



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                    |           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                    | 2020/21   |
| Asignatura (*)        | Probabilidad. estadística y elementos de biomatemática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    | Código             | 614522007 |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Bioinformática para Ciencias da Saúde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                    |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                    |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Curso              | Tipo               | Créditos  |
| Máster Oficial        | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Primero            | Obligatoria        | 6         |
| 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                   | http://dm.udc.es/staff/ricardo_cao/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                    |           |
| Descripción general   | Se pretende que el alumno adquiera destreza en la identificación de situaciones en las que el la teoría de la probabilidad y los métodos de inferencia estadística son herramientas adecuadas para el análisis cuantitativo de bases de datos generadas en el ámbito de la Bioinformática. Para ello se tratará de que el alumno complemente su conocimiento sobre los conceptos básicos de probabilidad e inferencia estadística, obtengan soltura en el manejo del software estadístico R, utilizando un importante número de recursos e introduciendo al estudiante en la programación en este entorno. Asimismo se persigue que el alumno se familiarice con los modelos probabilísticos de procesos estocásticos en tiempo discreto y adquiera una formación básica en técnicas de remuestreo (bootstrap) como herramienta para la aplicación y evaluación de diferentes algoritmos estadísticos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                    |           |
| Plan de contingencia  | Debido a la incidencia de la pandemia en España la docencia se plantea como híbrida (en parte presencial y en parte telemática). Para la docencia telemática se empleará Microsoft Teams. Los alumnos podrán recibir sus clases desde sus lugares de residencia, aunque también podrán acudir a las aulas del máster si su situación personal lo requiere, mientras no se supere la capacidad del aula y así lo contemple la universidad en la que se haya matriculado. Igualmente, los profesores, podrán impartir clase desde sus domicilios, despachos de la universidad o desde el aula del máster en la UDC.<br><br>Salvo que el número de alumnos matriculados impida respetar la distancia interpersonal, las pruebas que formen parte de la evaluación serán llevadas a cabo de forma presencial.<br>La metodología docente y los criterios de evaluación expuestos en esta guía docente se utilizarán independientemente del grado de presencialidad bajo el que se imparta la asignatura. En caso de que sea necesario suspender la docencia presencial, esta se impartirá de forma telemática (expositiva e interactiva) con sesiones síncronas y tutorías a través de Teams combinadas con material electrónico (videos y apuntes en formato electrónico). Los porcentajes de calificación de los trabajos prácticos y del examen escrito podrían verse modificados para adaptarse a las eventuales directrices de la Universidade da Coruña. |                    |                    |           |

| Competencias del título |                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                                                                              |
| A5                      | CE5 - Desarrollo de habilidades en el manejo de técnicas estadísticas y su aplicación a conjuntos de datos del campo de la Bioinformática                                                            |
| A6                      | CE6 - Capacidad para identificar las herramientas software y fuentes de datos de bioinformática más relevantes, y adquirir destreza en su uso                                                        |
| A10                     | CE10 - Elaborar un proyecto de investigación bioinformática, anticipando obstáculos y las posibles estrategias alternativas para solucionarlos.                                                      |
| 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                      |
| 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 auto dirigido o autónomo.                      |
| C3 | CT3 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida |
| C6 | CT6 - Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse                                                  |
| C8 | CT8 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad                                         |

| Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                             |                    |                         |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Resultados de aprendizaje                                                                                                                                                                             |                    | Competencias del título |                   |
| G2 - Capacidad de aplicación de algoritmos de resolución de los problemas y manejo del software adecuado.                                                                                             | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1                     | CP3               |
| G1 - Capacidad para iniciar la investigación y para participar en proyectos de investigación que pueden culminar en la elaboración de una tesis doctoral.                                             | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP4<br>BP5       | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| G3 - Capacidad de trabajo en equipo y de forma autónoma                                                                                                                                               | AP5<br>AP6         | BP1<br>BP4<br>BP5       | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| G4 - Capacidad de formular problemas en términos estadísticos, y de resolverlos utilizando las técnicas adecuadas.                                                                                    | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1                     | CP3<br>CP6        |
| G6 - Capacidad de identificar y resolver problemas                                                                                                                                                    | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP5              | CP3               |
| G10 - Capacidad de integrarse en un equipo multidisciplinar para el análisis experimental                                                                                                             | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP4<br>BP5       | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| G11 - Adquirir destreza para el desarrollo de software                                                                                                                                                | AP5<br>AP6         | BP5                     | CP3               |
| G12 - Capacidad de análisis estadístico crítico de las muestras, los planteamientos y resultados                                                                                                      | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP5              | CP6<br>CP8        |
| G14 - Representar un problema real mediante un modelizado estadístico adecuado.                                                                                                                       | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP5              |                   |
| G15 - Diseñar un plan de observación o recogida de datos que permita abordar el problema de interés                                                                                                   | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP5              | CP3<br>CP6        |
| E2 - La adquisición de los conocimientos de estadística e investigación operativa necesarios para la incorporación en equipos multidisciplinarios pertenecientes a diferentes sectores profesionales. | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP4<br>BP5       | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| E4 - Conocer las aplicaciones de los modelos de la estadística y la investigación operativa.                                                                                                          | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP4<br>BP5       | CP6               |
| E5 - Conocer algoritmos de resolución de los problemas y manejar el software adecuado.                                                                                                                | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP5              | CP3<br>CP6<br>CP8 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                   |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| E12 - Realizar inferencias respecto a los parámetros que aparecen en el modelo.                                                                                                                                                                                                                                                                | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| E19 - Tratamiento de datos y análisis estadístico de los resultados obtenidos.                                                                                                                                                                                                                                                                 | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP3               |
| E27 - Obtener los conocimientos precisos para un análisis crítico y riguroso de los resultados.                                                                                                                                                                                                                                                | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP6<br>CP8        |
| E28 - Complementar el aprendizaje de los aspectos metodológicos con apoyo de software.                                                                                                                                                                                                                                                         | AP6<br>AP10        | BP5               | CP3<br>CP6<br>CP8 |
| E78 - Fomentar la sensibilidad hacia los principios del pensamiento científico, favoreciendo las actitudes asociadas al desarrollo de los métodos matemáticos, como: el cuestionamiento de las ideas intuitivas, el análisis crítico de las afirmaciones, la capacidad de análisis y síntesis o la toma de decisiones racionales               | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP6<br>CP8        |
| E82 - El estudiante será capaz de comprender la importancia de la Inferencia Estadística como herramienta de obtención de información sobre la población en estudio, a partir del conjunto de datos observados de una muestra representativa de ésta. Para ello deberá reconocer la diferencia entre estadística paramétrica y no paramétrica. | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP6<br>CP8        |
| E84 - Ser capaz de manejar diverso software (en particular R) e interpretar los resultados que proporcionan éstos en los correspondientes estudios prácticos.                                                                                                                                                                                  | AP5<br>AP6<br>AP10 | BP4<br>BP5        | CP3               |
| E86 - Soltura en el manejo de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias.                                                                                                                                                                                                                                                         | AP5<br>AP10        | BP1<br>BP4<br>BP5 | CP6               |

| Contenidos                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                            | Subtema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. Revisión de conceptos básicos de probabilidad y estadística. | a. Probabilidad. Variables aleatorias y distribuciones notables discretas y continuas. Distribuciones multivariantes.<br>b. Inferencia estadística: estimación, contrastes de hipótesis e intervalos de confianza.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2. Revisión del lenguaje de programación estadístico R.         | a. Introducción al R. Primeros pasos. Funciones internas. Ayuda en R. Funciones, bucles, vectores. Funciones estadísticas. Gráficas. Recursividad. R studio.<br>b. Principales distribuciones de probabilidad en R.<br>c. Introducción a la simulación en R.<br>d. Estadística descriptiva en R.<br>e. Contrastes de hipótesis e intervalos de confianza con R.                                                                                                                                                       |
| 3. Modelos estadísticos lineales.                               | a. El modelo de regresión lineal simple. Hipótesis básicas. Estimación. Contrastes. Predicción. Diagnóstico del modelo.<br>b. El modelo de regresión lineal múltiple. Hipótesis básicas. Estimación. Contrastes. Predicción. Diagnóstico del modelo.<br>c. Modelos básicos del diseño experimental. Análisis de la Varianza (ANOVA) de una y dos vías, sin y con interacción. Hipótesis básicas. Estimación. Contrastes. Diagnóstico del modelo.<br>d. El problema de los contrastes múltiples. False discovery rate. |
| 4. Introducción a los procesos estocásticos.                    | a. Paseo aleatorio simple.<br>b. Proceso de Poisson y procesos de renovación. Procesos de nacimiento y muerte.<br>c. Procesos Markovianos. Cadenas de Markov.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Introducción a los métodos de remuestreo. | <p>a. El bootstrap uniforme. Cálculo de la distribución bootstrap: distribución exacta y distribución aproximada por Monte Carlo. Ejemplos. Aplicación del bootstrap a la estimación de la precisión y el sesgo de un estimador.</p> <p>b. Modificaciones del Bootstrap uniforme. Bootstrap paramétrico, simetrizado y suavizado. Discusión y ejemplos.</p> <p>c. Métodos bootstrap para la construcción de intervalos de confianza: método percentil, percentil-t, percentil-t simetrizado. Ejemplos.</p> <p>Estudios de simulación.</p> |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Planificación                |                             |                    |                                          |               |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas       | Competencias                | Horas presenciales | Horas no presenciales / trabajo autónomo | Horas totales |
| Presentación oral            | A5 A6 A10 B1 B4 B5 C8       | 24                 | 36                                       | 60            |
| Prácticas a través de TIC    | A5 A6 A10 B4 B5 C3 C6       | 18                 | 36                                       | 54            |
| Prueba de respuesta múltiple | A5 B1 B5 C8                 | 1                  | 9                                        | 10            |
| Solución de problemas        | A5 A6 A10 B1 B4 B5 C3 C6 C8 | 4                  | 16                                       | 20            |
| 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.                                                                                                                                                    |
| Prácticas a través de TIC    | Análisis estadístico de conjuntos de datos usando R.                                                                                                                           |
| Prueba de respuesta múltiple | Prueba de repuesta múltiple sobre conceptos.                                                                                                                                   |
| Solución de problemas        | Elección de las herramientas estadísticas y estrategias para resolver problemas. Formulación de modelos lineales. Diseño de experimentos. Formulación de planes de remuestreo. |

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

| Evaluación                |                             |                                                                                                       |              |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodologías              | Competencias                | Descripción                                                                                           | Calificación |
| Presentación oral         | A5 A6 A10 B1 B4 B5 C8       | Presentación oral del trabajo original mencionado en el ítem "Solución de problemas".                 | 10           |
| Prácticas a través de TIC | A5 A6 A10 B4 B5 C3 C6       | Práctica de ordenador usando el software estadístico libre R.                                         | 30           |
| Solución de problemas     | A5 A6 A10 B1 B4 B5 C3 C6 C8 | Trabajo original sobre alguno de los temas de la materia en un contexto de interés en Bioinformática. | 30           |



|                              |             |                                                    |    |
|------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|----|
| Prueba de respuesta múltiple | A5 B1 B5 C8 | Prueba de comprensión de los conceptos impartidos. | 30 |
|------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|----|

## Observaciones evaluación

La evaluación se realizará por medio de una prueba sobre prácticas con R, un trabajo individual del/a alumno/a, así como una prueba escrita de conceptos. La calificación de la prueba de conceptos representará el 30% de la calificación global, la prueba de prácticas en R corresponderá al 30% mientras que el 40% restante corresponderá al trabajo individual, que ha de ser presentado en público por los alumnos. La cuarta parte de la puntuación de este trabajo individual (10% de la calificación global) corresponde a la presentación oral del mismo.

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.

En la primera oportunidad (enero-febrero), solo los alumnos que se hayan presentado a ninguna de las pruebas evaluables que figuran arriba obtendrán la calificación de NO PRESENTADO. En julio, obtendrán la calificación de NO PRESENTADO los alumnos que no se hayan presentado al examen final de esa fecha.

## Fuentes de información

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Cao Abad, R., Francisco Fernández, M., Naya Fernández, S., Presedo Quindimil, M.A., Vázquez Brage, M (2001). Introducción a la Estadística y sus Aplicaciones. Pirámide</li><li>- Ewens, W.J. and Grant, G.R. (2005). Statistical Methods in Bioinformatics. Springer</li><li>- Peña Sánchez de Rivera, D. (2000). Estadística: Modelos y Métodos. Alianza Editorial</li><li>- Ross, S.M. (1995). Stochastic Processes. Wiley</li><li>- Efron, B. and Tibshirani, R.J. (1993). An Introduction to the Bootstrap. Chapman and Hall</li><li>- Davison, A.C. and Hinkley, D.V. (1997). Bootstrap Methods and their Application. Cambridge University Press</li></ul> |
| <b>Complementaria</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Introducción a las bases de datos/614522002

Genómica/614522006

Fundamentos de bioinformática/614522008

Introducción a la programación/614522001

Fundamentos de inteligencia artificial/614522003

### Asignaturas que continúan el temario

Estructuras de datos y algoritmia para secuencias biológicas/614522013

Procesamiento avanzado de secuencias biológicas/614522020

Inteligencia computacional para datos de alta dimensionalidad/614522024

Trabajo fin de máster/614522025

Inteligencia computacional para bioinformática/614522012

Métodos estadísticos avanzados en bioinformática/614522009

### Otros comentarios



(\*) 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