



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

GUÍA DOCENTE DE REDES BIOLÓGICAS Y BIOLOGÍA DE SISTEMAS

La presente guía docente corresponde a la asignatura de Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RBBS), 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 RBBS aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA

Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RBBS)

1.1. Código

33092 del Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional

1.2. Materia

Redes Biológicas y Biología de Sistemas

1.3. Tipo

Obligatoria

1.4. Nivel

Máster

1.5. Curso

1º

1.6. Semestre

2º

1.7. Número de créditos

6 ECTS

1.8. Requisitos previos

Se indican los requisitos para cursar con aprovechamiento la asignatura “Redes Biológicas y Biología de Sistemas”:

Son recomendables conocimientos de álgebra lineal y cálculo diferencial, biología molecular y biología del desarrollo a un nivel introductorio, así como conocimientos básicos de programación.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Los cursos relacionados son:

- Caracterización de Redes y Topologías Biológicas

Las clases se impartirán principalmente en castellano. En caso de que algún alumno no hable castellano, las clases y seminarios serán impartidas en inglés. La mayor parte del material del curso y transparencias será en inglés.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

Se plantean dos itinerarios, uno con asistencia obligatoria a clase y otro sin ella. Los estudiantes deberán optar por uno u otro desde el principio del curso y cumplir con los distintos requisitos de evaluación que conlleva cada uno de los modelos, publicados en la presente guía docente (ver apartado 4).

ITINERARIO CON ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es obligatoria al menos en un 85%.

ITINERARIO SIN ASISTENCIA OBLIGATORIA A CLASE

La asistencia es muy recomendable aunque no obligatoria.

1.10. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico.

Profesores:

Dr. David Míguez Gómez (Coordinador)

Departamento de Física de la Materia Condensada

Facultad de Ciencias

Despacho: mod 8, 4-13

Tel.: +34 911 964 489

e-mail: david.miguez

Web: <http://sysbio.openwetware.org>

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

Dr. Raúl Guantes Navacerrada

Departamento de Física de la Materia Condensada

Facultad de Ciencias

Despacho: mod 8, 4-12

Tel.: +34 91497 8735

e-mail: raul.guantes

Web: <http://www.uam.es/raul.guantes>

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



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

1.11. Objetivos del curso

Redes biológicas y Biología de Sistemas se enfoca en aproximaciones teóricas y computacionales al estudio de los sistemas biológicos. El curso introduce conceptos y herramientas del campo de los sistemas dinámicos y los aplica al análisis de cascadas de regulación y redes genéticas y metabólicas sencillas, usando ejemplos de farmacología, biología molecular y biología del desarrollo.

Las competencias básicas y generales que el estudiante adquiere en esta asignatura 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
- 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 auto-dirigido o autónomo.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

La competencia de tecnología específica que el estudiante adquiere en esta asignatura es:

- CE1 - Capacidad de aplicar los conocimientos de biología, matemáticas, física y estadística a la bioinformática.
- CE2 - Capacidad de aplicar métodos computacionales a la resolución de problemas en el ámbito de la investigación biomédica básica y traslacional.
- CE5 - Capacidad de analizar, modelar, integrar y extraer información en redes biológicas.

Las cualificaciones ubicadas en el nivel de competencias transversales que el estudiante adquirirá 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.

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

OBJETIVOS GENERALES

G1	Comprender las propiedades topológicas de las redes biológicas en el contexto de los sistemas dinámicos
G2	Aprender a implementar modelos matemáticos de cascadas de regulación y de redes genéticas y metabólicas
G3	Aprender a diseñar, formalizar y presentar un proyecto de investigación interdisciplinar

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

PARTE I: Introducción	
TEMA 1.- Análisis de sistemas dinámicos en biología	
1.1.	Saber describir procesos dinámicos básicos en biología celular: división y crecimiento celular, producción y degradación de moléculas.
1.2.	Comprender los conceptos de puntos de equilibrio, estabilidad y bifurcaciones.
1.3.	Familiarizarse con los conceptos de multi-estabilidad y ciclos límite en sistemas biológicos.
1.4.	Aprender a simplificar sistemas dinámicos mediante separación de escalas temporales: cinética de Michaelis-Menten.
TEMA 2.- Introducción a las redes biológicas	
2.1.	Entender las propiedades topológicas de algunas redes biológicas, y su descomposición en motivos de red.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

2.2.	Aplicar conceptos de dinámica al análisis de motivos de retroalimentación y bucles feed-forward.
PARTE II: Aprendizaje Supervisado	
TEMA 3.- Motivos y módulos en redes de regulación y señalización	
3.1.	Aprender a formular modelos dinámicos de redes de regulación y señalización.
3.2.	Analizar y entender la dinámica de los osciladores genéticos, y su utilidad en biología.
3.3.	Analizar y entender la dinámica de los interruptores genéticos y sus aplicaciones en biología.
3.4.	Entender el concepto de ruido y fluctuaciones en redes biológicas, y aprender a formular modelos estocásticos para su análisis.
3.5.	Entender los métodos de adaptación a señales externas en redes celulares.
3.6.	Entender y aplicar principios de optimización en redes biológicas.
TEMA 4.- Modelos de redes metabólicas	
4.1.	Aprender a formular modelos de balance de flujo (flux-balance) de redes metabólicas.
4.2.	Entender y analizar los modelos basados en restricciones de redes metabólicas.
TEMA 5.- Resolución e implementación de modelos	
5.1.	Aprender a realizar una discretización temporal
5.2.	Establecer las condiciones iniciales y de contorno en un modelo
5.3.	Saber utilizar varios métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales
5.4.	Realizar simulaciones numéricas de reacciones químicas y bioquímicas.
5.5.	Aplicar métodos de a-dimensionalización y normalización de variables.
TEMA 6.- Farmacología de sistemas	
6.1.	Familiarizarse con los pasos que conlleva el desarrollo de fármacos y ensayos clínicos.
6.2.	Entender las aplicaciones principales de la biología de sistemas en el campo del desarrollo y optimización de fármacos, terapias y tratamientos.
6.3.	Entender el concepto de fármaco selectivo y su aplicación al tratamiento del cáncer y otras enfermedades con base genética.
6.4.	Desarrollar modelos matemáticos de inhibidores moleculares.
TEMA 7.- Biología de sistemas aplicada al estudio del desarrollo embrionario	
7.1.	Entender el concepto de morfógeno y la difusión de señales extracelulares.
7.2.	Aprender a discretizar el espacio. Aplicar conceptos y modelos de de reacción-difusión a la formación de patrones durante la embriogénesis.
7.3.	Entender los patrones de Turing y la rotura de simetría especial durante el desarrollo.
7.4.	Estudiar la dinámica de proliferación y diferenciación de células madre mediante herramientas teóricas y computacionales.
TEMA 8.- Aplicaciones de la biología de sistemas en ejemplos prácticos	
8.1.	Comprender las fuentes de ruido y variabilidad en la expresión genética
8.2.	Analizar la dinámica celular en respuesta a tratamientos por drogas
8.3.	Familiarizarse con los modelos de comportamiento colectivo



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

PARTE III: Aprendizaje no supervisado	
TEMA 9.- Desarrollo de proyectos de investigación en biología de sistemas	
9.1.	Aprender a formular una pregunta científica con carácter interdisciplinar y cuantitativo.
9.2.	Aprender a redactor una memoria de un proyecto de investigación interdisciplinar.
9.3.	Aprender a presentar y defender un proyecto de investigación interdisciplinar.

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

- TEMA 1.- Análisis de sistemas dinámicos en biología
- TEMA 2.- Introducción a las redes biológicas
- TEMA 3.- Motivos y módulos en redes de regulación y señalización
- TEMA 4.- Modelos de redes metabólicas
- TEMA 5.- Resolución en implementación de modelos
- TEMA 6.- Farmacología de sistemas
- TEMA 7.- Biología de sistemas aplicada al estudio del desarrollo embrionario
- TEMA 8.- Aplicaciones de la biología de sistemas en ejemplos prácticos
- TEMA 9.- Desarrollo de Proyectos de investigación en biología de sistemas

Programa Detallado

PARTE I: Introducción

1. Análisis de sistemas dinámicos en biología
 - 1.1. Conceptos y procesos dinámicos básicos en biología celular.
 - 1.2. Puntos de equilibrio, estabilidad y bifurcaciones
 - 1.3. Multiestabilidad y ciclos límite
 - 1.4. Separación de escalas temporales y cinética de Michaelis-Menten.
2. Introducción a las redes complejas en biología
 - 2.1. Motivos de Red, propiedades topológicas y robustez en redes biológicas.
 - 2.2. Motivos de retroalimentación y bucles feed-forward.

PARTE II: Aprendizaje Supervisado

3. Análisis de redes de regulación
 - 3.1. Modelos dinámicos de redes de regulación y señalización.
 - 3.2. Análisis dinámico de motivos de retroalimentación en redes de regulación: osciladores e interruptores genéticos.
 - 3.3. Análisis dinámico de bucles feed-forward : adaptación y detección relativa.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- 3.4. Ruido en expresión genética.
 - 3.5. Principios de optimización en redes biológicas.
 4. Análisis de redes metabólicas.
 - 4.1. Modelos basados en restricciones: balance de flujos.
 - 4.2. Principios de optimización en redes metabólicas.
 5. Resolución e implementación de modelos
 - 5.1. Discretización temporal
 - 5.2. Condiciones iniciales y de contorno
 - 5.3. Métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales
 - 5.4. Simulación numérica de reacciones químicas y bioquímicas. Aproximación de quasi-equilibrio.
 - 5.5. Métodos de a-dimensionalización y normalización.
 6. Farmacología de sistemas
 - 6.1. El desarrollo de fármacos. Ensayos clínicos.
 - 6.2. Aplicaciones de la biología de sistemas al desarrollo y optimización de fármacos.
 - 6.3. Fármacos selectivos en cáncer y enfermedades con base genética.
 - 6.4. Modelos matemáticos de inhibidores moleculares.
 7. Biología de sistemas aplicada al estudio del desarrollo embrionario
 - 7.1. Morfógenos y difusión de señales extracelulares.
 - 7.2. Discretización especial. Modelos de reacción-difusión. Formación de patrones.
 - 7.3. Patrones de Turing y rotura de simetría especial durante el desarrollo.
 - 7.4. Dinámica de proliferación y diferenciación de células madre.
 8. Aplicaciones de la biología de sistemas a ejemplos prácticos
 - 8.1. Ruido y variabilidad en expresión genética
 - 8.2. Dinámica celular en respuesta a tratamientos por drogas
 - 8.3. Comportamiento colectivo
- PARTE III: Aprendizaje no supervisado
9. Proyecto de investigación en biología de sistemas
 - 9.1. La pregunta científica interdisciplinar.
 - 9.2. Proyecto de investigación interdisciplinar.
 - 9.3. Defensa de un Proyecto de investigación interdisciplinar.

1.13. Referencias de consulta

Bibliografía:

- U. Alon, An introduction to systems biology. Chapman and Hall CRC, 2007.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

- E. Klipp et al., 'Systems Biology: a textbook'. Wiley-Blackwell, 2009.
- E. O. Voit. 'A First Course in Systems Biology'. Garland Science, 2012.
- Bernhard O. Palsson. 'Systems Biology: properties of reconstructed networks'. Cambridge University Press, 2006.

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

2. Métodos docentes

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

*Clases de teoría:

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.

Actividad del estudiante:

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

Actividad no presencial: lectura del material bibliográfico y de apoyo, estudio de la materia y realización de ejercicios propuestos en clase y 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 planteadas por los alumnos a nivel individual o en grupo, surgidas a partir de conceptos/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 de los conceptos básicos informático y de programación necesarios para la simulación numérica de redes de interacción a través de ejemplos.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

Exposición del funcionamiento de los comandos esenciales para la realización del ejercicio planteado en clase. Resolución de dudas con respecto al código.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Implementación del código propuesto por el profesor para la resolución del ejercicio. Se comentará el código para futuras utilizaciones del mismo. Se experimentará durante la clase con los respectivos parámetros más relevantes de cada modelo desarrollado.

Actividad no presencial: Profundizar en el problema propuesto. Se planteará otras posibles soluciones al problema. Estudiar otras posibles aplicaciones del modelo implementado en cada práctica

***Proyecto de Investigación:**

Actividad del profesor:

Explicación de los conceptos básicos para desarrollar una buena propuesta científica. Se explicarán las partes de la memoria de la propuesta y como redactarla. Se realizarán tutorías generales para guiar a los alumnos en cada uno de los proyectos que han elegido. Explicación de los métodos para una correcta exposición y defensa del proyecto. Exposición de un ejemplo práctico.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de notas sobre las explicaciones del profesor. Se realizarán las bases del modelo matemático que formará parte del proyecto. Se consultará con el profesor las bases de la idea, y los posibles fallos o puntos flacos de cada proyecto. Se contribuirá con ideas a los proyectos de los demás alumnos. Se expondrá el proyecto para su valoración.

Actividad no presencial: Redactado de la memoria del proyecto. Preparación de la la defensa del mismo. Búsqueda de bibliografía y se consultará en diversas fuentes el estado del arte en el campo en el que el alumno ha decidido hacer su proyecto.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario 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	20 h (13.3%)	46 h (30.6%)
	Clases prácticas	20 h (13.3%)	
	Defensa de los proyectos de investigación	6 h (4%)	
No presencial	Estudio semanal	30 h (20%)	104 h (69.3%)
	Realización de actividades prácticas	36 h (20%)	
	Preparación del proyecto (convocatoria ordinaria)	16 h (10.7%)	
	Preparación del proyecto (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

- Se puntuarán sobre 10 todas las partes evaluables de la asignatura: ejercicios propuestos, memoria del proyecto, y defensa del proyecto.
- La calificación final de la asignatura en la convocatoria ordinaria se obtiene a partir de las notas de evaluación de los ejercicios, de la memoria y la defensa del proyecto mediante la ecuación:

$$\text{Calificación: } 0.2 * \text{Ejercicios} + 0.4 * \text{memoria} + 0.4 * \text{defensa}$$

- 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

$$\text{Calificación: } \text{Mín}(4.9, 0.2 * \text{Ejercicios} + 0.4 * \text{memoria} + 0.4 * \text{defensa})$$

Las notas de los ejercicios, de la memoria y la defensa del proyecto se conservan sólo para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

EJERCICIOS:

Para optar a evaluación continua, el estudiante debe

- ✓ Asistir regularmente (85% de asistencia en sesiones teoría y en prácticas)
- ✓ Entregar sin retraso los ejercicios asignados en la plataforma Moodle
- ✓ Entregar la memoria del proyecto a tiempo.
- ✓ Hacer la defensa del proyecto.

La nota correspondiente a la parte de Ejercicios para el itinerario sin asistencia obligatoria es equivalente a la de itinerario de evaluación continua.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
Código: 33092
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6

MEMORIA:

La nota correspondiente a la parte de la memoria del proyecto de investigación se calcula a partir de la evaluación de la memoria que el alumno entrega, y que debe seguir los criterios expuestos en clase por los profesores de la asignatura.

La calificación de la memoria de proyecto tendrá una nota numérica entre 0 y 10.

- ✓ La calificación de la memoria tendrá en cuenta la calidad, la originalidad, la redacción así como los datos preliminares. Adicionalmente se tendrá en cuenta la capacidad del alumno de incorporar los conceptos adquiridos en clase en su propuesta.
- ✓ La memoria del proyecto de investigación debe ser entregada antes del la fecha límite fijada por los profesores de la asignatura. Los retrasos en las entregas de prácticas serán penalizados con el 25% de la calificación inicial por día de retraso.
- ✓ Aquellos estudiantes que no alcancen el 85% de asistencia realizarán una exposición de la memoria del proyecto independiente de la exposición final del proyecto, para que los profesores evalúen mejor la memoria.

DEFENSA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

La calificación de la defensa del proyecto de investigación tendrá en cuenta tanto la claridad de la presentación, como la capacidad de síntesis. Asimismo, se tendrá en cuenta la respuesta del alumno a las preguntas de los profesores durante la exposición.

En caso de no haber superado el la defensa del proyecto en la convocatoria ordinaria, en la convocatoria extraordinaria, se realizará una nueva exposición.

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, 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 desarrolladas, será 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.



Asignatura: Redes Biológicas y Biología de Sistemas (RRBBS)
 Código: 33092
 Centro: Escuela Politécnica Superior
 Titulación: Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatoria
 N° de créditos: 6

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. - Unidad 1: Análisis de sistemas dinámicos en biología. - Unidad 2: Introducción a las redes complejas en Biología	6	15 Trabajo del estudiante: Lectura de las normativas de teoría y prácticas. Lectura del material propuesto.
2	- Unidad 3: Análisis de redes de regulación	6	10 Trabajo del estudiante: Lectura de material propuesto.
3	- Unidad 3: Análisis de redes de regulación - Unidad 4: Análisis de redes metabólicas.	6	10 Trabajo del estudiante: Lectura de material propuesto. Resolución de ejercicios planteados en clase.
4	- Unidad 5: Resolución e implementación de modelos - Unidad 6: Farmacología de sistemas	9	10 Trabajo del estudiante: Lectura de material propuesto. Resolución de ejercicios planteados en clase.
5	Unidad 7: Biología de sistemas aplicada al estudio del desarrollo embrionario Unidad 8: Aplicaciones de la biología de sistemas a ejemplos prácticos	6	15 Trabajo del estudiante: Lectura de material propuesto. Resolución de ejercicios planteados en clase.
6	Unidad 8: Defensa de proyectos	6	30 Trabajo del estudiante: Escritura de los programas propuestos. Realización de la Práctica 2 (Búsqueda).
15	- Preparación Memoria Proyecto convocatoria ordinaria		8
16	- Preparación Defensa Proyecto convocatoria ordinaria		8
	Defensa proyectos convocatoria ordinaria	6	