



Guía Docente				
Datos Identificativos				2021/22
Asignatura (*)	Técnicas de Remostraxe	Código	614493130	
Titulación	Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019)			
Descriptorios				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	1º cuatrimestre	Segundo	Optativa	5
Idioma	CastelánGalegoInglés			
Modalidade docente	Híbrida			
Prerrequisitos				
Departamento	Matemáticas			
Coordinación	Cao Abad, Ricardo	Correo electrónico	ricardo.cao@udc.es	
Profesorado	Cao Abad, Ricardo Fernández Casal, Rubén	Correo electrónico	ricardo.cao@udc.es ruben.fcasal@udc.es	
Web	rubenfcasal.github.io/book_remuestreo			
Descrición xeral	Pretendese que o alumno adquira destreza na identificación de situacións nas que os métodos de remostraxe son ferramentas inferenciais axeitadas para resolver problemas reais. Para iso tratarase de que o alumno coñeza o funcionamento das principais técnicas de remostraxe, entre as que se destaca o método bootstrap, así como as súas aplicacións nos principais ámbitos da estatística. Asimesmo perseguese que o alumno sexa quen de deseñar e implementar en ordenador plans de remostraxe axeitados para un amplo abano de situacións.			
Plan de continxencia	Debido á incidencia da pandemia en España, o ensino propónse como un híbrido (en parte presencial e en parte telemático). Os equipos de Microsoft utilizaranse para o ensino telemático. Os estudantes poderán recibir as súas clases dende os seus lugares de residencia, aínda que tamén poderán acudir ás aulas do mestrado se a súa situación persoal o require, sempre que non se supere a capacidade da aula e así o contemple a universidade na que se matricularon. Así mesmo, os profesores poderán ensinar desde as súas casas, oficinas universitarias ou desde a aula do mestrado da UDC. A menos que o número de alumnos matriculados impida o respecto á distancia interpersonal, as probas que forman parte da avaliación realizaranse de xeito presencial.  A metodoloxía docente e os criterios de avaliación establecidos nesta guía docente utilizaranse independentemente do grao de asistencia baixo a que se imparte a materia. No caso de que sexa necesario suspender a docencia presencial, impartirase de xeito telemático (expositivo e interactivo) con sesións e titorías sincrónicas a través de Equipos combinados con material electrónico (vídeos e notas en formato electrónico). As porcentaxes de cualificación do traballo práctico e do exame escrito poderían modificarse para adaptarse ás posibles pautas das universidades da Coruña, Santiago e Vigo.			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
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.
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.
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 aplicarlos 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&quot;.
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.

Resultados da aprendizaxe				
Resultados de aprendizaxe		Competencias / Resultados do título		
Coñecer os fundamentos teóricos das técnicas de remuestreo.		AM16	BP1	CP11
		AM18	BP2	CP12
		AM19	BP3	CP13
		AM20	BP4	CP14
		AM21	BP5	CP15
		AM23	BP17	
		AM24	BP18	
		AM25	BP19	
			BP20	
			BP21	



Saber aplicar de xeito autónomo os principios do bootstrap aos principais problemas de inferencia estatística.	AM16	BP1	CP11
	AM18	BP2	CP12
	AM19	BP3	CP13
	AM20	BP4	CP14
	AM21	BP5	CP15
	AM23	BP17	
	AM24	BP18	
	AM25	BP20	
Ser capaz de deseñar e validar algoritmos bootstrap para a resolución de problemas de inferencia non paramétrica sobre as funcións de densidade e regresión.	AM16	BP1	CP11
	AM18	BP2	CP12
	AM19	BP3	CP13
	AM20	BP4	CP14
	AM21	BP5	CP15
	AM23	BP17	
	AM24	BP18	
	AM25	BP19	
	BP20		
	BP21		

Contidos	
Temas	Subtemas
1. Motivación do principio Bootstrap.	O Bootstrap uniforme. Cálculo da distribución Bootstrap: distribución exacta e distribución aproximada por Monte Carlo. Exemplos. Ferramentas dispoñibles en R. Computación en paralelo.
2. Aplicación á estimación da precisión e sesgo dun estimador.	Aplicación do Bootstrap á estimación da precisión e o sesgo dun estimador. Exemplos. O método Jackknife. Motivación do método Jackknife. Jackknife estimación da precisión e do sesgo dun estimador. Relación Bootstrap / Jackknife na devandita estimación. Exemplos. Estudos de simulación
3. Modificacións do Bootstrap uniforme.	Bootstrap paramétrico, simetrizado, suavizado, ponderado e sesgado. Discusión e exemplos. Validez da aproximación Bootstrap. Bootstrap semiparamétrico e bootstrap residual.
4. Aplicación do Bootstrap á construción de intervalos de confianza.	Métodos percentil, percentil-t, percentil-t simetrizado. Exemplos. Estudos de simulación.
5. Aplicacións do Bootstrap en contrastes de hipóteses.	Aproximación do p-valor mediante remostraxe. Contrastos bootstrap paramétricos. Contrastos de permutacións. Contrastos bootstrap semiparamétricos.
6. Bootstrap e estimación non paramétrica da densidade.	Aproximación Bootstrap da distribución do estimador de Parzen-Rosenblatt. O Bootstrap na selección do parámetro de suavizado. Exemplos.
7. Bootstrap e estimación non paramétrica da función de regresión.	O Bootstrap en Regresión e Correlación. Bootstrap e estimación non paramétrica da función de regresión. Aproximación Bootstrap da distribución do estimador de Nadaraya-Watson. Distintos métodos de remostraxe e resultados para eles.
8. O Bootstrap con datos censurados.	Introducción aos datos censurados. Remostraxes Bootstrap en presenza de censura. Relacións entre eles. Implementación en R.
9. O Bootstrap con datos dependentes.	Introducción ás condicións de dependencia e modelos habituais de datos dependentes. Modelos paramétricos de dependencia. Situacións de dependencia xeral: o Bootstrap por bloques, o Bootstrap estacionario e o método da submostraxe. Implementación en R. O bootstrap en Estatística Espacial.

**Planificación**



Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Presentación oral	A7 A13 B3 B4 B5 B8 C9 C11 C15	21	31.5	52.5
Prácticas a través de TIC	A19 A21 A24 A25 B1 B2 B17 B19 B20 C12 C14 C15	14	28	42
Proba de resposta múltiple	A9 A11 A12 A14 A15 A16 A20 A23 B3 B9 B10 B15 B16 B18 B21 C6 C13	1	11.5	12.5
Solución de problemas	A18 B5 C11 C14 C15	4	8	12
Atención personalizada		6	0	6

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Presentación oral	Presentación con ordenador por teleconferencia.
Prácticas a través de TIC	Implementación de algoritmos de remostraxe
Proba de resposta múltiple	Proba de resposta múltiple sobre conceptos.
Solución de problemas	Deseño de plans de remostraxe. Cálculo de nesgos e varianzas dos análogos bootstrap.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Prácticas a través de TIC	Asistencia e participación nas clases teóricas. Exame escrito de múltiple opción.
Solución de problemas	Participación en prácticas e seminarios. Suposto práctico a realizar polo alumno.

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Prácticas a través de TIC	A19 A21 A24 A25 B1 B2 B17 B19 B20 C12 C14 C15	Utilización do software R para implementar o método bootstrap nalgún contexto.	40
Solución de problemas	A18 B5 C11 C14 C15	Traballo orixinal sobre o bootstrap nalgún contexto de interés	10
Proba de resposta múltiple	A9 A11 A12 A14 A15 A16 A20 A23 B3 B9 B10 B15 B16 B18 B21 C6 C13	Proba de comprensión dos conceptos impartidos.	40
Presentación oral	A7 A13 B3 B4 B5 B8 C9 C11 C15	Presentación do traballo orixinal sobre o bootstrap nalgún contexto de interés	10

Observacións avaliación
-------------------------



A avaliación realizarase por medio de prácticas en R, un traballo en grupo do/da alumno/a, así como unha proba escrita de conceptos. A calificación da proba de conceptos representará o 40% da calificación global, as prácticas en R corresponderán ao 40% mentres que o 20% restante corresponderá ao traballo en grupo, que ten que ser presentado en público polos alumnos.

Para superar a materia será necesario obter unha calificación de alomenos 5 sobre 10 no conxunto da materia.

Na oportunidade de xullo os alumnos poderán liberarse de facer as probas correspondentes nas que a súa calificación na oportunidade de xaneiro fora de alomenos 4 sobre 10. Para obter a calificación de NON PRESENTADO na primeira oportunidade (xaneiro-febreiro), os alumnos non se poderán ter presentado a ningunha das probas avaliadas que figuran arriba.

Para obter a calificación de NON PRESENTADO en xullo, os alumnos non se poderán ter presentado ó exame final desa data.

#### Fontes de información

##### Bibliografía básica

Bibliografía básica Cao, R. y Fernández-Casal, R. (2020). Técnicas de Remuestreo. Libro online: [https://rubenfcasal.github.io/book\\_remuestreo](https://rubenfcasal.github.io/book_remuestreo). Davison, A.C. and Hinkley, D.V. (1999). Bootstrap Methods and their Application. Cambridge University Press. Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another look at the Jackknife. Ann. Statist., 7, 1-26. Efron, B. and Tibshirani, R.J. (1993). An Introduction to the Bootstrap. Chapman and Hall. Shao, J. and Tu, D. (1996). The Jackknife and Bootstrap. Springer Verlag.



<b>Bibliografía complementaria</b>	<p>Bibliografía complementaria Akritas, M. G. (1986). Bootstrapping the Kaplan--Meier estimator. J. Amer. Statist. Assoc. 81, 1032-1038. Bickel, P.J. and Freedman, D.A. (1981). Some asymptotic theory for the bootstrap. Ann. Statist. 12, 470-482. Bühlmann, P. (1997). Sieve bootstrap for time series. Bernoulli 3, 123-148. Cao, R. (1990). Órdenes de convergencia para las aproximaciones normal y bootstrap en la estimación no paramétrica de la función de densidad. Trabajos de Estadística, vol. 5, 2, 23-32. Cao, R. (1991). Rate of convergence for the wild bootstrap in nonparametric regression. Ann. Statist. 19, 2226-2231. Cao, R. (1993). Bootstrapping the mean integrated squared error. Jr. Mult. Anal. 45, 137-160. Cao, R. (1999). An overview of bootstrap methods for estimating and predicting in time series. Test, 8, 95-116. Cao, R. and González-Manteiga, W. (1993). Bootstrap methods in regression smoothing. J. Nonparam. Statist. 2, 379-388. Cao, R. and Prada-Sánchez, J.M. (1993). Bootstrapping the mean of a symmetric population. Statistics &amp; Probability Letters 17, 43-48. Efron, B. (1981). Censored data and the bootstrap. J. Amer. Statist. Assoc. 76, 312-319. Efron, B. (1982). The Jackknife, the Bootstrap and other Resampling Plans. CBMS-NSF. Regional Conference series in applied mathematics. Efron, B. (1983). Estimating the error rate of a prediction rule: improvements on cross-validation. J. Amer. Stat. Assoc. 78, 316-331. Efron, B. (1987). Better Bootstrap confidence intervals (with discussion), J. Amer. Stat. Assoc. 82, 171-200. Efron, B. (1990). More Efficient Bootstrap Computations. J. Amer. Stat. Assoc. 85, 79-89. Efron, B. and Tibshirani, R. (1986). Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. Statistical Science 1, 54-77. Freedman, D.A. (1981). Bootstrapping regression models. Ann. Statist. 9, 6, 1218-1228. García-Jurado, I. González-Manteiga, W., Prada-Sánchez, J.M., Febrero-Bande, M. and Cao, R. (1995). Predicting using Box-Jenkins, nonparametric and bootstrap techniques. Technometrics 37, 303-310. Hall, P. (1986). On the bootstrap and confidence intervals. Ann. Statist. 14, 1431-1452. Hall, P. (1988a). Theoretical comparison of bootstrap confidence intervals. Ann. Statist. 16, 927-953. Hall, P. (1988b). Rate of convergence in bootstrap approximations. Ann. Probab. 16, 4, 1665-1684. Hall, P. (1992). The Bootstrap and Edgeworth Expansion. Springer Verlag. Hall, P. and Martin, M.A. (1988). On bootstrap resampling and iteration. Biometrika 75, 661-671. Härdle, W. and Marron, J. S. (1991). Bootstrap simultaneous error bars for nonparametric regression. Ann. Statist. 19, 778-796. Künsch, H.R. (1989). The jackknife and the bootstrap for general stationary observations. Ann. Statist. 17, 1217-1241. Mammen, E. (1992). When does Bootstrap Work?. Springer Verlag. Navidi, W. (1989). Edgeworth expansions for bootstrapping regression models. Ann. Statist. 17, 4, 1472-1478. Politis, D.N. and Romano, J.R. (1994a). The stationary bootstrap. J. Amer. Statist. Assoc. 89, 1303-1313. Politis, D.N. and Romano, J.R. (1994b). Limit theorems for weakly dependent Hilbert space valued random variables with application to the stationary bootstrap. Statist. Sin. 4, 461-476. Politis, D.N., Romano, J.P. and Wolf, M. (1999). Subsampling. Springer Verlag. Reid, N. (1981). Estimating the median survival time. Biometrika 68, 601-608. Stine, R.A. (1987). Estimating properties of autoregressive forecasts. J. Amer. Statist. Assoc. 82, 1072-1078. Thombs, L.A. and Schucany, W.R. (1990). Bootstrap prediction intervals for autoregression. J. Amer. Statist. Assoc. 85, 486-492. Wu, C.-F. J. (1986). Jackknife, bootstrap and other resampling methods in regression analysis. Ann. Statist. 14, 1261-1350.</p>
------------------------------------	--

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Estatística Matemática/614468102  
 Modelos de Probabilidade/614468103  
 Estatística Aplicada/614468104  
 Modelos de Regresión/614468105  
 Análise Exploratoria de Datos (data mining)/614468106  
 Estatística non Paramétrica/614468109  
 Simulación Estatística/614468113

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Series de Tempo/614427111  
 Fiabilidade e Modelos Biométricos/614427116

### Materias que continúan o temario



Contrastes de Especificación/614468123

Datos Funcionais/614468124

Proxecto Fin de Carreira ou Traballo Tutelado/614468128

Observacións

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías