

## COURSE SYLLABUS

### Systems Biochemistry

2425-1-F0802Q069

---

#### Obiettivi

Affrontare lo studio della cellula come sistema complesso, la cui comprensione richiede un approccio multidisciplinare in cui le tecniche di biochimica e biologia cellulare e molecolare vengono integrate da metodologie bio-informatiche e di simulazione computazionale di modelli matematici.

Tale approccio consente di affrontare i processi biologici fondamentali in termini integrati, fornendo al ricercatore strumenti, non solo per mettere alla prova con rigore quantitativo le conoscenze acquisite, ma anche per modificare il comportamento dei sistemi cellulari in studio, ad esempio per:

- (i) identificare, sviluppare ed ingegnerizzare microrganismi capaci di effettuare biotrasformazioni biotecnologiche innovative ed eco-compatibili;
- (ii) sviluppare repliche in silico di singoli individui (Digital Twins) e identificare il trattamento farmacologico personalizzato più adatto per ogni singolo paziente.

Il corso consente di integrare e mettere nell'appropriato contesto biotecnologico, molti dei concetti illustrati nei corsi di bioinformatica offerti nella laurea magistrale in Biotecnologie Industriali

#### 1. Conoscenza e capacità di comprensione.

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà conoscere le possibilità offerte dalla integrazione delle tecnologie sperimentali anche post-genomiche e computazionali, tanto nell'ambito della ricerca di base che nella loro applicazione in ambito diagnostico e terapeutico o nelle biotrasformazioni biotecnologiche innovative.

#### 2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione.

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di applicare le conoscenze acquisite al punto 1 a problematiche scientifiche, metodologiche ed applicative diverse rispetto a quelle esplicitamente trattate a lezione

#### 3. Autonomia di giudizio.

Lo studente dovrà essere in grado di rielaborare i principi e metodologie apprese, in primo luogo per consultare la letteratura così da aggiornare le proprie competenze prima che queste diventino obsolete ed in secondo luogo per identificarne gli ambiti privilegiati di utilizzo.

#### 4. Abilità comunicative.

Alla fine dell'insegnamento lo studente saprà esprimersi in modo appropriato in italiano (per studenti di

madre lingua italiana) ed inglese (per tutti gli studenti) nella descrizione delle tematiche affrontate con  
proprieta? di linguaggio e sicurezza di esposizione.

#### 5. Capacita? di apprendimento

Alla fine dell'insegnamento lo studente saprà analizzare, applicare, integrare e collegare le conoscenze acquisite – e successivamente maturate con la consultazione della letteratura - con quanto appreso in insegnamenti correlati, al fine di risolvere problemi scientifici tanto nella biochimica di base che applicata.

### Contenuti sintetici

La funzionalità delle (macro)molecole biologiche verrà analizzata nel contesto della interazione tra molecole. Saranno esaminati alcuni circuiti regolativi cellulari (ad esempio reti di trascrizione, reti metaboliche, crescita e ciclo cellulare) al fine di evidenziare alcune caratteristiche chiave dei circuiti regolativi cellulari, in termini conoscitivi ed applicativi. La maggior parte degli argomenti verranno trattati mediante analisi di specifici casi di studio. Uno o più dei casi di studio verranno trattati anche nel corso di Analisi, Controllo e Ottimizzazione dei Sistemi Biologici che fornirà un approfondimento complementare degli aspetti computazionali, modellistici, bioinformatici e sistematici.

### Programma esteso

#### I. Systems Biology: Introduzione e concetti di base.

Il concetto di sistema: le proprietà emergenti

Approcci top-down e bottom-up alla ricostruzione di un sistema biologico

Reti biologiche e loro proprietà (Robustezza, fragilità, essenzialità)

#### II. La systems metabolomics come paradigma e chiave interpretativa dei comportamenti cellulari

III. Il concetto di modulo: ricostruzione modulare ed interconnessione di modelli matematici a diversa risoluzione per ricostruire in modo esaustivo ed integrato tutte le funzionalità di una cellula

IV. Disassemblare e ricostruire la complessità inter- cellulare: scRNASeq ed analisi di immagine quantitativa ad alta processività

V. Biotrasformazioni, economia circolare e green economy

VI. Malattie multi-fattoriali: modelli cellulari avanzati e Digital Twins

### Prerequisiti

Il corso si basa su concetti e metodologie esposte nei corsi di Biochimica e Biologia Molecolare di base. In particolare, è richiesta la conoscenza degli elementi di base della biochimica cellulare di procarioti ed eucarioti (metabolismo, trasduzione del segnale e ciclo cellulare) e della enzimologia. È apprezzata qualche conoscenza di base in ambito statistico

### Modalità didattica

21 lezioni da 2 ore costituite da:

- una parte (6-8 lezioni) in modalità erogativa (didattica erogativa, DE) focalizzata sulla presentazione-illustrazione di contenuti, concetti, principi scientifici
- la parte restante - massimo 15 lezioni- in modalità interattiva (didattica interattiva, DI), che prevede:
  - Discussione interattiva di articoli scientifici a cura dei corsisti;
  - presentazione di articoli scientifici in modalità simili alla presentazione di dati ad un congresso scientifico (relazione orale =Journal Club o Poster;
  - 1 CFU (7 ore di lezione) svolte in modalità interattiva in co-presenza con il docente di Analisi, Controllo e Ottimizzazione di Sistemi Biologici (Prof. Pasquale Palumbo) per trattare insieme un caso di studio. Tale approccio didattico consentirà di presentare ed esaminare da punti di vista complementari pathways, funzioni e sistemi biologici visti con l'occhio del biologo e del modellista computazionale.
- Tutte le attività sono svolte in presenza

Linguaggio: Italiano, può essere modificato a Inglese su richiesta di studenti stranieri

## **Materiale didattico**

I concetti di base della Systems Biology sono presentati nel testo:

Lilia Alberghina: Per Comprendere la Complessità Biologica – Licosia Editore

Articoli specialistici e di rassegna e capitoli di libro verranno consigliati a lezione

Verranno fornite le videoregistrazioni delle lezioni

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Non sono previsti compiti in itinere;

L'esame è orale e verificherà l'acquisizione dei concetti di base della biologia dei sistemi e della loro applicazione, con particolare attenzione all'integrazione di strumenti computazionali e sperimentali, anche mediante discussione approfondita di articoli specifici scelti in accordo con gli studenti prima dell'esame

## **Orario di ricevimento**

Telefonico o previo appuntamento via mail

## **Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÁ | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI

---