



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

GUÍA DOCENTE DE PROGRAMACIÓN Y ESTADÍSTICA CON R

La presente guía docente corresponde a la asignatura “Programación y Estadística con R” (PRSTR), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente de PRSTR aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA

Programación y Estadística con R (PRSTR)

1.1. Código

33085 del Máster en Bioinformática y Biología Computacional

1.2. Materia

Módulo III: Estadística y análisis de datos

1.3. Tipo

Obligatoria

1.4. Nivel

Máster

1.5. Curso

1º

1.6. Semestre

1º

1.7. Número de créditos

6 ECTS

1.8. Requisitos previos

Se indican los requisitos para cursar con aprovechamiento la asignatura “Programación y Estadística con R” así como las asignaturas en las que se cubren dichos requisitos

- Capacidad para programar en un lenguaje de alto nivel.
Asignaturas: “Programación, Linux y bases de datos” o equivalentes.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- Conocimientos de estadística (nivel grado de ciencias).

Para garantizar la asimilación de los contenidos y la adquisición de habilidades se recomienda

- la lectura crítica de los textos de la bibliografía
- el uso del material electrónico disponible en la plataforma Moodle (<http://moodle.uam.es>)
- la revisión de material complementario en la red.

Es recomendable disponer de un dominio de inglés (B2) para leer la bibliografía de consulta.

Asimismo, se requiere

- Trabajo individual antes de las sesiones teóricas y prácticas: Lectura del material a cubrir con el objetivo de familiarizarse con los conceptos que se van a manejar y los problemas a resolver.
- Trabajo individual posterior a las sesiones:
 - Revisión de las notas tomadas en clase.
 - Consulta de la bibliografía.
 - Realización de ejercicios.
- Trabajo en grupo
 - Realización de los ejercicios opcionales de la asignatura.
 - Realización del ejercicio de programación.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Asistencia no obligatoria pero muy recomendada.

1.10. Datos del equipo docente

Profesores de teoría:

Dr. Ramón Díaz Uriarte (Coordinador)

Departamento de Bioquímica

Facultad de Medicina

Despacho: B-25

Teléfono: +34 914972412

Correo electrónico: r.diaz@uam.es

Página web: <http://ligarto.org/rdiaz>

Horario de tutorías: Petición de cita previa en clase o por correo electrónico.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

1.11. Objetivos del curso

Esta asignatura cubre el sistema de programación y análisis estadísticos con R y lo utiliza para presentar los elementos fundamentales de estadística de uso habitual en el análisis de datos "ómicos" (en especial modelos lineales y ajuste de comparaciones múltiples --principalmente FDR--). En la asignatura se combinan estos dos elementos: utilizamos R para resolver o contestar preguntas típicas en el análisis de datos ómicos enfatizando las buenas prácticas en programación con R y los fundamentos estadísticos. Al finalizar la asignatura, el estudiante habrá adquirido competencia en el empleo e interpretación de modelos lineales, el ajuste por comparaciones múltiples, la utilización de R para la manipulación de datos y representación gráfica, y programación en R al nivel suficiente para desarrollar paquetes sencillos de R.

Las **competencias específicas** del Máster de Bioinformática y Biología Computacional que se persiguen adquirir con esta asignatura son:

- CE1 - Capacidad de aplicar los conocimientos de biología, matemáticas, física y estadística a la bioinformática.
- CE6 - Capacidad de explotar tecnologías avanzadas de aprendizaje automático y minería de textos.
- CE8 - Capacidad de utilizar técnicas computacionales para procesado, almacenamiento y manejo de datos masivos.
- CE10 - Capacidad de diseñar, implementar y evaluar una solución informática para resolver necesidades en el procesamiento de datos.

Las **competencias básicas y generales** que se adquieren son:

- CG1 - Capacidad para comprender y aplicar métodos y técnicas de investigación en el ámbito de la Bioinformática.
- CG2 - Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos bioinformáticos.
- CG3 - Capacidad para trabajar en equipos multidisciplinares, comunicándose eficientemente y desarrollando su actividad de acuerdo con las buenas prácticas científicas.
- CG4 - Capacidad para la investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Bioinformática.
- CG5 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos en el ámbito de la Bioinformática.
- CG6 - Capacidad de búsqueda, análisis y gestión de información; incluyendo la capacidad de interpretación y evaluación con un razonamiento crítico y autocrítico.
- CG7 - Capacidad de estudiar y resolver problemas biológicos y biomédicos con el soporte de herramientas computacionales.
- 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



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

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

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

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

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.

Las **competencias transversales** que se adquieren en esta asignatura son:

CT1 - Capacidad para trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida en el diseño y comunicación de estrategias experimentales.

CT2 - Capacidad de identificar fuentes de información científica solventes para fundamentar el estado de la cuestión de un problema bioinformático y poder abordar su resolución.

Al final del semestre (objetivos generales), y de cada unidad (objetivos por tema) el estudiante deberá ser capaz de:

OBJETIVOS GENERALES

| | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 | Implementar en R tareas de complejidad media para la manipulación de datos y la resolución de problemas reales en los campos de la biología, la bioquímica, y la biología molecular. |
| G2 | Implementar y aplicar técnicas estadísticas básicas para el análisis de datos. |

OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA

| | |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TEMA 1.- Introducción a R: multiple testing como excusa | |
| 1.1. | Recordar contraste de hipótesis e introducir el ajuste de comparaciones múltiples. |
| 1.2. | Entender las peculiaridades de R como lenguaje de programación estadístico y mostrar un breve ejemplo que combina tipos de datos y funciones implícitas. |
| TEMA 2.- R: el lenguaje (I) | |
| 2.1. | Usar R de forma interactiva y no interactiva, y acceder a la ayuda. |
| 2.2. | Conocer los tipos de datos |
| TEMA 3.- R: el lenguaje (II) | |
| 3.1. | Aprender a leer y escribir ficheros y objetos binarios. |
| 3.2 | Crear tablas a partir de datos y utilizar aplicación de funciones como alterantiva a bucles. |



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.3 | Manipular datos con caracteres. |
| TEMA 4.- Gráficos en R | |
| 4.1. | Entender el modelo gráfico básico de R y algunas alternativas (ggplot, lattice). |
| 4.2. | Crear gráficos de distintos tipos, añadiendo anotaciones y condicionamiento. |
| TEMA 5.- Funciones en R | |
| 5.1. | Definir funciones en R. |
| 5.2. | Flujo de ejecución. |
| 5.3. | Conocer técnicas básicas de depuración (debugging) independientes del editor. |
| 5.4. | Conocer los dos tipos de programación orientada a objetos más comunes en R. |
| TEMA 6.- Comparación de dos grupos | |
| 6.1. | Usar tests paramétricos y no paramétricos así como representaciones gráficas para comparar dos grupos. |
| TEMA 7.- ANOVA y modelos lineales | |
| 7.1. | Acostumbrarse a identificar las fuentes de variación y el tipo de variables predictoras para utilizar el tipo de análisis apropiado al diseño experimental. Extender el ANOVA y la regresión múltiple a modelos lineales e introducir otras extensiones (modelos lineales generalizados, mixtos, aditivos). |
| 7.2. | Entender la diferencia entre modelos aditivos y con interacción y el papel del orden de los regresores y los tipos de sumas de cuadrados. |
| 7.3. | Introducir la necesidad del control del error de tipo I sobre la familia de tests (FWER) y entender sus diferencias con el control del FDR (false discovery rate). |
| 7.4. | Utilizar procedimientos gráficos para el diagnóstico de la calidad de los modelos. |
| 7.5. | Introducir el uso de procedimientos de suavizado via Empirical Bayes para modelos lineales con datos ómicos. |
| TEMA 8.- Más programación en R: paquetes, paralelización, uso de C++. | |
| 7.1. | Entender la estructura y requerimientos de los paquetes de R y los beneficios de, y procedimientos para, desarrollar paquetes. |
| 7.2. | Aprender a usar R en paralelo de forma rutinaria para problemas “vergonzosamente paralelizables”. |
| 7.3. | Conocer la posibilidad y nociones básicas sobre la forma de llamar a código compilado en otros lenguajes (C++ en especial) desde R. |

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

TEMA 1. Introducción a R: multiple testing como excusa

TEMA 2. R: el lenguaje (I)



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

TEMA 3. R: el lenguaje (II)

TEMA 4. Gráficos en R

TEMA 5. Funciones en R

TEMA 6. Estadística: comparación de dos grupos.

TEMA 7. Estadística: ANOVA y modelos lineales.

TEMA 8. Más programación en R: paquetes, paralelización, uso de C++.

Programa Detallado

1. Introducción a R: multiple testing como excusa

- 1.1. P-valores y multiple testing (FDR).
- 1.2. Un ejemplo de R en seis líneas.
- 1.3. R: tipos de datos y el por qué del lenguaje.

2. R: el lenguaje (I).

- 2.1. Ejecución interactiva y no interactiva de R.
- 2.2. Ayuda.
- 2.3. Operadores y precedencia.
- 2.4. Definición de funciones.
- 2.5. Expresiones.
- 2.6. Comentarios.
- 2.7. Tipos de datos. Indexación y combinación de distintos tipos de datos.
- 2.8. Generación de secuencias.

3. R: el lenguaje (II).

- 3.1. Tablas y la familia apply.
- 3.2. Cadenas de caracteres con R.
- 3.3. Lectura y escritura de ficheros.
- 3.4. Lectura y escritura de objetos binarios.

4. Gráficos en R.

- 4.1. Modelo de gráficos. Opciones.
- 4.2. Anotación.
- 4.3. Tipos comunes de gráficos.
- 4.4. Identificación interactiva de puntos.
- 4.5. Lattice, ggplot2. Gráficos con condicionamiento.
- 4.6. Guardar y regenerar gráficos.

5. Funciones en R.

- 5.1. Funciones: argumentos, valores devueltos.
- 5.2. Composición de funciones.
- 5.3. Variables locales y globales.
- 5.4. Operadores lógicos.
- 5.5. Flujo de ejecución. Ejecución condicional y alternativa. Recursión. Iteración (for, while, break).
- 5.6. Depuración (debugging) en R.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

5.7. Clases S3 (y S4).

6. Comparación de dos grupos.

- 6.1. Gráficos elementales para comparaciones de dos grupos: boxplots, histogramas, gráficos de puntos.
- 6.2. Comparación de las medias de dos grupos independientes usando el test de la t.
- 6.3. Comparación de la media en dos grupos emparejados.
- 6.4. Usando rangos: métodos no paramétricos.

7. ANOVA y modelos lineales

- 7.1. Nociones de diseño experimental.
- 7.2. Comparando más de dos grupos.
- 7.3. Cuando las variables independientes son continuas (regresión).
- 7.4. ANOVA de dos vías: efectos principales e interacción. Orden de los factores y tipos de sumas de cuadrados.
- 7.5. Split-plots y otros diseños.
- 7.6. Diagnósticos.
- 7.7. Multiple testing: FWER.
- 7.8. Modelos lineales y microarrays: empirical bayes.
- 7.9. Extensión de los modelos lineales.

8. Más programación en R: paquetes, paralelización, uso de C++.

- 8.1. Desarrollo de paquetes para CRAN y BioConductor.
- 8.2. Computación en paralelo con R.
- 8.3. Llamando a código en C++.

1.13. Referencias de consulta

Libros y manuales

Dalgaard, P. 2008. Introductory statistics with R, 2nd ed. Springer.

Everitt, B and Hothron, T. 2010. A handbook of statistical analysis using R, 2nd ed. Chapman and Hall/CRC.

Faraway, J. 2014. Linear models with R, 2nd ed. CRC Press.

Faraway, J. 2016. Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects, and nonparametric regression models. 2nd ed. CRC Press.

Fox, J and Weisberg, S. 2010. An R companion to applied regression. SAGE.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Grolemund, G, Wickham, H. 2016. R for Data Science. O'Reilly. (See also <http://r4ds.had.co.nz/>)

Peng, R. 2015. R Programming for Data Science. <https://leanpub.com/rprogramming>

Peng, R. et al. 2017. Mastering software development in R. Leanpub, <https://leanpub.com/msdr>. (See also <https://bookdown.org/rdpeng/RProgDA/>)

Venables, Smith, et al. 2014. An introduction to R. (This is included with R).

Wickham, H. 2014. Advanced R. Chapman and Hall/CRC (see also <http://adv-r.had.co.nz>)

Material electrónico de trabajo: los documentos electrónicos de trabajo (material adicional, ejercicios del curso y ejemplos de exámenes, etc.) se publican en la plataforma Moodle (<http://moodle.uam.es/>)

2. Métodos docentes

Las clases se impartirán en un aula de informática de la universidad, con un ordenador por alumno. Para casi todos los temas, el esquema será como sigue:

a) Dos o tres clases con explicación de los conceptos y pequeñas demostraciones por parte del profesor y ejecución de código por parte de los alumnos. En especial en la parte de estadística, las sesiones generalmente empezarán con un problema concreto (por ej., hemos medido la expresión de P53 en pacientes con y sin cáncer: ¿hay alguna evidencia de que su expresión sea diferente en los dos grupos?) que intentaremos contestar usando gráficas y motivando los procedimientos estadísticos.

b) Media a una sesión de resolución de problemas y casos prácticos de programación o estadística voluntarios previamente asignados; recapitulación, con posibles ejercicios o comparación entre ejercicios previos, de las distintas soluciones y abordajes.

Actividad del profesor

Clases expositivas en las que se realizarán programas y ejercicios ilustrativos. Se utilizará la pizarra, combinada con la explicación de programas en formato electrónico cuya ejecución será proyectada en clase.
En muchas

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participación en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Actividad no presencial: lectura del material bibliográfico y de apoyo, estudio de la materia y realización de ejercicios propuestos y de los cuestionarios planteados en la plataforma Moodle.

***Tutorías en aula:**

Actividad del profesor:

Tutorización a toda la clase o en grupo reducidos con el objetivo de resolver dudas comunes plantadas por los alumnos a nivel individual o en grupo, surgidas a partir de cuestiones/ejercicios señalados en clase para tal fin y orientarlos en la realización de los mismos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

***Prácticas:**

Actividad del profesor:

Explicación del problema estadístico o computacional a resolver usando R. Supervisión del trabajo de los alumnos. Resolución de dudas y discusión de las distintas solución al terminar el ejercicio.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Implementación de la solución en R. Debate sobre la solución.

Actividad no presencial: Profundizar en el enunciado de la práctica, y plantear otras posibles soluciones al problema.

***Proyecto de programación:**

Actividad del profesor:

Explicación del problema estadístico o computacional a resolver usando R. Explicación de posibles abordajes del problema y discusión de las posibles dificultades. Explicación de los métodos para una correcta exposición del proyecto.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de notas durante las explicaciones del profesor. Exposición de la solución. Participación en el debate sobre las soluciones de otros grupos.

Actividad no presencial: Resolución e implementación del problema. Búsqueda de bibliografía.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

3. Tiempo de trabajo del estudiante

| | | Nº de horas | Porcentaje |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|---------------|
| Presencial | Clases teóricas | 16 h (10.7%) | 38 h(25.3%) |
| | Clases prácticas y resolución de problemas | 16 h (10.7%) | |
| | Realización de exámenes | 3 h (2%) | |
| | Exposición de proyectos de programación | 3 h (2%) | |
| No presencial | Estudio semanal | 25 h (16.7%) | 112 h (74.7%) |
| | Realización de actividades prácticas | 25 h (16.7%) | |
| | Preparación proyecto de programación | 24 h (16%) | |
| | Preparación de exámenes (convocatoria ordinaria) | 16 h (10.7%) | |
| | Preparación del examen (convocatoria extraordinaria) | 22 h (14.7%) | |
| Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS | | 150 h | |

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

Todas las partes de la asignatura, exámenes y ejercicio de programación puntúan sobre 10. El ejercicio de programación es un ejercicio que se realizará en grupos de tres o cuatro alumnos.

La calificación final de la asignatura en la convocatoria ordinaria se obtiene a partir de las notas de los exámenes y el ejercicio de programación mediante la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0.3 * \text{Examen 1} + 0.3 * \text{Examen 2} + 0.4 * \text{Ejercicio programación}$$

Para aprobar la asignatura es obligatorio obtener una nota mayor o igual a 5 puntos en cada una de las partes evaluadas. En caso contrario, la nota final en actas será

$$\text{Calificación: } \text{Min}(4, 0.3 * \text{Examen 1} + 0.3 * \text{Examen 2} + 0.4 * \text{Ejercicio programación})$$

El número mínimo de pruebas a las que el estudiante se ha de presentar para recibir una calificación numérica es de dos. Si un estudiante solo se presenta a una prueba recibirá la calificación de "No evaluado".

Evaluación extraordinaria: la nota correspondiente a la evaluación extraordinaria se calculará con la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0.6 * \text{Examen extraordinario} + 0.4 * \text{Ejercicio programación}$$

En caso de que la nota en el ejercicio de programación de la convocatoria ordinaria fuera inferior a 5, los alumnos habrán de presentar un nuevo ejercicio de programación.



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Para optar a la evaluación continua el estudiante debe presentarse a los dos exámenes. El itinerario de evaluación no continua será evaluado de la misma forma que la convocatoria extraordinaria: se hará un único examen que corresponderá al 60% de la nota final (el 40% restante corresponderá al ejercicio de programación). Al igual que en la evaluación continua, será necesario obtener al menos 5 puntos en el examen y en el ejercicio de programación.

Las notas de los exámenes y el ejercicio se conservan solo para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

PUNTO EXTRA (únicamente para estudiantes en evaluación continua en la convocatoria ordinaria y que hayan superado la asignatura):

Aquellos estudiantes que, cumpliendo los requisitos del itinerario de evaluación continua, realicen la entrega voluntaria de ejercicios a lo largo del semestre, podrán recibir un máximo de 1 punto adicional, siempre que su calificación en la asignatura, sin este punto extra, sea superior o igual a 5. La puntuación adicional recibida dependerá de la calidad de las entregas y de su participación en clase.

ATENCIÓN: Cualquier copia descubierta que se haya realizado a lo largo del curso, tanto en cualquiera de las actividades de teoría desarrolladas, ejercicios, y debate como en cualquiera de los apartados de las prácticas, serán penalizadas con rigurosidad. La penalización por copia implica la aplicación de la normativa interna de la EPS, que supone suspender la convocatoria actual y no poder presentarse a la siguiente.

5. Cronograma

| Semana | Contenido | Horas presenciales | Horas no presenciales |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | - Presentación y motivación de la asignatura, descripción del programa, normativa y los métodos de evaluación. TEMA 1. Introducción a R: multiple testing como excusa TEMA 2. R: el lenguaje (I) | 6 | 10 Trabajo del estudiante: Lectura de las normativas de teoría y prácticas. Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. |
| 2 | TEMA 3. R: el lenguaje (II) TEMA 4. Gráficos en R | 6 | 14 Trabajo del estudiante: Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. Preparación examen. |
| 3 | TEMA 5. Funciones en R | 6 | 14 Trabajo del estudiante: |



Asignatura: Programación y Estadística con R
Código: 33085
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

| | | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Examen 1 | | Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. . Preparación ejercicio programación. Preparación examen. |
| 4 | TEMA 6. Estadística: comparación de dos grupos. TEMA 7. Estadística: ANOVA y modelos lineales. | 6 | 14 Trabajo del estudiante: Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. . Preparación ejercicio programación. Preparación de examen. |
| 5 | TEMA 7. Estadística: ANOVA y modelos lineales. | 5 | 14 Trabajo del estudiante: Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. . Preparación ejercicio programación. Preparación de examen. |
| 6 | TEMA 7. Estadística: ANOVA y modelos lineales. TEMA 8. Más programación en R: paquetes, paralelización, uso de C++. Examen 2 | 6 | 14 Trabajo del estudiante: Lectura del material propuesto. Realización de ejercicios. Preparación ejercicio programación. Preparación examen. |
| 7 | Exposición trabajo programación | 3 | 10 Preparación ejercicio programación. Preparación de presentación. |