UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Systems Biochemistry

2122-1-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 biologi 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.

1. Conoscenza e capacità di comprensione.

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà conoscere:

le principali tecniche di analisi post-genomica;

i concetti base della simulazione matematica di sistemi biologici complesso;

le possibilità offerte dalle tecnologie sperimentali e computazionali sopra-menzionate – e della loro integrazione sistemica – 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 proprietà di linguaggio e sicurezza di esposizione.

5. Capacità 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

Il Corso si propone di illustrare alcuni aspetti relativi allo studio, analisi, modellazione e ricostruzione in silico di sistemi biologici complessi.

La funzionalità delle (macro)molecole biologiche verrà analizzata nel contesto della interazione tra molecole. Saranno esaminati alcuni circuiti regolativi cellulari al fine di evidenziare alcune caratteristiche chiave dei circuiti regolativi cellulari, quali la robustezza ed il ruolo che la loro ricostruzione in silico può avere in termini conoscitivi ed applicativi.

Programma esteso

I. Systems Biology; Introduzione e concetti di base (2 lezioni).

Il concetto di sistema: le proprietà emergenti

Il concetto di modulo

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

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

II. Modelli matematici di sistemi biologici per non-esperti (2 lezioni)

come può la modellazione matematica aiutare la comprensione della logica dei viventi?

III. La systems metabolomics come paradigma e chiave interpretativa dei comportamenti cellulari (3 lezioni)

IV. Whole cell modeling (3 lezioni) ricostruzione modulare ed interconnessione di modelli matematici a diversa risoluzione per ricostruire in modo esaustivo ed integrato tutte le funzionalità di una cellula

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

processività (3 lezioni)

VI. Biotrasformazioni, economia circolare e green economy (5 lezioni)

VII. Connettere la realtà biologica ed il mondo virtuale: Digital Twins e sensoristica avanzata “indossabile” (3 lezioni)

Il numero di lezioni per ogni argomento è indicativo e potrà essere modulato anche in funzione degli interessi degli studenti

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

Lezioni frontali, dimostrazioni in classe di software per analisi di costruzione di modelli matematici, Journal club e analisi interattiva approfondita di lavori scientifici selezionati

Materiale didattico

Articoli specialistici e di rassegna e capitoli di libro verranno consigliati a lezione e caricati sulla piattaforma e-learning del corso

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

Previo appuntamento via mail