



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Técnicas de Remuestreo	Código	614493130	
Titulación	Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019)			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	1º cuatrimestre	Segundo	Optativa	5
Idioma	CastellanoGallegoInglés			
Modalidad docente	Híbrida			
Prerrequisitos				
Departamento	Matemáticas			
Coordinador/a	Cao Abad, Ricardo	Correo electrónico	ricardo.cao@udc.es	
Profesorado	Cao Abad, Ricardo	Correo electrónico	ricardo.cao@udc.es	
Web	rubenfcasal.github.io/book_remuestreo			
Descripción general	Se pretende que el alumno adquiera destreza en la identificación de situaciones en las que los métodos de remuestreo son herramientas inferenciales adecuadas para resolver problemas reales. Para ello se tratará de que el alumno conozca el funcionamiento de las principales técnicas de remuestreo, entre las que se destaca el método bootstrap, así como sus aplicaciones en los principales ámbitos de la estadística. Asimismo se persigue que el alumno sea capaz de diseñar e implementar en ordenador planes de remuestreo adecuados para un amplio abanico de situaciones.			

Competencias del título	
Código	Competencias 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
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.
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 del título		
Conocer los fundamentos teóricos de las 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 forma autónoma los principios del bootstrap a los principales problemas de inferencia estadística.	AM16	BP1	CP11
	AM18	BP2	CP12
	AM19	BP3	CP13
	AM20	BP4	CP14
	AM21	BP5	CP15
	AM23	BP17	
	AM24	BP18	
	AM25	BP20	
		BP21	



Ser capaz de diseñar y validar algoritmos bootstrap para la resolución de problemas de inferencia no paramétrica sobre las funciones de densidad y regresión.	AM16	BP1	CP11
	AM18	BP2	CP12
	AM19	BP3	CP13
	AM20	BP4	CP14
	AM21	BP5	CP15
	AM23	BP17	
	AM24	BP18	
	AM25	BP19	
		BP20	
		BP21	

Contenidos	
Tema	Subtema
1. Motivación del principio Bootstrap.	Motivación del principio Bootstrap. El Bootstrap uniforme. Cálculo de la distribución Bootstrap: distribución exacta y distribución aproximada por Monte Carlo. Ejemplos. Herramientas disponibles en R. Computación en paralelo.
2. Aplicación a la estimación de la precisión y el sesgo de un estimador.	Aplicación del Bootstrap a la estimación de la precisión y el sesgo de un estimador. Ejemplos. El método Jackknife. Motivación del método Jackknife. Estimación Jackknife de la precisión y el sesgo de un estimador. Relación Bootstrap/Jackknife en dicha estimación. Ejemplos. Estudios de simulación.
3. Modificaciones del Bootstrap uniforme.	Bootstrap paramétrico, simetrizado, suavizado, ponderado y sesgado. Discusión y ejemplos. Validez de la aproximación Bootstrap. Bootstrap semiparamétrico y bootstrap residual.
4. Aplicación del Bootstrap a la construcción de intervalos de confianza.	Métodos percentil, percentil-t, percentil-t simetrizado. Ejemplos. Estudios de simulación.
5. Aplicaciones del Bootstrap en contrastes de hipótesis.	Aproximación del p-valor mediante remuestreo. Contrastes bootstrap paramétricos. Contrastes de permutaciones. Contrastes bootstrap semiparamétricos.
6. Bootstrap y estimación no paramétrica de la densidad.	Aproximación Bootstrap de la distribución del estimador de Parzen-Rosenblatt. El Bootstrap en la selección del parámetro de suavizado. Ejemplos.
7. Bootstrap y estimación no paramétrica de la función de regresión.	El Bootstrap en Regresión y Correlación. Bootstrap y estimación no paramétrica de la función de regresión. Aproximación Bootstrap de la distribución del estimador de Nadaraya-Watson. Distintos métodos de remuestreo y resultados para ellos.
8. El Bootstrap con datos censurados.	Introducción a los datos censurados. Remuestreos Bootstrap en presencia de censura. Relaciones entre ellos. Implementación en R.
9. El Bootstrap con datos dependientes.	Introducción a las condiciones de dependencia y modelos habituales de datos dependientes. Modelos paramétricos de dependencia. Situaciones de dependencia general: el Bootstrap por bloques, el Bootstrap estacionario y el método del submuestreo. Implementación en R. El bootstrap en Estadística Espacial.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
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



Prueba de respuesta 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

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

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Presentación oral	Presentación con ordenador por teleconferencia
Prácticas a través de TIC	Implementación de algoritmos de remuestreo
Prueba de respuesta múltiple	Prueba de repuesta múltiple sobre conceptos.
Solución de problemas	Diseño de planes de remuestreo. Cálculo de sesgos y varianzas de los análogos bootstrap.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas a través de TIC	Asistencia y participación en las clases teóricas. Examen escrito de múltiple opción.
Solución de problemas	Participación en prácticas y seminarios. Supuesto práctico a realizar por el alumno.

Evaluación			
Metodologías	Competencias	Descripción	Calificación
Prácticas a través de TIC	A19 A21 A24 A25 B1 B2 B17 B19 B20 C12 C14 C15	Utilización del software R para implementar el método bootstrap en algún contexto.	30
Solución de problemas	A18 B5 C11 C14 C15	Trabajo original sobre el bootstrap en algún contexto de interés.	20
Prueba de respuesta múltiple	A9 A11 A12 A14 A15 A16 A20 A23 B3 B9 B10 B15 B16 B18 B21 C6 C13	Prueba de comprensión de los conceptos impartidos.	40
Presentación oral	A7 A13 B3 B4 B5 B8 C9 C11 C15	Presentación del trabajo original sobre el bootstrap en algún contexto de interés.	10

Observaciones evaluación



La evaluación se realizará por medio de prácticas en R, un trabajo del/a alumno/a, así como una prueba escrita de conceptos. La calificación de la prueba de conceptos representará el 40% de la calificación global, las prácticas en R corresponderán al 30% mientras que el 30% restante corresponderá al trabajo, que ha de ser presentado en público por los alumnos.

Para superar la materia será necesario obtener una calificación de, por lo menos, 5 sobre 10 en el conjunto de la materia.

En la oportunidad de julio, los alumnos podrán liberarse de hacer las pruebas correspondientes en las que su calificación en la oportunidad de enero haya sido de, por lo menos, 4 sobre 10.

Para obtener la calificación de NO PRESENTADO en la primera oportunidad (enero-febrero), los alumnos no podrán haberse presentado a ninguna de las pruebas evaluables que figuran arriba.

Para obtener la calificación de NO PRESENTADO en julio, los alumnos non podrán haberse presentado al examen final de esa fecha.

Fuentes de información

Básica	Bibliografía básicaCao, R. y Fernández-Casal, R. (2020). Técnicas de Remuestreo. Libro online: 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.
---------------	---



<p>Complementaría</p>	<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 & 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>
------------------------------	--

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

- Estatística Matemática/614468102
- Modelos de Probabilidad/614468103
- Estadística Aplicada/614468104
- Modelos de Regresión/614468105
- Análisis Exploratoria de Datos/614468106
- Estadística no Paramétrica/614468109
- Simulación Estadística/614468113

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

- Series de Tiempo/614427111
- Fiabilidad y Modelos Biométricos/614427116

Asignaturas que continúan el temario



Contrastes de Especificación/614468123

Datos Funcionales/614468124

Proyecto Fin de Carrera o Trabajo Tutelado/614468128

Otros comentarios

Según se recoge en las distintas normativas de aplicación para la docencia universitaria, se deberá incorporar la perspectiva de género en esta materia (se usará lenguaje no sexista, se utilizará bibliografía de autores/as de ambos sexos, se propiciará la intervención en clase de alumnos y alumnas, etc.) Se trabajará para identificar y modificar prejuicios y actitudes sexistas y se influirá en el entorno para modificarlos y fomentar valores de respeto e igualdad. Se deberán detectar situaciones de discriminación por razón de género y se propondrán acciones y medidas para corregirlas.

(*) 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