

Basic Principles and Research Topics in Integrative Synthetic Biology

MASTER'S DEGREE IN INTEGRATIVE SYNTHETIC BIOLOGY

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

This document can be used as reference documentation of this subject for the application for recognition of credits in other study programmes. For its full effect, it should be stamped by UIMP Student's Office.



GENERAL DATA

Name

Basic Principles and Research Topics in Integrative Synthetic Biology

Code

102624

Academic year

2024-25

Degree

[MASTER'S DEGREE IN INTEGRATIVE SYNTHETIC BIOLOGY](#)

ECTS Credits

15

Type

MANDATORY

Duration

Cuatrimestral

Language

English

CONTENTS

Contents

M1A – Basic principles and research topics

ASSEMBLY - Reconstitution of life-like molecular systems: Fundamental aspects of synthetic biology: engineering for understanding biological systems. Proto-cellular systems and origins of life. The macromolecules of life and their interactions. Molecular machines driving essential cell processes: information processing (replication, transcription and translation); growth and division; mobility and transport; energy transduction.

SYNTHESIS - Integration of functional modules in synthetic and natural cells: Bottom-up approaches to assemble modules in cell-like compartments; mastering self-organization. Top-down approaches using engineered enzymes and microorganisms (natural cell containers with programmable functionality); engineered parts, modules, and circuits to master streamlined living cells/ organisms.

BIO-FACTORIES - Exploitation of SynBio in biotechnology and biomedicine: Industrial biotechnology: engineering of biocatalysts for bio-transformations; bioremediation and biodegradation; directed evolution of enzymes. Metabolic engineering and synthetic microbiology. SynBio approaches to combat diseases: bacterial infections, protein-related pathologies (cancer, neurodegeneration, etc). Drug delivery systems – synthetic chemical biology.

COMPETENCES

General competences

CG1 - Master research skills and methods inherent to Integrative Synthetic Biology.

CG2 - Critically approach the topics covered in Integrative Synthetic Biology.

CG4 - Communicate with colleagues in the field of Integrative Synthetic Biology to pass on knowledge about molecular and cell aspects of synthetic biology and their applications in environmental and biomedical fields.

CG5 - Understand the impact of scientific and methodological advances in generating knowledge and developing new technologies with applications for improving health and the environment.

Transversal competences

CT1 - Prepare, write and publicly defend scientific and technical reports.

CT2 - Work in multidisciplinary teams.

CT4 - Boost motivation for scientific research.

Specific competences

CE1 - Analyse the structural features of biological macromolecules and their interactions to give rise to functionally active complexes.

CE2 - Apply chemical and biological approaches to molecular recognition studies and developing drugs.

CE3 - Typify minimal natural and synthetic systems to improve our knowledge about the fundamental principles of biological function that will be the basis for new bio/nano-technology and biomedicine applications.

CE4 - Develop a comprehensive overview of the advances in fundamental molecular and cell biology research, and its applications in biomedicine and/or the environment.

LEARNING PLAN

Training activities

| Training activity | Hours* | % On site |
|---------------------------------|------------|-----------|
| TA1.- Master classes | 45 | 100 |
| TA2.- Practical classes | 90 | 100 |
| TA3.- Tutorials | 25 | 100 |
| TA4.- Individual and group work | 20 | 100 |
| TA6.- Individual student work | 445 | 0 |
| TOTAL | 625 | |

*Hours for Module I- *Fundamentals of Integrative Synthetic Biology Research*

Teaching methods

M1 Master classes

M2 Practical classes and Seminars

M3 Tutorials

EVALUATION

Evaluation system

| Evaluation systems | Minimum rate | Maximum rate |
|---|--------------|--------------|
| E1 Exams | 45 | 65 |
| E2 Evaluation of individual work | 15 | 35 |
| E3 Evaluation of practices and seminars | 15 | 35 |
| E4 Evaluation of attendance and participation | 5 | 25 |

FACULTY

Coordinator/s

Pérez Fernández, Ruth

Doctor en Ciencias Químicas. Licenciada en Ciencias Químicas.

Científico titular.

Centro de Investigaciones Biológicas, CIB-CSIC,

Martín Santamaría, Sonsoles

Doctora en Farmacia.

Científico Titular.

Centro de Investigaciones Biológicas CIB-CSIC.

Barriuso Maicas, Jorge

Doctor.

Joven Investigador Principal / Biotecnología Microbiana.

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC).

Rivas Caballero, Germán Alejandro

Profesor de investigación. CIB Margarita Salas, - CSIC, Madrid

Lecturers

Díaz Fernández, Eduardo

Doctor en Ciencias Biológicas.

Investigador Científico (Biología y Biomedicina)

Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC)

Buceta Fernández, Javier

Doctor C.C. Físicas.

Científico Titular CSIC/Investigador Principal.

Instituto de Biología Integrativa de Sistemas.

Fernández Tornero, Carlos

Doctor en Biología Molecular.

Científico Titular del CSIC (Biología Estructural y Bioquímica).

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC).

Durante Rodríguez, Gonzalo

Doctor en Biología.

Científico Posdoctoral (Microbiología Medioambiental y Molecular).

Centro de Investigaciones biológicas Margarita Salas (CSIC).

Camarero Fernández, Susana

Doctor en Biología.

Científico Titular.

Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC.

Aparicio Pérez, Tomás

Doctor en Biología.

Investigador Post-doctoral.

CNB-CSIC.

Bermejo Moreno, Rodrigo

Doctor en Bioquímica / Licenciado en Medicina.

Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC).

Blázquez Castiñeira, Blas

Doctor en Bioquímica y Biología Molecular.

Científico Postdoctoral.

Centro Nacional de Biotecnología

López Serrano, Daniel

Doctor en Bioquímica.

Científico Titular.

Centro Nacional de Biotecnología CNB (CSIC).

Laurents , Douglas Vinson

Doctor en Bioquímica.

Científico Titular.

Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC.

Ruiz Dueñas, Francisco Javier

Doctor en Ciencias Biológicas.

Científico Titular (Bioquímica y Biología Molecular).

Centro de Investigaciones Biológicas.

Carmona Pérez, Manuel

Doctor en Ciencias Biológicas.

Científico Titular CSIC.

Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC)

Aranda Fernández, Agustín

Doctor en Ciencias Biológicas.

Científico Titular CSIC.

I2SysBio UV-CSIC.

Peñalva Soto, Miguel Ángel

Doctor en Ciencias Biológicas.

Profesor de Investigación (CSIC).

Giraldo Suárez, Rafael

Doctor en Ciencias Biológicas.

Profesor de Investigación de OPI.

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

Cañada Vicinay, Francisco Javier

Doctor en Ciencias, especialidad Químicas.

Profesor de Investigación CSIC, Ciencia y Tecnologías Químicas.

Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC.

González Ibáñez, Carlos

Doctor en Ciencias Físicas.

Profesor de Investigación del CSIC.

Instituto de Física Química Rocasolano. CSIC.

Fernández Herrero, Luis Ángel

Doctor en Ciencias.

Investigador Científico OPIs (CSIC).

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

Ares García, Saúl

Doctor en Matemática Aplicada.

Científico Titular del CSIC.

Centro Nacional de Biotecnología (Departamento de Biología de Sistemas).

Peretó Magraner, Juli

Doctor en química.

Catedrático de Universidad, Bioquímica y Biología Molecular (Universitat de València).

Instituto de Biología Integrativa de Sistemas I2SysBio (Universitat de València-CSIC).

San Millán Cruz, Álvaro

Doctor en Veterinaria.

Científico Titular.

Centro Nacional de Biotecnología.

Álvarez González, Beatriz

Doctora en Biología Molecular.

Investigadora postdoctoral.

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

García Ruiz, Eva

Doctora en Biología.

Programa Atracción de Talento Investigador de la Comunidad de Madrid.

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC.

Gómez Álvarez, Helena

Doctora en Biotecnología.

Personal Investigador, Posdoctorado.

Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CSIC)

Prieto Jiménez, María Auxiliadora

Doctora en Farmacia.

Científico Titular.

Centro de Investigaciones Biológicas-CSIC.

Pérez-Sala Gozalo, María Dolores

Doctora en Medicina y Cirugía.

Investigadora Científica CSIC.

Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC.

Pardo Mendoza, Isabel

Doctora.

Investigadora postdoctoral.

Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas.

Nogales Enrique, Juan

Doctor .

Científico Titular (Group Leader of Systems Biotechnology Group).

Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

López Montero, Iván

Doctor.

Associate Professor (UCM).

del Cerro Sánchez, Carlos

Doctor.

Investigador contratado CSIC. Microbiología ambiental..

Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas.

SCHEDULE

Timetable

01/10/2024

11:00 - 13:00

MISB3 - welcoming

02/10/2024

10:00 - 11:00

Synthetic biology: a history of a yearny

Juli Peretó Magraner

Doctor en Química
Catedrático de Universidad, Bioquímica y Biología Molecular (UV)
Instituto de Biología Integrativa de Sistema I2SysBio (UV- CSIC)

11:30 - 13:00

Synthetic biology: a diversity of approaches to master biological complexity

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

03/10/2024

10:00 - 11:00

Chemical origins of life

Juli Peretó Magraner

Doctor en Química
Catedrático de Universidad, Bioquímica y Biología Molecular (UV)
Instituto de Biología Integrativa de Sistema I2SysBio (UV- CSIC)

04/10/2024

11:00 - 12:00

OPENING LECTURE: New synthetic biology tools for metabolic control

Rodrigo Ledesma Amaro

Reader
Metabolic Engineering
Imperial College London

07/10/2024

10:00 - 10:30

The chemistry of functional groups in molecules of biological interest

Sonsoles Martín Santamaría

Investigadora científica.
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

10:30 - 11:00

The chemistry of functional groups in molecules of biological interest

Ruth Pérez Fernández

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:00 - 11:30

Conformation and tautomerism. Role in molecular recognition and biological function. Case studies.

Sonsoles Martín Santamaría

Investigadora científica.
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 12:00

Conformation and tautomerism. Role in molecular recognition and biological function. Case studies.

Ruth Pérez Fernández

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:00 - 12:30

Chirality. Stereoisomerism. Shape. Case studies

Sonsoles Martín Santamaría

Investigadora científica.
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:00

Chirality. Stereoisomerism. Shape. Case studies

Ruth Pérez Fernández

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

08/10/2024

10:00 - 11:00

Macromolecules and small molecules.

Sonsoles Martín Santamaría

Investigadora científica.
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 13:00

Molecular recognition. Noncovalent interactions

Sonsoles Martín Santamaría

Investigadora científica.
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

09/10/2024

10:00 - 11:00

Basis of the Chemical Biology

Ruth Pérez Fernández

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Fundamentals of chemical equilibrium and kinetics

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

12:30 - 13:30

Introduction to FUNDAMENTALS 1 Journal Club instructions

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

10/10/2024

10:00 - 11:00

Molecular interactions: introduction to binding analysis

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

11:30 - 13:00

Molecular interactions in the test tube and the living cell: implications for synthetic biology research.

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

11/10/2024

10:30 - 13:00

Revisiting basic calculus tools: Introduction to ODEs

Javier Buceta Fernández

Doctor C.C. Físicas
Científico Titular CSIC/Investigador Principal
Instituto de Biología Integrativa de Sistemas

15/10/2024

10:00 - 11:30

Lipids - essential concepts & assembly (membranes)

Iván López Montero

Doctor
Associate Professor
Universidad Complutense de Madrid

12:00 - 13:00

Nucleic acids (natural and synthetic)

Carlos González Ibáñez

Profesor de Investigación
Instituto de Química-Física Rocasolano (IQFR)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

16/10/2024

10:00 - 11:30

Carbohydrates - molecular recognition

Francisco Javier Cañada Vicinay

Profesor de Investigación
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:00 - 13:30

Bottom-up biology: a biophysical approach

Iván López Montero

Doctor
Associate Professor
Universidad Complutense de Madrid

17/10/2024

10:00 - 11:00

Information processing - replication

Rodrigo Bermejo Moreno

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Information processing - transcription

Carlos Fernández Tornero

Investigador Científico
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

22/10/2024

10:00 - 12:00

Protein folding and assembly

Douglas Vinson Laurents

Científico Titular
Instituto de Química-Física Rocasolano (IQFR)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Protein modifications

María Dolores Pérez-Sala Gozalo

Investigador Científico
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

23/10/2024

10:00 - 11:00

Organization - cytoskeleton / cell division

Germán Rivas

Profesor de Investigación de OPI
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)

11:30 - 12:30

Organization - signaling and cell adhesion

Daniel Lietha

Investigador Distinguido
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Biológicas (CSIC)

24/10/2024

9:30 - 10:30

General principles

Miguel Ángel Peñalva Soto

Profesor de Investigación
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Consejo Superior de Investigaciones Biológicas (CSIC)

10:45 - 11:45

Molecular motors: Myosins, Kinesins, Dynein

Miguel Ángel Peñalva Soto

Profesor de Investigación
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Biológicas (CSIC)

12:15 - 13:15

GTPases

Miguel Ángel Peñalva Soto

Profesor de Investigación
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Biológicas (CSIC)

25/10/2024

11:00 - 12:30

Bottom-up biology using genomically minimal cells

James Pelletier

CNB-CSIC, Madrid

29/10/2024

10:00 - 13:00

JOURNAL CLUB

31/10/2024

10:00 - 12:00

EXAM F1 (basic principles)

03/12/2024

10:00 - 11:00

Therapeutic bacteria: from probiotics to synthetic Biology

Luis Ángel Fernández Herrero

Investigador Científico del CSIC
Centro Nacional de Biotecnología

11:15 - 12:15

Bacteria and immune system interface

Esteban Veiga Chacón

Doctor en Biología Molecular (Universidad Autónoma de Madrid)
Científico titular del CSIC
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)

12:30 - 13:30

Amyloids as constructive parts in SynBio

Rafael Giraldo Suárez

Doctor en Ciencias Biológicas.

Profesor de Investigación de OPI.
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

04/12/2024

10:00 - 11:00

Optogenetics

Rafael Giraldo Suárez

Doctor en Ciencias Biológicas.
Profesor de Investigación de OPI.
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC).

11:15 - 12:15

In vivo directed evolution of proteins

Beatriz Álvarez González

Doctora en Biología Molecular
Investigadora Postdoctoral
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)

12:30 - 13:30

Clocks and rules in life in the context of SynBio

Saúl Ares García

Doctor en Matemática Aplicada
Científico Titular del CSIC
Centro Nacional de Biotecnología, Dpto Biología de Sistemas

10/12/2024

10:00 - 11:00

Genome-Scale Metabolic Modeling

Juan Nogales Enrique

Científico Titular (Group Leader of Systems Biotechnology Group)
Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)

11:15 - 12:15

The SEVA project as a standardization approach

Esteban Martínez García

Doctor en Biología
Centro Nacional de Biotecnología (CNB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Large-scale and high-throughput genome editing

Tomás Aparicio Pérez

Doctor en Biología
Investigador Post-doctoral
Centro de Biología CNB-CSIC

11/12/2024

10:00 - 11:00

Biofactories based on synthetic bacterial compartmentalization

Daniel López Serrano

Doctor en Bioquímica
Científico Titular
Centro Nacional de Biotecnología (CNB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

High-throughput pathway assembly and optimization

Blas Blázquez Castiñeira

Doctor en Bioquímica y Biología Molecular
Científico Postdoctoral
Centro Nacional de Biotecnología

12:30 - 13:30

Assembling structured microbial ecosystems

Esteban Martínez García

Doctor en Biología
Centro Nacional de Biotecnología (CNB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12/12/2024

11:15 - 12:15

Enzymes for applications in health and sustainable chemistry

Francisco José Plou Gasca

Doctor. Profesor de investigación.
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC)

12:30 - 13:30

Why integrate mimetic surfaces and some biophysical tools to study them

Marisela Vélez Tirado

Licenciada en Biología (Bioquímica) (UAM).
Doctorado en Biofísica por la Universidad de Michigan, Ann Arbor
Encargada de las Instalaciones de Sondas de Barrido en el Instituto de Catálisis y
Petroleoquímica (ICP-CSIC)

16/12/2024

10:00 - 13:00

JOURNAL CLUB

17/12/2024

10:00 - 11:00

Engineering cell factories for production of chemicals and fuels

Eva García Ruiz

Doctora en Ciencias Biológicas
Doctora "Programa Atracción de Talento Investigador de la Comunidad de Madrid"
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC

18/12/2024

10:00 - 11:00

Standards in synthetic biology

Manuel Porcar Miralles

Licenciado en Biología y Doctor Ingeniero Agrónomo
Investigador Doctor indefinido
I2SysBio

11:15 - 12:15

Metabolic engineering of food-producing yeasts

Agustín Aranda Fernández

Doctor en Ciencias Biológicas
Científico Titular CSIC
I2SysBio UV-CSIC

08/01/2025

10:00 - 11:00

Enzyme biocatalysis for green chemistry: biotransformations mediated by microbial hydrolases

Alicia Prieto Orzanco

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Genome mining and rational design of new biocatalysts for lignocellulose biorefineries

Francisco Javier Ruiz Dueñas

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Evolution in the service of enzyme design

Susana Camarero Fernández

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

09/01/2025

10:00 - 11:00

Bacterial metabolic engineering for valorization of aromatic waste

Eduardo Díaz Fernández

Investigador Científico
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Carbon dioxide and hydrogen as feedstock for bacteria

Gonzalo Durante Rodríguez

Científico Postdoctoral (Microbiología Medioambiental y Molecular)

Centro de Investigaciones Biológicas - CSIC

12:30 - 13:30

Metabolic engineering of yeast in waste revalorization

Carlos del Cerro Sánchez

Investigador contratado CSIC. Microbiología ambiental.
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas

10/01/2025

11:15 - 12:15

The revolution of directed evolution

David González Pérez

Doctor en Químicas
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Visit EvoEnzyme

David González Pérez

Doctor en Químicas
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

14/01/2025

10:00 - 11:00

Biotechnology with metals: new challenges

Manuel Carmona Pérez

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Nanotechnological tools: Dendrimeric and magnetic nanoparticles

Jesús Miguel Sanz Morales

Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB).Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Lignin valorization into building blocks for bioplastics production

Helena Gómez Álvarez

Doctora en Biotecnología
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

15/01/2025

10:00 - 11:00

Domesticating bacteria for tailored bioplastic production

María Auxiliadora Prieto Jiménez

Científico Titular
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:15 - 12:15

Engineering microbial cell factories by adaptive laboratory evolution

Isabel Pardo Mendoza

Doctora
Investigadora postdoctoral
Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas

12:30 - 13:30

Microbial cell to cell communication in biotechnology

Jorge Barriuso Maicas

Doctor en Biotecnología
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

24/01/2025

10:00 - 13:00

JOURNAL CLUB

12/02/2025

12:30 - 13:30

New tools to study plasmid-mediated antimicrobial resistance

Álvaro San Millán Cruz

Doctor en Veterinaria
Científico Titular
CNB-CSIC, Madrid