UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Mathematics, Statistics and Informatics

2526-1-E1302Q088

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.

Lo studente acquisirà una conoscenza chiara e sistematica dei principali concetti dell'analisi matematica. 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.

Lo studente sarà in grado di applicare i metodi appresi alla risoluzione di esercizi e problemi, anche in contesti applicativi semplici, mostrando padronanza delle tecniche di calcolo e comprensione delle strutture matematiche di base 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 svilupperà la capacità di comprendere e valutare criticamente definizioni, enunciati e dimostrazioni, riconoscendo gli strumenti concettuali più adatti per l'analisi e la risoluzione dei problemi proposti, 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.

Lo studente saprà esporre i concetti fondamentali del corso con chiarezza e rigore, utilizzando correttamente il linguaggio matematico.

5. Capacità di apprendimento.

Lo studente svilupperà le competenze necessarie per proseguire in autonomia lo studio dell'analisi matematica e delle discipline affini, con capacità di consultazione di testi scientifici e risorse didattiche adeguate. 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 su informatica e calcolatori. 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) Introduzione all'informatica. Di cosa si occupa l'informatica, cosa sono gli algoritmi, cosa è un computer e cosa sa fare, cosa è il software
2) Computational thinking. Dal problema all'algoritmo. Algoritmi di ricerca e ordinamento.
3) Algoritmi e programmi. Proprietà degli algoritmi, rappresentazione degli algoritmi, dall'algoritmo al programma
4) La complessità computazionale, algoritmi euristici, come la biologia può aiutare l'informatica (ad aiutare la biologia). Tutti i problemi hanno una soluzione? Problemi di decisione e di ottimizzazione. Efficienza degli algoritmi e complessità computazionale. DNA computing e algoritmi bio-ispirati.
5) Cenni di Bioinformatica. Di cosa si occupa la Bioinformatica, le banche dati biologiche, l'allineamento di sequenze di DNA o di amminoacidi
6) Cenni di Machine Learning. Differenza tra machine learning supervisionato e non supervisionato. Problemi di regressione e un problemi di classificazione. Training e testing. Valutaazione della performance di modelli di machine learning.

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

Il corso viene erogato interamente in lingua italiana.

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.
Si utilizza un approccio didattico ibrido che combina didattica frontale (DE) e didattica interattiva (DI). La DE include la presentazione e spiegazione dettagliata dei contenuti teorici. La DI prevede interventi attivi degli studenti tramite esercizi e problemi, brevi interventi, discussioni collettive e lavori di gruppo o individuali. Non è possibile stabilire precisamente a priori il numero di ore dedicate alla DE e alla DI, poiché le modalità si intrecciano in modo dinamico per adattarsi alle esigenze del corso e favorire un apprendimento partecipativo e integrato, combinando teoria e pratica.

Statistica e Informatica

- circa 90% delle lezioni in modalità erogativa in presenza, supportate da presentazioni PowerPoint e da sondaggi Wooclap per incentivare la partecipazione degli studenti.
- circa 2 lezioni interattive, in cui sono previsti lavori di gruppo
- circa 2 lezioni in modalità blended da remoto (asincrono), gli studendi prepareanno in atuonomia argomenti teorici che saranno poi rielaborati in aula
- 5 attività di laboratorio. I laboratori saranno affiancati 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 sarà videoregistrata e resa disponibile tramite la piattaforma Moodle.

Materiale didattico

Matematica

Materiale presentato alla lavagna a cura del docente.
Testo di supporto consigliato:
- Dario Benedetto, Mirko Degli Esposti, Carlotta Maffei, Matematica per le scienze della vita. Quarta edizione, CEA 2025, 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
- M.C. Whitlock, D. Schluter. Analisi statistica dei dati biologici, Zanichelli

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,
- M. Helmer Citterich, F. Ferrè, G. Pavesi, C. Romualdi, G. Pesole. Fondamenti di Bioinformatica. Zanichelli,

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 1 ora - 1 ora e 15 min, 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 al termine del corso di Matematica dedicata alla sola parte di Matematica, con metodica analoga a quella della prova d'esame completa. Non è prevista alcuna prova in itinere e, sia la prova parziale che quella totale sono dedicate all'esame delle competenze acquisite durante il ciclo di lezioni. Non è prevista alcuna prova orale.

Statistica e Informatica

Esame scritto della durata di 1 ora e 15 min, 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 una prova parziale al termine del corso di Statistica e Informatica dedicata alla sola parte di Statistica e Informatica, con metodica analoga a quella della prova d'esame completa. Non è prevista alcuna prova in itinere e, sia la prova parziale che quella totale sono dedicate all'esame delle competenze acquisite durante il ciclo di lezioni. 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: chiara.damiani@unimib.it

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ