UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# SYLLABUS DEL CORSO

## Analisi Numerica

**2526-3-E3501Q058**

### Obiettivi

Coerentemente con gli obiettivi formativi del Corso di Studio, l'insegnamento si propone di fornire allo studente le conoscenze di base, con un profondo supporto teorico, riguardanti le tematiche del corso (principalmente ottimizzazione, e anche discretizzazione di equazioni ordinarie). Verranno altresì fornite le competenze necessarie a comprendere, analizzare e confrontare con senso critico i vari metodi proposti, nonché implementarli al calcolatore.

Obiettivi formativi secondo i 5 Descrittori di Dublino

1. Conoscenza e capacità di comprensione
   Lo studente acquisirà una conoscenza di base, ma solida, degli strumenti dell'analisi numerica applicata all'ottimizzazione e alla risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie. Verranno forniti sia i fondamenti teorici sia esempi concreti di applicazione. Particolare attenzione sarà posta alla comprensione del comportamento e dei limiti dei metodi numerici.

2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione
   Lo studente sarà in grado di applicare i metodi studiati per risolvere problemi semplici di ottimizzazione (con e senza vincoli) e per discretizzare e risolvere equazioni differenziali ordinarie. Sarà inoltre in grado di implementare gli algoritmi in un ambiente di calcolo (come MATLAB) e di verificarne l'efficacia su esempi pratici.

3. Autonomia di giudizio
   Il corso stimola la capacità di valutare in modo critico i metodi numerici proposti, selezionando quelli più appropriati in base al problema specifico. Gli studenti svilupperanno un atteggiamento riflessivo nell'interpretare i risultati ottenuti numericamente, anche alla luce delle possibili instabilità o scelta di parametri coinvolti.

4. Abilità comunicative
   Gli studenti apprenderanno a descrivere con chiarezza le tecniche numeriche utilizzate e i risultati ottenuti,

utilizzando una corretta terminologia matematica e tecnica. Saranno in grado di presentare oralmente i risultati delle attività svolte, anche di laboratorio al calcolatore.

5. Capacità di apprendimento
   Al termine del corso, gli studenti avranno acquisito le competenze necessarie per affrontare autonomamente lo studio di metodi numerici più avanzati e per applicare quanto appreso in altri ambiti.

## Contenuti sintetici

La parte principale del corso tratta di problemi di ottimizzazione in R?, la cui risoluzione è un passaggio fondamentale in molti problemi di matematica applicata (in modo diretto o sovente attraverso la loro discretizzazione con metodi numerici). Si tratteranno il problema della ricerca di punti fissi e zeri, ricerca di minimi liberi e ricerca di minimi vincolati. Il corso avrà un supporto teorico rigoroso per l'analisi dei metodi considerati.

Inoltre, parte del corso sarà svolta in laboratorio informatico (MATLAB) con sviluppo di codici da parte degli studenti. Nella parte finale del corso verranno invece presentati i fondamenti per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie.

## Programma esteso

Tutti gli argomenti svolti in aula avranno anche una parte di sviluppo dei codici in laboratorio informatico (MATLAB). Alcuni laboratori consisteranno nell'approssimazione di problemi al continuo e dunque comporteranno anche un passaggio di "discretizzazione". Metodi iterativi di punto fisso, proprietà di convergenza locale e globale. Ricerca degli zeri, metodi quasi-Newton con diversi esempi, convergenza locale. Ricerca di minimi, metodi line search con diversi esempi, proprietà varie di convergenza, applicazione al caso della ricerca degli zeri. Ricerca di minimi vincolati, gradiente proiettato, condizioin Kuhn-Tucker, lagrangiana, metodo di Uzawa. Equazioni differenziali ordinarie, metodi a un passo con diversi esempi, teoria di convergenza e di stabilità asintotica.

## Prerequisiti

Sono sufficienti le normali conoscenze della laurea triennale in matematica.

## Modalità didattica

Didattica di tipo erogativo.
Lezioni in aula (a lavagna) e proiezione a schermo della attività di implementazione al computer.

## Materiale didattico

• C.T. Kelley, “Iterative methods for linear and nonlinear equations”, SIAM

• J. Nocedal, S.J. Wright, “Numerical Optimization”, Springer

• P.G. Ciarlet, “Introduction to numerical linear algebra and optimizations”, Cambridge Texts in Applied Math

• Dispense della parte su Eq. Diff. Ord.

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre.

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

L' esame di compone di un singolo orale, diviso in due parti. In una prima parte si discuterà un progetto di laboratorio (svolto individualmente), scelto dal docente tra quelli che lo studente ha deciso di portare all'esame (devono essere 3, a scelta dello studente tra quelli svolti in laboratorio durante l'anno). La seconda parte di tratta di un esame orale su tutte le tematiche svolte nel corso, per verificare se lo studente ha acquisito la conoscenza critica e operativa delle definizioni, dei risultati e delle loro dimostrazioni. Il peso relativo, sul voto finale, delle due parti, progetto e parte teorica, sono circa pari a 30% e 70% (entrambe dovendo essere sufficienti per passare l'esame). Nella discussione del progetto viene valutata la correttezza dei risultati e la comprensione dello studente circa gli aspetti pratici/computazionali del metodo utilizzato. Nella parte di esame teorico, vengono valutate principalmente la comprensione dell'argomento e il rigore matematico nel esporre i metodi e le relative dimostrazioni.

Non sono previste prove in itinere.

## Orario di ricevimento

Flessibile, previo appuntamento via email.

## Sustainable Development Goals