo teórico-práctico da teoría de probabilidade e as variables aleatorias que permitan o seu desenvolvemento profesional no eido científico/académico, tecnolóxico ou profesional especializado e multidisciplinar. |
| A20 | CE5 - Profundizar no coñecemento dos fundamentos teórico-prácticos especializados de modelado e estudo de distintos tipos de relacións de dependencia entre variables estatísticas. |
| A21 | CE6 - Adquirir coñecementos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas especificamente á axuda na toma de decisións, e desenvolver a capacidade de reflexión para avaliar e decidir entre distintas perspectivas en contextos complexos. |
| A22 | CE7 - Adquirir coñecementos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas de optimización matemática, tanto en contextos unipersoais como multipersoais, e saber aplicalos con autonomía suficiente nun contexto científico, tecnolóxico ou profesional. |
| A23 | CE8 - Adquirir coñecementos teórico-prácticos avanzados das técnicas destinadas á realización de inferencias e contrastes relativos a variables e parámetros dun modelo estatístico, e saber aplicalos con autonomía suficiente nun contexto científico, tecnolóxico ou profesional. |
| A24 | CE9 - Coñecer e saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnolóxicos ou profesionais, técnicas de aprendizaxe automático e técnicas de análise de datos de alta dimensión (big data). |
| A25 | CE10 - Adquirir coñecementos avanzados sobre metodoloxías para a obtención e o tratamento de datos derivados de distintas fontes, como enquisas, internet, ou entornos ?na nube". |
| B1 | CB6 - Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación |
| B2 | CB7 - Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo |
| B3 | CB8 - Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos |
| B4 | CB9 - Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades |



| | |
|-----|---|
| B5 | CB10 - Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido ou autónomo. |
| B17 | CG1 - Coñecer, comprender e saber aplicar os principios, metodoloxías e novas tecnoloxías na estatística e a investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnolóxicos ou profesionais especializados e multidisciplinares, así como adquirir as destrezas e competencias descritas nos obxectivos xerais do título. |
| B18 | CG2 - Desenvolver autonomía para identificar, modelar e resolver problemas complexos da estatística e da investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnolóxicos ou profesionais especializados e multidisciplinares. |
| B19 | CG3 - Desenvolver a capacidade para realizar estudos e tarefas de investigación e transmitir os resultados a públicos especializados, académicos e xeneralistas. |
| B20 | CG4 - Integrar coñecementos avanzados e enfrontarse á toma de decisións a partir de información científica e técnica. |
| B21 | CG5 - Desenvolver a capacidade de aplicación de algoritmos e técnicas de resolución de problemas complexos no eido da estatística e a investigación operativa, manexando o software especializado axeitado. |
| C11 | CT1 - Desenvolver firmes capacidades de razoamento, análise crítica e autocrítica, así como de argumentación e de síntese, contextos especializados e multidisciplinares. |
| C12 | CT2 - Desenvolver destrezas avanzadas no manexo de Tecnoloxías da Información e a Comunicación (TIC), tanto para a obtención de información como para a difusión do coñecemento, nun ámbito científico/académico, tecnolóxico ou profesional especializado e multidisciplinar. |
| C13 | CT3 - Ser capaz de resolver problemas complexos en novos escenarios mediante a aplicación integrada dos coñecementos. |
| C14 | CT4 - Desenvolver unha sólida capacidade de organización e planificación do estudo, asumindo a responsabilidade do seu propio desenvolvemento profesional, para a realización de traballos en equipo e de xeito autónomo. |
| C15 | CT5 - Desenvolver capacidades para o aprendizaxe e a integración no traballo en equipos multidisciplinares, nos ámbitos científico/académico, tecnolóxico e profesional. |

Learning outcomes

| Learning outcomes | Study programme competences / results | | |
|---|---------------------------------------|------|------|
| Ser capaz de identificar e modelar problemas complexos de aprendizaxe estatística xurdidos en aplicacións reais | AC16 | BJ1 | CJ11 |
| | AC17 | BJ2 | CJ12 |
| | AC18 | BJ3 | CJ13 |
| | AC19 | BJ4 | CJ14 |
| | AC20 | BJ5 | CJ15 |
| | AC21 | BJ17 | |
| | AC22 | BJ18 | |
| | AC23 | BJ19 | |
| | AC24 | BJ20 | |
| | AC25 | BJ21 | |
| Adquirir coñecementos avanzados sobre aprendizaxe estatística tanto supervisado como non supervisado | AC16 | BJ1 | CJ11 |
| | AC17 | BJ2 | CJ12 |
| | AC18 | BJ3 | CJ13 |
| | AC19 | BJ4 | CJ14 |
| | AC20 | BJ5 | CJ15 |
| | AC21 | BJ17 | |
| | AC22 | BJ18 | |
| | AC23 | BJ19 | |
| | AC24 | BJ20 | |
| | AC25 | BJ21 | |



| | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|
| Coñecer os principios xerais das novas metodoloxías de aprendizaxe supervisada para clasificación e regresión | AC16 AC17 AC18 AC19 AC20 AC21 AC22 AC23 AC24 AC25 | BJ1 BJ2 BJ3 BJ4 BJ5 BJ17 BJ18 BJ19 BJ20 BJ21 | CJ11 CJ12 CJ13 CJ14 CJ15 |
| Identificar e adquirir destreza no uso das principais ferramentas de R de aprendizaxe estatística | AC16 AC20 AC24 AC25 | BJ2 BJ3 BJ4 BJ5 BJ20 BJ21 | CJ12 CJ13 CJ14 CJ15 |
| Saber analizar datos utilizando técnicas de Aprendizaxe Estatística en contextos multidisciplinares | AC16 AC17 AC18 AC20 AC21 AC24 AC25 | BJ1 BJ2 BJ3 BJ4 BJ5 BJ17 BJ18 BJ19 BJ20 BJ21 | CJ11 CJ12 CJ13 CJ14 CJ15 |
| Ser capaz de aplicar con autonomía os resultados adquiridos na análise de datos masivos ou de alta dimensión | AC16 AC17 AC18 AC20 AC21 AC24 AC25 | BJ1 BJ2 BJ3 BJ5 BJ17 BJ18 BJ19 BJ20 BJ21 | CJ11 CJ12 CJ13 CJ14 CJ15 |
| Saber comunicar os resultados propios da Aprendizaxe Estatística a un público especializado ou non especializado | | BJ4 BJ19 | CJ11 CJ12 CJ14 CJ15 |

| Contents | |
|---|--|
| Topic | Sub-topic |
| Introdución á aprendizaxe estatística | Aprendizaxe estatística e aprendizaxe automática. Métodos de aprendizaxe estatística: supervisados e non supervisados. Construción e avaliación dos modelos. A maldición da dimensionalidade. Análise e interpretación dos modelos. Paquetes de R. |
| Métodos de aprendizaxe supervisada para clasificación | Métodos baseados en árbores. Bagging, bosques aleatorios e boosting. Máquinas de soporte vectorial (support vector machines). Outros métodos de clasificación. |



| | |
|---|--|
| Métodos de aprendizaxe supervisada para regresión | Modelos lineais xeneralizados e modelos aditivos. Métodos non paramétricos. Selección de variables e métodos de regularización: regresión contraída (ridge) e lasso. Métodos de redución da dimensión: compoñentes principais e mínimos cadrados parciais. Regresión por projection pursuit. Redes neuronais. Métodos colaborativos. |
|---|--|

| Planning | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests | Competencies / Results | Teaching hours (in-person & virtual) | Student?s personal work hours | Total hours |
| Guest lecture / keynote speech | A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15 | 15 | 25 | 40 |
| ICT practicals | A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15 | 20 | 51 | 71 |
| Mixed objective/subjective test | A16 A17 A24 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 | 4 | 0 | 4 |
| Personalized attention | | 10 | 0 | 10 |

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

| Methodologies | |
|---------------------------------|--|
| Methodologies | Description |
| Guest lecture / keynote speech | Presentación dos aspectos teóricos relevantes da materia, de modo que o alumnado poida abordar a realización das prácticas a través de TIC. Fomentárase en todo momento a participación e o debate |
| ICT practicals | Aplicación práctica das metodoloxías explicadas nas sesións maxistras. Farase uso de ferramentas de software libre, principalmente da contorna estatística R, e tamén de recursos web |
| Mixed objective/subjective test | O alumno deberá demostrar o seu dominio dos aspectos teóricos da materia e a súa capacidade para a resolución de problemas |

| Personalized attention | |
|--|---|
| Methodologies | Description |
| ICT practicals Guest lecture / keynote speech | Tanto nas sesións maxistras como nas sesións prácticas será importante atender persoalmente aos alumnos ante as posibles dúbidas que poidan xurdir. Esta atención servirá ao profesor para detectar posibles problemas na metodoloxía empregada para impartir a materia e, ademais, aos alumnos para consolidar os coñecementos e para expresar as súas inquietudes acerca da materia |

| Assessment | | | |
|---------------|------------------------|-------------|---------------|
| Methodologies | Competencies / Results | Description | Qualification |
| | | | |



| | | | |
|---------------------------------|---|---|----|
| ICT practicals | A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15 | Ao longo do curso, o alumno demostrará o seu interese e dominio da materia, e a súa capacidade de traballo en equipo, mediante a realización de traballos, individuais ou en grupo. A cualificación obtida conservarase entre as dúas oportunidades da convocatoria de cada curso | 40 |
| Mixed objective/subjective test | A16 A17 A24 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 | O exame final consistirá nunha proba escrita teórico-práctica | 60 |

Assessment comments

Na data que estableza o Máster de Técnicas Estatísticas na súa programación anual, o alumno realizará, por escrito, o exame final da materia (proba mixta), no que terá que responder a preguntas teóricas, resolver cuestións teórico-prácticas, e calcular a solución de diversos problemas. Para esta proba o alumno só poderá levar consigo o material que se autorice de forma expresa. Para aprobar a materia será necesario superar as dúas partes (prácticas a través de TIC e proba mixta). A oportunidade de xullo (segunda oportunidade) estará sometida aos mesmos criterios que a de xaneiro (primeira oportunidade). Os alumnos que se presenten á segunda oportunidade poderán optar entre manter a nota de prácticas a través de TIC ou volver examinarse tamén desta parte. Todos os aspectos relacionados con ?dispensa académica?, ?dedicación ao estudo?, ?permanencia? e ?fraude académica? rexeranse de acordo coa normativa académica vixente da UDC.

Sources of information

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

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Generalized Regression and Mixed Models/614493110
Regression Models/614493105

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

Other comments

É recomendable que o alumno posúa coñecementos básicos de regresión e de estatística multivariante. Dispoñer de coñecementos xerais da contorna estatística R facilitará o aproveitamento das clases e a realización das prácticas. Aconséllase participar activamente no proceso de aprendizaxe da materia: asistencia e participación ás clases teóricas e prácticas, utilización de horas de tutorías e a realización dun esforzo responsable de traballo e asimilación persoal dos métodos estudados.



(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.