UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Mathematics, Statistics and Informatics

2122-1-E1301Q088

Obiettivi

L'insegnamento di Matematica, Statistica ed Informatica fornisce le basi per comprendere le definizioni e i risultati fondamentali della matematica, apprendere i metodi principali della statistica descrittiva e inferenziale, e conoscere le relazioni fra le discipline informatiche e le discipline biologiche. In particolare, i concetti della statistica e dell'informatica saranno affiancati alla spiegazione di specifiche applicazioni per l'analisi di dati biologici, la ricerca in banche dati biologiche, e la soluzione di problemi di bioinformatica.

1. Conoscenze e capacità di comprensione.

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà:
- conoscere le definizioni fondamentali della matematica e i loro significati;
- sviluppare la capacità di "computational thinking", al fine di utilizzare in modo appropriato gli strumenti computazionali per la soluzione di un dato problema;
- sviluppare la capacità di analisi critica per la scelta dei metodi statistici più adeguati per l'analisi di dati in ambito biologico/clinico, e per l'interpretazione dei rispettivi risultati.

2. Capacità di applicare conoscenze e comprensione.

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di applicare le conoscenze acquisite al punto 1 per la risoluzione di esercizi proposti di matematica, e per la soluzione di problemi in ambito statistico e informatico con una particolare attenzione ad applicazioni di carattere biologico.

3. Autonomia di giudizio.

Lo studente dovrà essere in grado di elaborare quanto appreso, riconoscendo sia l'appropriatezza delle applicazioni delle definizioni matematiche acquisite, sia le situazioni e i problemi in cui le metodologie statistiche e informatiche apprese possono essere utilizzate.

4. Abilità comunicative.

Al termine dell'insegnamento lo studente saprà esprimersi mostrando proprietà di linguaggio e sicurezza di esposizione.

5. Capacità di apprendimento.

Alla fine dell'insegnamento lo studente avrà le competenze necessarie per affrontare in autonomia le questioni di matematica che si proporranno durante il percorso di studi, e saprà applicare le conoscenze acquisite in insegnamenti che abbiano come prerequisiti la conoscenza delle basi di matematica. Lo studente dovrà altresì essere in grado di analizzare, applicare, integrare e collegare le conoscenze di statistica e informatica acquisite con quanto verrà appreso in insegnamenti correlati all'applicazione delle scienze statistiche e computazionali in ambito biologico.

Contenuti sintetici

Matematica

Calcolo vettoriale, calcolo matriciale, auto-valori e auto-vettori, comportamento asintotico e studio di funzione di una variabile, derivazione, funzioni di due o più variabili, operatori differenziali, sviluppo in serie di potenze di funzioni elementari, integrazione di funzioni elementari, integrazione di equazioni differenziali ordinarie elementari.

Statistica

Elementi di statistica descrittiva (popolazione e campione, misure di centralità/dispersione/posizione, rappresentazioni grafiche) ed inferenziale (distribuzioni di probabilità, metodi di verifica di ipotesi) per l'analisi di dati biologici.

Informatica

Nozioni di base sui calcolatori e sulla codifica dei dati. Algoritmi, computational thinking, ed elementi di programmazione strutturata. Nozioni di complessità computazionale. DNA computing. Fondamenti di Bioinformatica, Biologia Computazionale, Biologia dei Sistemi. Metodi computazionali euristici di ispirazione biologica.

Programma esteso

Matematica

Calcolo vettoriale (prodotto scalare e prodotto vettoriale, equazione di una linea dritta in forma vettoriale), algebra delle matrici (definizioni di base, operazioni algebriche con matrici, determinante, inversa, trasposta, auto-valori e auto-vettori), comportamento asintotico e studio di funzione (definizioni di base, funzioni elementari, funzioni trigonometriche, leggi di potenza, funzioni esponenziali, funzioni logaritmiche, limiti, asintoti, regole di derivazione, punti stazionari, massimi e minimi di funzione), funzioni di due o più variabili, gradiente, divergenza, rotore, espansione in serie di potenze di funzioni elementari (serie di potenze, espansioni di funzione in serie di Taylor, espansione di esponenziale, espansione di funzioni trigonometriche elementari), integrazione di funzioni elementari (definizioni di base, regole di integrazione, integrazione mediante cambio di variabile, integrazione per parti), integrazione di equazioni differenziali ordinarie elementari (integrazione mediante separazione di variabile, soluzione generale, soluzione particolare, applicazione alla dinamica delle popolazioni).

Statistica

1) Statistica descrittiva. Campioni e popolazioni, tipologie di dati e variabili. Disegno degli esperimenti (cieco, replicazione, strategie di campionamento). Il concetto di frequenza (assoluta, relativa, cumulativa). Rappresentazione grafica dei dati (istogrammi, diagrammi a torta, diagrammi a dispersione). Misure di centralità (media, mediana, moda). Misure di dispersione (range, deviazione standard, varianza). Misure di posizione (quantili, percentili). Analisi esplorativa dei dati (outlier, boxplot).
2) Statistica inferenziale. Nozioni di teoria della probabilità. Distribuzioni di probabilità (uniforme, binomiale, normale, distribuzione t di Student). Metodi di stima con un campione (intervalli di confidenza, stima con un campione). Verifica di ipotesi con un campione. Correlazione e regressione.

Informatica

1) Nozioni di base sui calcolatori e sulla codifica dei dati. Com'è fatto e come funziona un computer (architettura di von Neumann, ciclo macchina). Codifica dell'informazione.
2) Pensare in modo algoritmico ed elementi di programmazione. Definizione di algoritmo. Dal problema all'algoritmo, dall'algoritmo al programma. Programmi e linguaggi di programmazione. Programmazione strutturata e pseudo-codice. Problemi "facili" e problemi "difficili", efficienza degli algoritmi. Fare calcoli con il DNA: l'esperimento di Adleman.
3) Fondamenti di Bioinformatica, Biologia Computazionale e Biologia dei Sistemi. Le banche dati biologiche (banche dati primarie, secondarie, specializzate). Algoritmi di allineamento fra sequenze e tecniche euristiche per ricerche in banche dati. Protein folding, molecular docking. Approcci computazionali per sistemi biologici complessi.
4) Dalla Biologia all'Informatica: metodi computazionali di ispirazione biologica per la soluzione di problemi "difficili".

Prerequisiti

Matematica

Concetti di algebra e geometria di base, concetto di numero, funzione elementare e periodica, metodi di calcolo per algebra di potenze, concetto di equazione e disequazione, equazioni fondamentali della linea retta, cerchio, parabola.

Statistica

Nessuno.

Informatica

Conoscenze base di biologia.

Modalità didattica

Matematica

L'insegnamento comprende sia lezioni frontali teoriche che esercitazioni. Le lezioni in aula sono lezioni teoriche in cui vengono fornite le conoscenze delle definizioni e dei risultati, e esempi rilevanti. Le esercitazioni prevedono la risoluzione di esercizi e l'analisi di problemi matematici, consentendo allo studente di verificare le proprie capacità di applicare le nozioni teoriche acquisite durante le lezioni.
Il corso prevede delle ore di tutoraggio, con esercizi volti a migliorare le competenze e le abilità per affrontare le tematiche proposte.

Statistica e Informatica

Lezioni frontali in aula, supportate da presentazioni PowerPoint. Le lezioni frontali saranno affiancate da attività di tutorato per l'utilizzo di fogli di calcolo e strumenti bioinformatici, e per la soluzione di esercizi assegnati dal docente.
Tutta l'attività didattica frontale e di tutorato verrà videoregistrata e resa disponibile tramite la piattaforma Moodle.

Materiale didattico

Matematica

Materiale presentato alla lavagna a cura del docente.
Testo di supporto consigliato:
- D. Benedetto, M. Degli Esposti, C. Maffei, "Matematica per le scienze della vita", Casa Editrice Ambrosiana, o altro testo equivalente per gli studenti del corso triennale in scienze fisiche.

Statistica

Slide e videoregistrazione delle lezioni/tutorato, reperibili sulla pagina Moodle dell'insegnamento.
Testi consigliati:
- M.M. Triola, M.F. Triola. Fondamenti di statistica per le discipline biomediche, Pearson, 2017
- M.C. Whitlock, D. Schluter. Analisi statistica dei dati biologici, Zanichelli, 2010

Informatica

Slide e videoregistrazione delle lezioni/tutorato, reperibili sulla pagina Moodle dell'insegnamento.
Testi consigliati:
- M.G. Schneider, J.L. Gersting. Informatica. Algoritmi, architetture, linguaggi, applicazioni. Maggioli Editore, Apogeo Education, 2020
- M. Helmer Citterich, F. Ferrè, G. Pavesi, C. Romualdi, G. Pesole. Fondamenti di Bioinformatica. Zanichelli, 2018

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Annualità
Matematica: primo semestre
Statistica e Informatica: secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Matematica

Esame scritto della durata di 2 ore, con domande a risposta multipla sugli argomenti del programma, volte a valutare la capacità di risolvere i problemi proposti utilizzando le conoscenze acquisite.
Ai soli studenti regolarmente iscritti al primo anno di corso viene data la possibilità di affrontare una prova parziale, con metodica analoga a quella della prova d'esame completa.
Non è prevista alcuna prova orale.

Statistica e Informatica

Esame scritto della durata di 2 ore, con domande a risposta multipla e domande a risposta aperta sugli argomenti del programma, volte a valutare la capacità di risolvere i problemi proposti utilizzando le conoscenze acquisite.
Ai soli studenti regolarmente iscritti al primo anno di corso viene data la possibilità di affrontare delle prove parziali, con metodica analoga a quella della prova d'esame completa.
Non è prevista alcuna prova orale.

Orario di ricevimento

Su appuntamento, previa richiesta via e-mail al docente.

Matematica: renzo.ricca@unimib.it
Statistica e Informatica: daniela.besozzi@unimib.it