

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

BIOLOGIA SINTETICA E BIOIMAGING

SYNTHETIC BIOLOGY AND BIOIMAGING

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	BIOINFORMATICA
Codice	8068454	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Daniela Billi

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso si propone di fornire l'acquisizione dei principi teorici e applicativi della biologia sintetica e delle tecniche di bioimaging. Al termine del corso le studentesse/gli studenti saranno in grado di - riconoscere i diversi tipi di circuiti sintetici e tecniche di bioimaging per la loro validazione; - ideare e realizzare progetti di biologia sintetica in vari ambiti applicati (biorimedio, biosensori, produzione di composti di interesse) - comprendere gli approcci metodologici per la realizzazione di cellule sintetiche e genomi minimi. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Acquisizione della capacità di apprendimento necessarie per la costruzione di circuiti sintetici e tecniche per la loro validazione e poter così continuare a studiare in modo autonomo ed elaborare e/o applicare idee originali in un contesto di ricerca. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Capacità di applicare le conoscenze acquisite nello studio e nella realizzazione di progetti di biologia sintetica e di inserite in contesti più ampi (o interdisciplinari) connessi al settore di studio. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Capacità di comprensione delle ricerche scientifiche condotte nell'ambito biologico e applicazione delle conoscenze acquisite alle nuove scoperte scientifiche. ABILITÀ COMUNICATIVE: Capacità di presentare in modo chiaro e appropriato per terminologia e contenuti, delle tematiche proprie della Biologia sintetica, nonché delle conoscenze a essi sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti.
----------	---

	CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Capacità di comprendere pubblicazioni scientifiche nell'ambito della biologia sintetica. Tali capacità di apprendimento sono altresì funzionali per svolgere la prova finale (Tesi) su tematiche riguardanti la biologia sintetica nei suoi aspetti multidisciplinari, nonché per intraprendere, con consapevolezza e autonomia, successivi studi di approfondimento (Master e/o Dottorato di Ricerca).
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to provide the theoretical and methodological tools for the understanding of advanced scientific texts, with a focus on biology, genetics and biochemistry.</i> KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>Skills for reading and understanding frontier research activities reported in English in the fields of biology, genetics and biochemistry.</i> APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: <i>Ability to identify with the appropriate cognitive tools the essential elements in scientific research.</i> MAKING JUDGEMENTS: <i>Ability to understand the scientific research conducted in the biological field and application of the acquired knowledge to new scientific discoveries.</i> COMMUNICATION SKILLS: <i>Ability to clearly and appropriately present to specialist and non-specialist interlocutors, research themes in the biology field, as well as the underlying knowledge.</i> LEARNING ABILITY: <i>Ability to understand scientific publications in the field of synthetic biology. This learning skills are also necessary for the preparation of the final exam (Thesis) on topics concerning Synthetic Biology, as well as for undertaking, with awareness and autonomy, subsequent and more advanced studies (Master and/or PhD).</i>

PREREQUISITI

Italiano	Conoscenza delle nozioni fondamentali di biologia cellulare e molecolare e delle tecniche impiegate in biotecnologia.
English	<i>Knowledge of the fundamental concepts of cellular and molecular biology and of techniques used in biotechnology.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Introduzione alla biologia sintetica (2 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 1 e 2). Logic gate e circuiti: switches, oscillators, repressilator, communication, edge detector (16 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 5, articoli da 1 a 4 dell'elenco sotto riportato). Tecnologie abilitanti: BioBricks, Golden gate assembly, Gibson assembly (4 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 3). iGEM- International Genetically Engineered Machine, progetti,
----------	--



	E. chromi; Eau d'coli (10 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 8). Genomi minimi naturali e sintetici. Tappe fondamentali nella costruzione di syn1.0, syn2.0 e syn3.0 (12 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 4; articolo 5 dell'elenco sotto riportato). Tecniche di bio-imaging in microscopia confocale laser. Applicazioni delle tecniche FRET, FLIP e FRAP nello studio delle interazioni tra proteine e delle dinamiche sub-cellulari. Tecniche di Time Lapse e monitoraggio di circuiti sintetici (4 ore; Synthetic Biology - A Primer, capitolo 3).
English	<i>Introduction to synthetic biology (2 hs; Synthetic Biology - A Primer, chapters 1 and 2). Logic gates and circuits: switches, oscillators, repressors, communication, edge detectors (16 hs; Synthetic Biology - A Primer, chapter 5, articles from 1 to 4 of the list at the bottom). Enabling technologies (BioBricks, Golden gate assembly, Gibson assembly; Synthetic Biology - A Primer, chapter 3). iGEM - International Genetically Engineered Machine, projects, E. chromi; Eau d'coli (10 hs; Synthetic Biology - A Primer, chapter 8). Natural and synthetic minimal genomes. Fundamental steps in the construction of syn1.0, syn2.0 and syn3.0 (12 hs; Synthetic Biology - A Primer, chapter 4; article 5 of the list at the bottom). Bio-imaging techniques in laser confocal microscopy. Applications of FRET, FLIP and FRAP techniques in the study of interactions between proteins and sub-cellular dynamics. Time Lapse techniques and synthetic circuit monitoring (4 hs; Synthetic Biology - A Primer, chapter 3).</i>

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Synthetic Biology - A Primer, Freemont Paul S & Kitney Richard I. Imperial College Press; Chapter 1. Introduction to Biology, Chapter 2. Basic Concepts in Engineering, Chapter 3. Foundational Technologies, Chapter 4. Minimal Cells and Synthetic Life, Chapter 5. Parts, Devices and Systems, Chapter 8. iGEM -Articoli (vedi elenco) e slides disponibili su Teams 1.Synthtic biology application come with age 2.Construction of a genetic toggle switch in Escherichia coli 3.Gene Regulation at the single-cell level 4.Transplantability of a circadian clock to a noncircadian organism 5. Complete chemical synthesis, assembly, and cloning of a Mycoplasma genitalium Genome
English	<i>Synthetic Biology - A Primer, Freemont Paul S & Kitney Richard I. Imperial College Press; Chapter 1. Introduction to Biology, Chapter 2. Basic Concepts in Engineering, Chapter 3. Foundational Technologies, Chapter 4. Minimal Cells and Synthetic Life, Chapter 5. Parts, Devices and Systems, Chapter 8. iGEM</i> <i>-Articles (see below) and slides available on Teams</i> 1.Synthtic biology application come with age 2.Construction of a genetic toggle switch in Escherichia coli 3.Gene Regulation at the Single-Cell Level 4.Transplantability of a circadian clock to a noncircadian organism

	5. Complete chemical synthesis, assembly, and cloning of a <i>Mycoplasma genitalium</i> Genome
--	--

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula, integrate da esperienze di laboratorio. Agli studenti verranno forniti articoli tratti dalla letteratura scientifica, che saranno discussi collegialmente durante le lezioni in aula.
English	<i>Classroom lessons, integrated with laboratory experiences. Students will be provided with articles taken from scientific literature, which will be discussed collectively during classroom lessons.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Lezioni in aula.
English	<i>Class lectures.</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Daniela Billi, Gorgia Di Stefano

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	Viene effettuato un esame orale della durata di circa 30 min. che vede approfonditi su 3 argomenti principali trattati nel corso: circuiti, genomi sintetici ed una tecnica di bio-imaging, sia per le studentesse/ gli studenti frequentanti e non frequentati. Votazione: Non idonea/o: importanti carenze e/o inaccuratezze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-21, la studentessa/lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio complessivamente corretti e appropriati.
----------	---

	22-25, la studentessa/lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed effettua i collegamenti fra le varie materie. Presenta linearità nella strutturazione del discorso. Il linguaggio è appropriato e corretto. 26-29, la studentessa/lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato. È in grado di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite. Evidenzia ricchezza di riferimenti e capacità logico-analitiche con un linguaggio. 30-30L, ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	An oral examination of about 30 minutes is carried out which includes 3 main topics covered in the course: circuits, synthetic genomes and one bio-imaging technique, for both attending and non-attending students. Evaluation Not suitable: significant deficiencies and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the topics; limited analysis and synthesis skills, frequent generalizations. 18-21, the student has acquired the basic concepts of the discipline, way of expression and language that is generally correct and appropriate. 22-25, the student has acquired in depth the basic concepts of the discipline and makes the connections between the various subjects. He/she presents linearity in the structuring of speech. The language is appropriate and correct. 26-29, the student has a complete and well-structured set of knowledge. He/she is able to autonomously apply and re-elaborate the acquired knowledge without any errors. Highlights a wealth of references and logical-analytical skills with a fluid, appropriate and varied 30-30L, excellent level of knowledge and understanding of the topics. Remarkable analytical and synthesis skills and independent judgement. Arguments expressed in an original way.