Insegnamento di: Metodi Numerici e Modelli Matematici

Classe di laurea: LM-40- Matematica	**Corso di Laurea in:** Matematica	**Anno accademico:** 2018/2019	
Denominazione inglese insegnamento: Numerical Methods and Modelling	**Tipo di insegnamento:** Obbligatorio	**Anno:** 1	**Semestre:** 1

Tipo attività formativa:	**Ambito disciplinare:**	**Settore scientifico-disciplinare:**	**CFU totali:** 7
Attività caratterizzante	Formazione Modellistico-Applicativa	MAT/08	di cui CFU lezioni: **4** CFU ese/lab/tutor:3

Modalità di erogazione, ore di didattica assistita ed ore dedicate allo studio individuale
ore di lezione: 40 ore di esercitazione/laboratorio/tutorato: 32
totale ore didattica assistita: 72
totale ore di studio individuale: 103

Lingua di erogazione:	**Obbligo di frequenza:**		
Italiano	no		
Docente: Luciano Lopez	**Tel**: +39 080 5442678 **e-mail:** luciano.lopez@uniba.it	**Ricevimento studenti:** Dip. Matematica piano II, stanza 15	**Giorni e ore ricevimento:** Mercoledi 11-13

Conoscenze preliminari: Conoscenze di base sui sistemi di equazioni differenziali, di Algebra Lineare e di Calcolo Numerico, di un linguaggio di programmazione, che si acquisiscono nella laurea triennale della classe L-35.

Obiettivi formativi: Acquisizione dei metodi e delle tecniche della matematica applicata per la simulazioni di modelli di evoluzione continui e discreti. Capacità di modellizzazione matematica di semplici fenomeni.

Risultati di apprendimento previsti

Conoscenza e capacità di comprensione:
Acquisizione di concetti fondamentali di analisi di modelli; punti di equilibrio stabilità, cicli limite, comportamenti per tempi lunghi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate:
Acquisizione di metodi per la simulazione dei modelli discreti e continui ed interpretazione dei risultati.

Autonomia di giudizio:
Capacità di valutare la corrispondenza dei modelli con la realtà che si vuole rappresentare ed eventualmente la capacità di modificarli.

Abilità comunicative:
Acquisizione del linguaggio matematico avanzato nella descrizione dei modelli e della loro simulazione.

Capacità di apprendere:
Acquisizione di metodi di apprendimento adeguati, attraverso l'uso sistematico di tesi, la risoluzione di esercizi e la simulazione al calcolatore di modelli.

Programma del corso

1. SISTEMI DINAMICI DISCRETI
Equazioni alle differenze del primo ordine e soluzione. Teoria delle equazioni lineari alle differenze di ordine k. Equazioni alle differenze omogenee. Metodi per il calcolo delle soluzioni. Il polinomio caratteristico: caso di radici distinte e radici coincidenti. Uso dello operatore p(E) e proprietà. Calcolo delle soluzioni particolari. Soluzioni di equilibrio di equazioni alle differenze e stabilità. Metodo delle serie formali. Metodo delle variazioni delle costanti. Sistemi lineari di equazioni alle differenze. Stabilità delle soluzioni di equazioni alle differenze. Metodo delle variazioni delle costanti. Funzioni di matrici e proprietà. Studio asintotico di A^n ed exp(tA). Modelli discreti: Modello discreto del cobweb semplice e completo. Modello di Lesley della dinamica di popolazioni. Modello degli indiani Natchez.

2. SISTEMI DINAMICI CONTINUI
Sistemi lineari autonomi di equazioni differenziali ordinarie: Matrice principale e sue proprietà. Concetti di continuità e di stabilità delle soluzioni rispetto a variazioni della condizione iniziale. Stabilità asintotica stabilità e instabilià di un punto di equilibrio; definizioni e teoremi per matrici diagonalizzabili e non. Sottospazi invarianti. Spazio stabile, instabile e centrale. Esempi: sistemi lineari autonomi planari; definzione di nodo, punto di sella, fuoco, centro. Sistemi

non lineari autonomi: Proprietà delle soluzioni. Differenziabilità rispetto alle condizioni iniziali. Punti di equilibrio e linearizzazione. Funzioni di Lyapunov. Esempi: pendolo matematico. Orbite periodiche e cicli limite. Oscillatore di Van der Pol. Comportamento del sistema per tempi lunghi. Teorema di Poincarè Bendixson (solo enunciato). Attrattori in R^3. Esempi: equazioni differenziali sul toro, sistema di Lorenz, attrattore di Roessler. Modelli continui: modelli di Malthus e Verhulst per la crescita di popolazioni. Modello di Lotka-Volterra. Modello di due specie in competizione. Modello di Darwin.

3. METODI RUNGE KUTTA.
Richiami su consistenza e convergenza. Errore locale e globale, maggiorazioni. Verifica dell'ordine di consistenza: grafico dell'errore in funzione del passo di discretizzazione. Stabilit`a lineare dei metodi Runge Kutta, funzione di stabilità, regione di assoluta stabilità. Metodi Runge-Kutta impliciti: esistenza della soluzione del sistema non lineare. Metodo delle iterazioni di punto fisso per la ricerca della soluzione del sistema non lineare: restrizioni sul passo. Metodo di Newton per la risoluzione del problema non lineare. Metodi Runge Kutta a passo variabile: scelta del passo di discretizzazione e stima dell'errore locale tramite metodi Runge Kutta embedded. Performance dei metodi espliciti a passo variabile. Comportamento qualitativo dei metodi numerici: esistenza di punti fissi spuri. Problemi stiff lineari e non lineari: confronto tra metodi a passo variabile espliciti e metodi di Gauss impliciti a passo variabile.

Metodi di insegnamento:
Lezioni ed esercitazioni in aula e laboratorio

Supporti alla didattica:
Attività di tutoraggio.

Controllo dell'apprendimento e modalità d'esame:
Simulazione individuale al calcolatore di problemi assegnati. Prova orale.

Testi di riferimento principali:

Per lo studio della teoria delle equazioni alle differenze:
V. Lakshmikantham, D. Trigiante, Theory of difference equations: numerical methods and applications, Academic Press Inc, 1988.

Per i modelli discreti:
D.G: Luemberger, Introduction to dynamic systems, J. Weley and Sons, 1979.

Per i modelli continui:
M. Braun, Differential Equations and Their Applications**:** An Introduction to Applied Mathematics: An Introduction to Applied Mathematics. Springer, 1983.

Per la simulazione numerica ed i metodi numerici:
J.D. Lambert, Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: The Initial Value Problem, Wiley Interscience, 1991.