

**Biología de sistemas**

Código: 101950  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500890 Genètica	OB	3	2

**Contacto**

Nombre: Joan Albiol Sala  
Correo electrónico: joan.albiol@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Otras observaciones sobre los idiomas**

La mayor parte del material adicional suministrado se encuentra en inglés. Catalán, castellano e inglés se usan indistintamente.

**Prerequisitos**

Conceptos fundamentales de álgebra, cálculo diferencial, química i bioquímica.

Ser capaz de leer textos científicos en Inglés.

Ser capaz de utilizar a nivel de usuario las herramientas informáticas básicas (Word, Excel, PowerPoint,...)

Estar matriculado o haber superado las prácticas de Biología de Sistemas incluidas en el Laboratorio Integrado VI

**Objetivos y contextualización**

La biología de sistemas es una nueva aproximación a los problemas de la biología que se diferencia más por sus métodos y su filosofía que no por su objeto de estudio. Así el enfoque de sistemas no intenta comprender los sistemas biológicos por medio de la descomposición de éstos en componentes (enzimas, genes, metabolitos,...) y estudiarlos de forma individual. La aproximación de sistemas entiende los sistemas biológicos de una forma no reduccionista que se centra en las redes de interacción entre las partes y la dinámica resultante.

Históricamente, aunque se puede argumentar que el concepto es mas antiguo, la biología de sistemas se desarrolla como respuesta a la gran acumulación de datos de la genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica, etc... y al crecimiento exponencial de la capacidad de cálculo de los ordenadores que permiten analizar, interpretar e ir más allá en la comprensión de los datos 'omicos'.

El primer objetivo del curso es que el estudiante entienda qué es la biología de sistemas y cuál ha sido su origen. El curso empieza introduciendo el cambio conceptual y de perspectiva que implica la biología de sistemas y su relevancia para la biología del futuro. También se explican las circunstancias históricas que han permitido y motivado la aparición de la biología de sistemas. Se revisa la diversidad de enfoques dentro del campo, especialmente en relación a los enfoques globales centrados en la recogida y análisis de datos

(continuación y extensión de los enfoques 'omicos' de la bioinformática) y los enfoques dinamistas centrados en la comprensión de los procesos biológicos por medio de la simulación.

El segundo objetivo incluye introducir al alumno en los métodos más utilizados en esta disciplina. Desde la descripción matemática de los sistemas hasta la resolución de los mismos y el análisis de su comportamiento. El objetivo es que el estudiante conozca y pueda utilizar las técnicas más básicas y frecuentes de la biología de sistemas actual.

El tercer objetivo consiste en aplicar los conocimientos adquiridos a ejemplos de los tres grupos de subsistemas más estudiados actualmente como son las redes metabólicas, los circuitos genéticos y las redes de transducción de señal. La dinámica de estos subsistemas ya deja entrever las características principales que tendrán sistemas más complejos formados por la interacción de los anteriores. La parte práctica de este objetivo se lleva a cabo en gran parte en las prácticas de biología de sistemas del laboratorio integrado VI.

El cuarto objetivo es entender como los métodos y la nueva percepción conceptual de la biología de sistemas se aplica a temas actuales en biología. Para ello se verán ejemplos de aplicación real extraídos de la literatura científica. Una parte de este objetivo se llevará a cabo a partir de un trabajo en grupo que los alumnos expondrán a sus compañeros. Con ello se pretende que los estudiantes vean aplicaciones reales en este campo, acaben de asimilar los conocimientos adquiridos en las otras partes del curso y puedan profundizar en los mismos desde el ángulo de la biología de sistemas. También se pretende que el alumno desarrolle la competencia de comunicar sus conocimientos a los compañeros.

El temario presenta la materia de forma gradual, avanzando desde los conceptos y conocimientos básicos hacia la descripción de sistemas de complejidad creciente de manera que el alumno pueda comprender la necesidad del estudio de los sistemas como un todo integrado.

En conjunto el objetivo general es que el alumno adquiera la perspectiva general sistémica de la biología del siglo XXI.

## **Competencias**

- Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.
- Actuar en el ámbito de conocimiento propio evaluando las desigualdades por razón de sexo/género.
- Actuar en el ámbito de conocimiento propio valorando el impacto social, económico y medioambiental.
- Aplicar el método científico a la resolución de problemas.
- Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Conocer e interpretar las bases metabólicas y fisiológicas de los organismos.
- Desarrollar el aprendizaje autónomo.
- Diseñar experimentos e interpretar los resultados.
- Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
- Percibir la importancia estratégica, industrial y económica, de la genética y genómica en las ciencias de la vida, la salud y la sociedad.
- Razonar críticamente.
- Utilizar y gestionar información bibliográfica o recursos informáticos o de Internet en el ámbito de estudio, en las lenguas propias y en inglés.

## **Resultados de aprendizaje**

1. Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.
2. Actuar en el ámbito de conocimiento propio evaluando las desigualdades por razón de sexo/género.
3. Actuar en el ámbito de conocimiento propio valorando el impacto social, económico y medioambiental.
4. Aplicar el método científico a la resolución de problemas.
5. Aplicar los conocimientos teóricos a la práctica.

6. Argumentar la trascendencia de los avances en la generación e interpretación de datos a escala genómica para la comprensión y la manipulación tecnológica de los organismos.
7. Desarrollar el aprendizaje autónomo.
8. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis.
9. Describir el análisis del control metabólico.
10. Diseñar experimentos e interpretar los resultados.
11. Explicar los fundamentos de la metabólica y sus métodos.
12. Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
13. Razonar críticamente.
14. Utilizar y gestionar información bibliográfica o recursos informáticos o de Internet en el ámbito de estudio, en las lenguas propias y en inglés.

## **Contenido**

- 1.- Introducción y definiciones
  - 1.1 Visión sistémica y perspectiva general
  - 1.2 Características generales. Emergencia y robusteza.
- 2.- Estudio y descripción de sistemas
  - 2.1 Aproximaciones top-down vs bottom-up
  - 2.2 Escalas temporales
    - 2.2 Descripción determinista vs. estocástica
    - 2.3 Estado estacionario vs. dinámico
    - 2.4 Revisión de conceptos matemáticos fundamentales
    - 2.5 Introducción a la dinámica de sistemas
    - 2.6 Determinación de parámetros
    - 2.7 Estructura, cinética y termodinámica
3. Redes y sistemas biológicos
  - 3.1 Redes y circuitos genéticos
  - 3.2 Redes metabólicas en estado estacionario
  - 3.3 Redes metabólicas y control metabólico
  - 3.4 Redes de transducción de señal
- 4 Ejemplos de aplicación de la Biología de sistemas

## **Metodología**

Durante el proceso de aprendizaje, la metodología docente que se seguirá se basará fundamentalmente en el trabajo del estudiante y será el profesor el encargado de orientarlo tanto en el proceso de adquisición e interpretación de la información relacionada con la asignatura, como en la dirección de su trabajo. El alumno recogerá las evidencias de su aprendizaje en la carpeta del estudiante tal como se resume en el apartado de

evaluación. En este contexto y de acuerdo con los objetivos docentes de la asignatura, las actividades formativas que se llevarán a cabo se pueden distribuir en clases de teoría, resolución de problemas o ejercicios, presentación de trabajos, prácticas con ordenadores y sesiones de tutoría.

**Clases de teoría:** Sirven para proporcionar al alumno los elementos conceptuales básicos y la información mínima necesaria para que pueda posteriormente desarrollar un aprendizaje autónomo. Se utilizarán recursos informáticos (presentaciones ppt o pdf) que estarán a disposición del alumno en la plataforma virtual.

**Sesiones de seminarios y problemas:** Las sesiones de seminarios y problemas se realizarán en grupos reducidos. Se resolverán ejercicios o problemas que se habrán proporcionado previamente, que ayudaran a aprender a razonar y aplicar los conocimientos adquiridos. En estas sesiones los estudiantes podrán explicar a sus compañeros el proceso que han seguido para llegar a la solución correcta y las dificultades encontradas en el camino de forma que su experiencia sirva para sus compañeros. Los ejercicios habrán de depositarse en la plataforma virtual antes de cada sesión de corrección.

**Prácticas de ordenador:** Parte de las competencias de la asignatura se adquirirán a por medio de prácticas en ordenador. Formalmente la parte presencial de las prácticas de ordenador se incluye en el apartado de Biología Molecular de Sistemas en la asignatura de Laboratorio Integrado VI y por tanto serán evaluadas por separado. Pero de hecho son un complemento necesario para adquirir las competencias de esta asignatura. A parte de los conocimientos básicos adquiridos en el laboratorio integrado se asume que el alumno practicará de forma individual estas competencias en el ordenador. En general las prácticas incluirán ejercicios de uso de software específico de los diferentes temas. Estos ejercicios permitirán familiarizarse con el tipo de datos y modelos existentes para cada tema i en su manipulación. Los ejercicios de simulación se realizarán utilizando software existente y de libre acceso.

**Trabajo en grupo:** También se asignarán a grupos reducidos de alumnos un trabajo en grupo basado en una publicación científica que se presentará a los compañeros de clase. Los alumnos pueden contribuir a esta parte con aportaciones personales como por ejemplo simulaciones de redes genéticas, metabólicas o de transmisión de señal y su contenido puede formar parte del temario que se incluye en los test de progreso.

**Tutorías:** Se podrán realizar un par de tutorías, a petición de los alumnos. El objetivo de las mismas será el de resolver dudas, repasar conceptos básicos y orientar sobre las fuentes de información consultadas.

**Nota:** se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales	30	1,2	
Seminarios y resolución de problemas	15	0,6	
Tipo: Supervisadas			
Tutoría de soporte al trabajo individual y en grupo	2	0,08	
Tipo: Autónomas			
Estudio, revisión de bibliografía, ...	45	1,8	
Resolución de ejercicios individualmente con o sin ordenador	35	1,4	
Trabajo en grupo	19	0,76	

## Evaluación

La evaluación de las competencias de esta asignatura se llevará a cabo recogiendo las evidencias de aprendizaje del alumnado descritas a continuación.

### - Resolución de ejercicios (26%)

A lo largo del curso el alumno llevará a cabo una serie de ejercicios que irá resolviendo ya sea manualmente o con la ayuda del ordenador. Dichos ejercicios se resolverán posteriormente en clase. El alumno deberá entregar dichos ejercicios previamente a su resolución en clase. La no entrega de los ejercicios durante el curso se penalizará proporcionalmente a los ejercicios no entregados hasta a un máximo del 20% de la nota de ejercicios. Al finalizar el curso se realizará una nueva entrega evaluable, que puede ser de realización presencial, cuya nota representará el 80% de la nota de ejercicios.

### - Trabajo en grupo (26%)

Trabajo en grupo sobre un tema directamente relacionado con la Biología de Sistemas y basado en un artículo científico. Será asignado a grupos reducidos de alumnos que estudiarán el tema escogido por el grupo, a ser posible con la ayuda de simulaciones con el software adecuado y de libre distribución. Posteriormente el trabajo será presentado públicamente a los compañeros por todos los miembros del grupo. Un objetivo de este apartado será transmitir la información estudiada al resto de compañeros. Para ello el resto de compañeros evaluarán la presentación del trabajo en base a una rúbrica proporcionada por el profesor. Independientemente de esto la información presentada podrá ser objeto de preguntas en los test de progreso o en la prueba final de síntesis.

### - Test de progreso (48%)

El alumno hará varias pruebas cortas sobre el temario a lo largo del curso para ver su progreso. En caso de no presentarse a estas pruebas o no tener una nota mínima de 3.5 en la nota promedio de los test de progreso, el alumno tendrá que presentarse a la prueba final de síntesis/validación o recuperación.

Alternativamente

### - Prueba de síntesis o recuperación (100%):

Opcionalmente, si el alumno no progresa adecuadamente, no alcanza la nota mínima a los test de progreso o si repite la asignatura, podrá optar a hacer una prueba de síntesis o recuperación donde entrará toda la materia. Para participar en la recuperación, el alumnado debe haber estado previamente evaluado en un conjunto de actividades el peso de las cuales equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura. En cualquier caso la presentación a este examen comporta la renuncia a cualquier calificación obtenida previamente.

Otros aspectos:

- No Evaluable: El alumnado obtendrá la calificación de "No Avaluable" cuando las actividades de evaluación realizadas tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final. Así mismo todo alumno que no haya alcanzado la nota mínima en los test de progreso y no se presente a la prueba final de síntesis/recuperación obtendrá la calificación de 'No Avaluable'.

- Matrícula de honor (MH). Otorgar una calificación de matrícula de honor es decisión del profesorado responsable de la asignatura. La normativa de la UAB indica que las MH solo se podrán conceder a estudiantes que hayan obtenido una calificación final igual o superior a 9.00 aunque el profesor puede poner un límite superior si el número de candidatos es superior al máximo número de matrículas disponible o solicitar actividades complementarias. Se puede otorgar hasta a un 5% de MH del total de estudiantes matriculados.

- Calendario: Las fechas de las actividades de evaluación continuada y de entrega de trabajos se comunicarán el primer día de y pueden estar sujetas a posibles cambios de programación por motivos de adaptación a posibles incidencias. Siempre se informará a través de la plataforma virtual sobre dichos cambios ya que se entiende que esta es la plataforma habitual de intercambio de información entre profesores y estudiantes

- Plagio: Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, se calificarán con un cero las irregularidades cometidas por el estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación de un acto de evaluación. Por tanto, copiar o dejar copiar un test, un ejercicio, una práctica o cualquier otra actividad de evaluación implicará suspenderla con un cero, y si es necesario superarla para aprobar, toda la asignatura quedará suspendida. No serán recuperables las actividades de evaluación calificadas de esta forma y por este procedimiento, y por tanto la asignatura será suspendida directamente sin oportunidad de recuperarla en el mismo curso académico.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Resolución de ejercicios propuestos por el profesor	26%	0	0	4, 5, 9, 7, 10, 13
Test de progreso	48%	4	0,16	4, 5, 9, 10, 8
Trabajo en grupo	26%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 8, 14

## Bibliografía

### Bibliografía Básica

Alon, U. *An Introduction to Systems Biology. Design principles of biological circuits. Second edition.* Chapman & Hall/CRC. 2019. ISBN 9781439837177.

(<https://web-s-ebsohost-com.are.uab.cat/ehost/ebookviewer/ebook?sid=af22999a-df3d-4af7-8dd4-c4f7a02ee22>)

Klipp, E., R. Herwig, A. Kowald, C. Wierling, i H. Lehrach. *Systems Biology in Practice. Concepts implementation and application.* Weinheim: Wiley-VCH, 2005.

(<https://onlinelibrary-wiley-com.are.uab.cat/doi/book/10.1002/3527603603>)

Klipp, E., W. Liebermeister, C. Wierling, A. Kowald; *Systems Biology. A textbook 2nd.* Weinheim: Wiley-VCH, 2016.

Klipp, E., W. Liebermeister, C. Wierling, A. Kowald, H. Lehrach, Herwig R. *Systems Biology. A textbook.* Weinheim: Wiley-VCH, 2009.

Nielsen, J.; Hohmann, S. *Systems Biology. Wiley-Blackwell. 2017*

(<https://onlinelibrary-wiley-com.are.uab.cat/doi/book/10.1002/9783527696130>)

Voit E. *A First Course in Systems Biology. 2nd edition.* Garland Science. 2017

### Bibliografía complementaria

Helms, V. *Principles of Computational Cell Biology. From protein complexes to cellular networks.* Weinheim: Wiley-VCH, 2008.

Ingalls B.P. *Mathematical Modeling in Systems Biology: An Introduction.* MIT Press. 2013

Konopka, A.K. *Systems Biology. Principles, methods and concepts.* Boca raton: CRC Press, 2007.

Kriete, A., i R. Eils, . *Computational Systems Biology.* Burlington: Elsevier Academic Press, 2006.

(<https://www-sciencedirect-com.are.uab.cat/book/9780120887866/computational-systems-biology>)

Kriete, A., i R. Eils, . *Computational Systems Biology. 2nd Edition.* Elsevier Academic Press,

2014.(<https://www-sciencedirect-com.are.uab.cat/book/9780124059269/computational-systems-biology>)

Nielsen J., Hohmann S., Lee S. Y. *Systems Biology (Advanced Biotechnology) 1st Edition.*Wiley-Blackwell, 2017.

Palsson, B.O. *Systems Biology. Properties of reconstructed networks.* Cambridge: CambridgeUniversity Press, 2006.

Palsson, B.O. *Systems Biology. Simulation of dynamic network states.* Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

Stephanopoulos G.N. Aristidou A.A. Nielsen J. *Metabolic Engineering. Principles and Methodologies.* Academic Press. San Diego. USA, 1998

Szallasi, Z., V. Periwal, i J. Stelling, . *System Modeling in Cellular Biology: From Concepts to Nuts and Bolts.* The MIT Press, 2006.

## **Software**

- COPASI (<http://copasi.org/>)
- Microsoft Excel
- Matlab