

Biología Sintética

Código: 107533

Créditos ECTS: 6

2025/2026

| Titulación | Tipo | Curso |
|---------------|------|-------|
| Biotecnología | OP | 4 |

Contacto

Nombre: Marc Torrent Burgas

Correo electrónico: marc.torrent@uab.cat

Equipo docente

Susanna Navarro Cantero

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

No hay prerrequisitos para esta asignatura, pero se recomienda haber cursado asignaturas de biología molecular así como química e ingeniería de proteínas.

Objetivos y contextualización

La asignatura tiene como objetivo introducir al estudiante en la Biología Sintética como una materia interdisciplinar que integra la biología molecular, la ingeniería genética, la química, y la biología computacional. A través de clases teóricas, prácticas y un proyecto de investigación, se busca que el estudiante adquiera las herramientas conceptuales y experimentales necesarias para:

1. Comprender los fundamentos de la biología sintética y su distinción respecto a la ingeniería genética tradicional.
2. Diseñar y analizar circuitos genéticos, ordenadores biológicos y sistemas de regulación molecular.
3. Conocer estrategias para el diseño de genomas, proteínas y rutas metabólicas de novo mediante modelos computacionales e inteligencia artificial.
4. Aplicar estos conocimientos en la creación de organismos con nuevas funcionalidades, como píldoras vivas, biosensores y bacterias terapéuticas.
5. Reflexionar sobre los aspectos éticos, legales y sociales de la biología sintética, incluyendo el biohacking, los humanos aumentados y la modificación del código genético.

Resultados de aprendizaje

1. CM25 (Competencia) Trabajar en equipo y de forma colaborativa para la resolución de problemas en el ámbito de la biología de sistemas.
2. KM27 (Conocimiento) Determinar el impacto medioambiental que supone el uso de la biología sintética en la producción biotecnológica.
3. SM23 (Habilidad) Utilizar los fundamentos de matemáticas, física y química necesarios para el estudio de los mecanismos de regulación a nivel molecular en los seres vivos.
4. SM24 (Habilidad) Modelizar de forma cuantitativa un proceso o sistema biológico.

Contenido

I. Introducción a la Biología Sintética

Módulo 1: Fundamentos de la Biología Sintética

1. Definición y ámbito de estudio
 - Historia y evolución de la biología sintética.
 - Diferencias con la ingeniería genética tradicional.
 - Impacto en la biotecnología y la biomedicina.
 - Objetivos y desafíos de la biología sintética.
-

II. Diseño Biológico

Módulo 2: Circuitos Biológicos y Computadores Moleculares

1. Fundamentos de los circuitos genéticos
 - Regulación génica: promotores, represores y otros elementos.
 - Estrategias para la modularidad y la reconfiguración de circuitos.
 - Interruptores genéticos, osciladores y comportamiento biestable.
 - Regulación transcripcional y post-transcripcional.
 - Uso de algoritmos evolutivos para la optimización de diseños genéticos.
2. Construcción de computadores biológicos
 - Implementación de compuertas lógicas a nivel celular.
 - Sensores biológicos y sistemas de detección.
 - Biocomputación y memoria celular.
 - Simulaciones y prototipos experimentales.

Módulo 3: Diseño de Organismos Sintéticos

1. Síntesis de genomas artificiales
 - Construcción de genomas mínimos: el caso de *Mycoplasma laboratorium*.
 - Protocolos de ensamblaje y síntesis de ADN a gran escala.
 - Ingeniería de genomas completos con inteligencia artificial.
 - Optimización de chasis celulares para aplicaciones industriales.
2. Generación de nuevas enzimas y rutas metabólicas
 - Modelos de inteligencia artificial para el diseño de macromoléculas.
 - Catálisis biológica artificial.
 - Creación de nuevos productos químicos y farmacéuticos *in silico*.

3. Aplicaciones biotecnológicas del diseño *de novo*
 - Diseño de organismos fotosintéticos sintéticos.
 - Producción de biofármacos y materiales biocompatibles.
 - Biosensores ambientales.
 - Organismos sintéticos en bioenergía.
-

III. Aplicaciones de la Biología Sintética

Módulo 4: Píldoras Vivas y Microorganismos Terapéuticos

1. Ingeniería de microbiomas terapéuticos
 - Microbios como fábricas de fármacos dentro del cuerpo.
 - Bacterias modificadas para detectar y tratar enfermedades.
 - Regulación de respuestas inmunológicas mediante microorganismos modificados.
 - Estrategias para evitar respuestas inmunes adversas.
 - Legislación y normas de bioseguridad.
 - Estudios de riesgos y beneficios en humanos.

Módulo 5: Modificación y Expansión del Código Genético

1. Incorporación de nuevos aminoácidos al código genético
 - Bases moleculares de la ingeniería del código genético.
 - Expansión del código genético. Ortogonalidad. Transferasas de ARNt y sintetasas diseñadas.
 - Producción de proteínas fluorescentes, catalizadores sintéticos y nuevos materiales.
2. Consecuencias evolutivas y seguridad de códigos genéticos expandidos
 - Efectos a largo plazo en células y organismos.
 - Biocontención y estrategias para evitar la transferencia horizontal de genes.

Módulo 6: Biohacking, Humanos Aumentados y Ética

1. Biohacking y experimentación en biología sintética
 - Casos emblemáticos de biohacking y comunidades DIYbio.
 - Limitaciones legales y normativas.
2. Humanos aumentados e interfaces cerebro-máquina
 - Genética de humanos aumentados: posibilidades y límites técnicos.
 - Capacidades aumentadas: mejora de habilidades físicas (miostatina y FOXP2), cognitivas (regulación de los genes SCN9A y NR2B) y sensoriales (modificación de opsina 1, PDE6H o TMC1).
 - Creación de bacterias simbióticas para mejorar la digestión de tóxicos o la absorción de nutrientes.
 - Regulación del envejecimiento, rejuvenecimiento orgánico y transferencia de conciencia.
 - Interfaces cerebro-máquina y telepatía digital: Aplicaciones de Neuralink, BrainGate, Kernel o NextMind.

Actividades formativas y Metodología

| Título | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|---------------------------------------|-------|------|---------------------------|
| Tipo: Dirigidas | | | |
| Clases de problemas/temas específicos | 10 | 0,4 | CM25, KM27, SM23, CM25 |
| Clases de teoría | 35 | 1,4 | KM27, SM23, SM24, KM27 |

Tipo: Supervisadas

| | | | |
|---|----|------|------------------------------|
| Proyecto de investigación | 12 | 0,48 | CM25, KM27, SM23, SM24, CM25 |
| Tutorías en grupo | 4 | 0,16 | SM23, SM24, SM23 |
| Tipo: Autónomas | | | |
| Estudio individual | 67 | 2,68 | SM23, SM23 |
| Estudio individual de temas específicos | 15 | 0,6 | SM23, SM23 |

Sesiones teóricas

Las clases teóricas son una parte esencial de la asignatura y están diseñadas para proporcionar una base sólida y bien estructurada de los contenidos más relevantes. Además de explicar los conceptos clave, el profesor fomentará la participación activa mediante preguntas abiertas, breves debates y ejemplos contextualizados que ayuden a conectar la teoría con casos reales y aplicaciones prácticas. Estas sesiones también ofrecen la oportunidad de interactuar directamente con el profesor y con los compañeros, resolver dudas en tiempo real y consolidar los aprendizajes de forma más dinámica y participativa. Todo el material de clase estará disponible a través del aula Moodle de la asignatura.

Sesiones de problemas

El objetivo de las sesiones de problemas es consolidar los conocimientos teóricos mediante el análisis y la resolución de ejercicios vinculados al contenido del programa. Se combinarán dos modalidades de trabajo:

1. Problemas estructurados

Al final de cada bloque temático se trabajarán problemas cerrados o semiabiertos que permitan comprender y practicar los fundamentos de cada concepto, por ejemplo, el diseño de circuitos genéticos. Este tipo de ejercicios ayuda a identificar dificultades concretas y reforzar la comprensión de las herramientas básicas.

2. Problemas contextualizados y abiertos

A medida que avance la asignatura, se plantearán situaciones más complejas y realistas que requerirán integrar conocimientos, tomar decisiones justificadas y explorar distintas soluciones posibles. Estos problemas se trabajarán en clase en grupos reducidos para fomentar la participación activa, el razonamiento compartido y la discusión crítica. Se valorará tanto el proceso de resolución como la capacidad de argumentar y comunicar las decisiones tomadas.

Los grupos se turnarán en la redacción de un breve informe sobre uno de los problemas, que servirá como base para la puesta en común en clase. Este enfoque busca equilibrar el dominio técnico con un aprendizaje activo y colaborativo.

Tutorías colectivas

Las sesiones de tutoría están concebidas como espacios de orientación y apoyo activo al alumnado. El objetivo principal es ofrecer una guía sobre cómo planificar y abordar de forma eficaz los contenidos que forman parte del aprendizaje autónomo. El profesor proporcionará estrategias para organizar el estudio, identificar los conceptos clave y utilizar los recursos docentes disponibles de forma óptima. Estas sesiones también permitirán resolver dudas generales, compartir dificultades comunes y fomentar la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.

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.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

| Título | Peso | Horas | ECTS | Resultados de aprendizaje |
|--|------|-------|------|---------------------------|
| Prácticas de laboratorio | 25% | 0,5 | 0,02 | CM25, SM23, SM24 |
| Proyecto de investigación | 40% | 3 | 0,12 | CM25, SM23, SM24 |
| Prueba escrita | 25% | 3 | 0,12 | CM25, KM27, SM23, SM24 |
| Resolución de problemas contextualizados | 10% | 0,5 | 0,02 | CM25, KM27, SM23, SM24 |

Evaluación continua

La evaluación de la asignatura se basa en cuatro componentes que combinan trabajo individual y colaborativo, aplicación práctica y razonamiento teórico. El objetivo es valorar tanto la comprensión conceptual como la capacidad de integrar y aplicar conocimientos de forma crítica y creativa.

1. Proyecto de investigación (40%)

Cada estudiante desarrollará un proyecto de investigación sobre un tema de biología sintética, propuesto por el propio alumno o por el profesor. Este trabajo deberá integrar los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura, con especial énfasis en el Bloque II (diseño biológico). El objetivo no es realizar una revisión bibliográfica convencional, sino aplicar los conocimientos para responder a una pregunta científica relevante o abordar una necesidad tecnológica actual.

Los proyectos se presentarán y evaluarán mediante un sistema de revisión por pares (peer review) en el que participará toda la clase. Esta dinámica fomenta el pensamiento crítico y el compromiso colectivo. Al final del curso, todos los trabajos se recopilarán en un volumen colectivo con formato de revista digital.

1. Resolución de problemas contextualizados (10%)

Se valorará la participación activa en las sesiones de problemas en grupo. Cada grupo se encargará, de forma rotativa, de redactar y presentar un informe breve sobre uno de los casos trabajados en clase. Se evaluará la capacidad de argumentación, la claridad expositiva y el trabajo cooperativo.

2. Prácticas de laboratorio (25%)

La asistencia a las prácticas es obligatoria para poder aprobar la asignatura. Las prácticas permiten aplicar las herramientas experimentales asociadas a la biología sintética. La evaluación se basará en un informe individual en el que se analizarán los resultados obtenidos, la metodología empleada y la interpretación de los fenómenos observados. Se valorará la capacidad de análisis crítico, la claridad en la redacción y el rigor científico.

3. Examen escrito (25%)

El examen escrito evaluará la comprensión de los conceptos fundamentales de la asignatura, así como la capacidad de razonamiento e integración de contenidos. Incluirá preguntas tanto conceptuales como aplicadas. Podrá evaluarse cualquier contenido trabajado en clase, en los problemas o en el material de estudio autónomo. Es necesario obtener un mínimo de 4 puntos en el examen escrito para poder superar la asignatura.

Las entregas no son recuperables.

El alumnado podrá presentarse al examen de recuperación para intentar mejorar la nota obtenida en la prueba escrita. En este caso, la nueva calificación sustituirá a la obtenida previamente, aunque esta hubiera sido superior.

Se considerará superada la asignatura cuando la suma de las calificaciones obtenidas sea igual o superior a 5 puntos sobre 10, siempre que se cumplan los criterios de cada actividad evaluativa.

Para participar en la recuperación, el alumnado debe haber sido previamente evaluado en un conjunto de actividades que representen al menos dos tercios (67%) del peso total de la calificación de la asignatura o módulo. Por tanto, el alumnado obtendrá la calificación de "No evaluable" cuando las actividades realizadas tengan un peso inferior al 67% en la calificación final.

Esta asignatura no contempla evaluación única.

Bibliografía

Lehninger: Principles of Biochemistry. D.L. Nelson & M.M. Cox (2021) 8th edition, W. H. Freeman.

Biobuilder: Synthetic Biology in the Lab. Natalie Kuldell, Rachel Bernstein, Karen Ingram & Kathryn Hart (2015) 1st edition, O'Reilly Media

Synthetic Biology: From iGEM to the Artificial Cell. Manuel Porcar & Juli Peretó (2014) 1st edition, Springer.

Synthetic Biology (2 Volumes). Robert A. Meyers (2015) 1st edition, Blackwell Verlag GmbH.

An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits, Uri Alon (2019) 2nd edition, Chapman and Hall/CRC.

Software

CellDesigner: A modeling tool of biochemical networks (<http://www.celldesigner.org>)

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura