

Titulació	Tipus	Curs
Biotecnologia	OP	4

Professor/a de contacte

Nom: Marc Torrent Burgas

Correu electrònic: marc.torrent@uab.cat

Equip docent

Susanna Navarro Cantero

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

Prerequisits

No hi ha prerequisits per aquesta assignatura, però es recomana haver cursat assignatures de biologia molecular així com química i enginyeria de proteïnes.

Objectius

L'assignatura té com a objectiu introduir l'estudiant a la Biologia Sintètica com a matèria interdisciplinària que combina la biologia molecular, l'enginyeria genètica, la química i la biologia computacional. A través de classes teòriques, pràctiques i un projecte de recerca, es pretén que l'estudiant adquireixi les eines conceptuals i experimentals necessàries per:

1. Entendre els fonaments de la biologia sintètica i la seva diferenciació respecte a l'enginyeria genètica tradicional.
2. Dissenyar i analitzar circuits genètics, ordinadors biològics i sistemes de regulació a nivell molecular.
3. Conèixer les estratègies per al disseny de genomes, proteïnes i vies metabòliques de novo mitjançant models computacionals i intel·ligència artificial.
4. Aplicar aquest coneixement a la creació d'organismes amb funcionalitats noves, com píndoles vives, biosensors i bacteris terapèutics.
5. Reflexionar sobre els aspectes ètics, legals i socials associats a l'aplicació de la biologia sintètica, incloent-hi el biohacking, els humans augmentats i la modificació del codi genètic.

Resultats d'aprenentatge

1. CM25 (Competència) Treballar en equip i de manera col·laborativa per a la resolució de problemes en l'àmbit de la biologia de sistemes.
2. KM27 (Coneixement) Determinar l'impacte mediambiental que suposa l'ús de la biologia sintètica en la producció biotecnològica.
3. SM23 (Habilitat) Utilitzar els fonaments de matemàtiques, física i química necessaris per a l'estudi dels mecanismes de regulació a escala molecular en els éssers vius.
4. SM24 (Habilitat) Modelitzar de manera quantitativa un procés o sistema biològic.

Continguts

I. Introducció a la Biologia Sintètica

Mòdul 1: Fonaments de la Biologia Sintètica

1. Definició i àmbit d'estudi
 - Història i evolució de la biologia sintètica.
 - Diferències amb l'enginyeria genètica tradicional.
 - Impacte en la biotecnologia i la biomedicina.
 - Objectius i reptes de la biologia sintètica.
-

II. Disseny Biològic

Mòdul 2: Circuits Biològics i Ordinadors Moleculars

1. Fonaments dels circuits genètics
 - Regulació gènica: promotors, repressors i altres elements.
 - Estratègies per a la modularitat i la reconfiguració de circuits.
 - Interruptors genètics, oscil·ladors i comportament bistable.
 - Regulació transcripcional i post-transcripcional.
 - Ús d'algoritmes evolutius per a l'optimització de dissenys de circuits genètics.
2. Construcció d'ordinadors biològics
 - Implementació de portes lògiques a nivell cel·lular.
 - Sensors biològics i sistemes de detecció.
 - Biocomputació i memòria cel·lular.
 - Simulacions i prototips experimentals.

Mòdul 3: Disseny d'Organismes Sintètics

1. Síntesi de genomes artificials
 - Construcció de genomes mínims: el cas de *Mycoplasma laboratorium*.
 - Protocols de muntatge i síntesi d'ADN a gran escala.
 - Enginyeria de genomes complets amb intel·ligència artificial.
 - Optimització de xassissos cel·lulars per a aplicacions industrials.
2. Generació de nous enzims i vies metabòliques
 - Models d'intel·ligència artificial per al disseny de macromolècules.
 - Catàlisi biològica artificial.
 - Creació de nous productes químics i farmacèutics *in silico*.

3. Aplicacions biotecnològiques del disseny *de novo*
 - Disseny d'organismes fotosintètics sintètics.
 - Producció de biofàrmacs i materials biocompatibles.
 - Biosensors ambientals.
 - Organismes sintètics en bioenergia.

III. Aplicacions de la Biologia Sintètica

Mòdul 4: Píndoles Vives i Microorganismes Terapèutics

1. Enginyeria de microbiomes terapèutics
 - Microbis com a fàbriques de fàrmacs dins el cos.
 - Bacteris modificats per detectar i tractar malalties.
 - Regulació de respostes immunològiques mitjançant microorganismes modificats.
 - Estratègies per evitar respostes immunitàries adverses.
 - Legislació i normes de bioseguretat.
 - Estudis de risc i beneficis en humans.

Mòdul 5: Modificació i Extensió del Codi Genètic

1. Incorporació de nous aminoàcids al codi genètic
 - Bases moleculars de l'enginyeria del codi genètic.
 - Expansió del codi genètic. Ortogonalitat. Transferases d'ARNt i sintetases dissenyades.
 - Producció de proteïnes fluorescents, catalitzadors sintètics i nous materials.
2. Conseqüències evolutives i seguretat dels codis genètics expandits
 - Efectes a llarg termini en cèl·lules i organismes.
 - Biocontenció i estratègies per evitar la transferència horitzontal de gens.

Mòdul 6: Biohacking, Humans Augmentats i Ètica

1. Biohacking i experimentació en biologia sintètica
 - Casos emblemàtics de biohacking i comunitats DIYbio.
 - Limitacions legals i normatives.
2. Humans augmentats i interfícies cervell-màquina
 - Genètica dels humans augmentats: possibilitats i límits tècnics.
 - Habilitats augmentades: millora d'habilitats físiques (miostatina i FOXP2), cognitives (regulació dels gens SCN9A i NR2B) i sensorials (modificació de l'opsina 1, PDE6H o TMC1).
 - Creació de bacteris simbiotes per millorar la digestió de tòxics o l'absorció de nutrients.
 - Regulació de l'envelliment, rejuveniment orgànic i transferència de consciència.
 - Interfícies cervell-màquina i telepatia digital: aplicacions de Neuralink, BrainGate, Kernel o NextMind.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes/temes específics	10	0,4	CM25, KM27, SM23
Classes de teoria	35	1,4	KM27, SM23, SM24
Tipus: Supervisades			

Projecte de recerca	12	0,48	CM25, KM27, SM23, SM24
Tutories en grup	4	0,16	SM23, SM24
Tipus: Autònomes			
Estudi individual	67	2,68	SM23
Estudi individual de temes específics	15	0,6	SM23

Sessions teòriques

Les classes teòriques són una part essencial de l'assignatura i estan dissenyades per proporcionar una base sòlida i ben estructurada dels continguts més rellevants. A més d'explicar els conceptes clau, el professor fomentarà la participació activa mitjançant preguntes obertes, breus debats i exemples contextualitzats que ajudin a connectar la teoria amb casos reals i aplicacions pràctiques. A més, aquestes sessions ofereixen l'oportunitat d'interactuar directament amb el professor i amb els companys, resoldre dubtes en temps real i consolidar els aprenentatges de manera més dinàmica i participativa. Tot el material de classe estarà disponible a l'aula Moodle de l'assignatura.

Sessions de problemes

Les sessions de problemes tenen com a objectiu consolidar els coneixements teòrics mitjançant l'anàlisi i resolució d'exercicis vinculats als continguts del temari. Es combinaran dues modalitats de treball:

1. Problemes estructurats

Al final de cada bloc temàtic, es treballaran problemes de format tancat o semiobert que permetin entendre i practicar els fonaments de cada concepte, per exemple, disseny de circuits genètics. Aquest tipus d'exercicis ajuda a identificar dificultats concretes i reforçar la comprensió de les eines bàsiques.

2. Problemes contextualitzats i oberts

A mesura que avanci l'assignatura, es proposaran situacions més complexes i realistes que requeriran integrar coneixements, prendre decisions justificades i explorar diferents solucions possibles. Aquest tipus de problemes es treballaran en grups reduïts per fomentar la participació activa, el raonament compartit i la discussió crítica. Es valorarà tant el procés de resolució com la capacitat d'argumentar i comunicar les decisions preses.

Els grups s'aniran alternant en la redacció d'un informe breu sobre un dels problemes, que servirà com a base per a la posada en comú a classe. Aquest enfocament busca equilibrar el domini tècnic amb l'aprenentatge actiu i col·laboratiu.

Tutories col·lectives.

Les sessions de tutoria estan concebudes com espais d'orientació i suport actiu per a l'alumnat. L'objectiu principal és oferir guiatge sobre com planificar i abordar de manera eficaç els continguts que formen part de l'aprenentatge autònom. El professor proporcionarà estratègies per organitzar l'estudi, identificar els conceptes clau i utilitzar els recursos docents disponibles de forma òptima. Aquestes sessions també permetran resoldre dubtes generals, compartir dificultats comunes i fomentar la reflexió sobre el propi procés d'aprenentatge.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes completin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Pràctiques de laboratori	25%	0,5	0,02	CM25, SM23, SM24
Projecte de recerca	40%	3	0,12	CM25, SM23, SM24
Prova escrita	25%	3	0,12	CM25, KM27, SM23, SM24
Resolució de problemes contextualitzats	10%	0,5	0,02	CM25, KM27, SM23, SM24

Avaluació continuada:

L'avaluació de l'assignatura es fonamenta en quatre components que combinen treball individual i col·laboratiu, aplicació pràctica i raonament teòric. L'objectiu és valorar tant la comprensió conceptual com la capacitat d'integrar i aplicar coneixements de manera crítica i creativa.

1. Projecte de recerca (40%)

Cada estudiant desenvoluparà un projecte de recerca sobre un tema de biologia sintètica, proposat pel propi alumne o pel professor. Aquest treball haurà d'integrar els coneixements adquirits al llarg de l'assignatura, amb especial èmfasi en el Bloc II (disseny biològic). L'objectiu no és fer una revisió bibliogràfica convencional, sinó aplicar els coneixements per respondre a una pregunta científica rellevant o abordar una necessitat tecnològica actual.

Els projectes es presentaran i s'avaluaran mitjançant un sistema de revisió per parells (peer review) en què participarà tota la classe. Aquesta dinàmica fomenta el pensament crític i el compromís col·lectiu. Al final del curs, tots els treballs es recopilaran en un volum col·laboratiu amb format de revista digital.

2. Resolució de problemes contextualitzats (10%)

Es valorarà la participació activa a les sessions de problemes en grup. Cadascun dels grups assumirà, de manera rotativa, la redacció i presentació d'un informe breu sobre un dels casos resolts a classe. Es tindrà en compte la capacitat d'argumentació, la claredat expositiva i el treball cooperatiu.

3. Pràctiques de laboratori (25%)

L'assistència a les pràctiques de laboratori és obligatòria per aprobar l'assignatura. Les pràctiques permeten posar en pràctica les eines experimentals associades a la biologia sintètica. L'avaluació es basarà en un informe individual en què s'analitzaran els resultats, la metodologia emprada i la interpretació dels fenòmens observats. Es valorarà la capacitat d'anàlisi crítica, la claredat en la redacció i el rigor científic.

4. Examen escrit (25%)

L'examen escrit avaluarà la comprensió dels conceptes fonamentals de l'assignatura, així com la capacitat de raonament i integració de continguts. Inclourà preguntes de tipus conceptual i aplicat. El contingut podrà incloure qualsevol tema treballat a classe, als problemes o al material d'aprenentatge autònom. Cal un mínim de 4 punts a l'examen escrit per a poder superar l'assignatura.

Els lliuraments no són recuperables.

Els alumnes poden presentar-se a l'examen de recuperació per intentar millorar la nota obtinguda a la prova escrita; la nota d'aquesta segona prova anul·la la nota obtinguda a la prova parcial feta anteriorment (encara que la qualificació hagués estat superior).

Es superarà l'assignatura quan la suma de les qualificacions obtingudes sigui ≥ 5 punts (sobre un màxim de 10), sempre que es compleixin els requisits de cada activitat avaluativa.

Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues tercers parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.

Aquesta assignatura no ofereix avaluació única.

Bibliografia

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.

Programari

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

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través d'aquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura