


Programma del Modulo "Biomathematics"

- Codice: DT0262
- Tipo di corso: Opzionale (Laurea Magistrale in Ingegneria Matematica percorso Comune)
- Livello del corso: Lauree Magistrali
- Semestre: 1

Numero di crediti ECTS: (Laurea Magistrale in Matematica) 6 (carico 150 ore)

Docenti: Marco Di Francesco, Cristina Pignotti (pignotti@univaq.it)

1	Obiettivi del corso	1) Acquisire le basi nella modellistica matematica in dinamica delle popolazioni. 2) Provvedere ad una descrizione matematica di modelli di EDP in biologia delle popolazioni ed interpretare il comportamento qualitativo delle soluzioni. 3) Acquisire le nozioni di base di modelli in epidemiologia ed in cinetica delle reazioni chimiche. 4) Apprendere la modellistica matematica in dinamica delle popolazioni in ambienti eterogenei mediante EDP. 5) Conoscere modelli avanzati in biologia, come i modelli di chemiotassi o i modelli di dinamica strutturata. 6) Acquisire un solido background sulla matematica dei fenomeni di reazione-diffusione, sull'instabilità di Turing e sulla formazione di pattern.
2	Contenuti del corso e risultati formativi (descriptori di Dublino)	<p>Gli argomenti trattati nel corso comprendono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelli continui di popolazione per una specie. Modelli continui di crescita. Modelli con ritardo. Analisi lineare di modelli con ritardo: soluzioni periodiche. • Modelli continui per popolazioni interagenti. Modello preda-predatore. Sistema di Lotka-Volterra. Modelli realistici. Modelli di competizione: principio di esclusione competitiva. Modelli di mutualismo. • Modelli in cinetica delle reazioni. Azione di massa. Stime temporali e adimensionalizzazione. Analisi quasi stazionaria di Michaelis-Menten. • Dinamica delle malattie infettive: modelli epidemiologici e modelli di AIDS. Modelli semplici (SIR, SI) ed applicazioni pratiche. Modelli di malattie veneree. AIDS: modelli di trasmissione dell'HIV. • Modelli spazio-tempo: EDP in biologia. Equazioni di diffusione. Diffusione e random walk. La distribuzione Gaussiana. Proprietà regolarizzanti e di decadimento dell'operatore di diffusione. Diffusione nonlineare. • Reazione-diffusione per una singola specie. Equazione diffusiva di Malthus ed ampiezza critica dell'intervallo. Onde viaggianti. Equazione di Fisher-Kolmogorov. • Sistemi di reazione-diffusione. Onde multispecie in sistemi preda-predatore diffusivi. Instabilità di Turing. Formazione di pattern. • Modelli di chemiotassi. Diffusione vs chemiotassi: stabilità e instabilità. Stabilità e blow-up. Chemiotassi con diffusione nonlineare. Modelli con densità massimale. • Modelli di interazione nonlocale in biologia. Modelli matematici di swarm. Approssimazione con sistemi di particelle interagenti. Comportamento asintotico. • Dinamica strutturata. Un esempio in ecologia: competizione per risorse. Tratti continui. ESS in modelli continui. <p>Alla fine del corso, lo studente dovrebbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saper costruire semplici modelli matematici di dinamica di popolazioni in ambienti omogenei ed eterogenei, non solo nelle applicazioni biologiche, ma anche in contesti simili quali le scienze sociali. Conoscere il comportamento qualitativo di modelli di popolazione omogenei a più specie. Acquisire la capacità di interpretare semplici risultati matematici nei contesti applicativi di riferimento. Conoscere modelli matematici avanzati in biologia cellulare, in biologia delle popolazioni, in ecologia, e in chimica. Saper utilizzare strumenti base dell'analisi delle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali per determinare il comportamento asintotico delle soluzioni.
3	Prerequisiti	Analisi matematica di base (calcolo differenziale ed integrale in una e più variabili). Equazioni differenziali ordinarie. Nozioni di base in sistemi dinamici finito dimensionali.

		Metodi elementari di soluzione di equazioni alle derivate parziali lineari (separazione delle variabili).
4	Modalita' e lingua di insegnamento	Corso alla lavagna. Lingua: Inglese Testi/Bibliografia <ul style="list-style-type: none">• James D. Murray, <i>Mathematical Biology I: an introduction</i>. Springer.• James D. Murray, <i>Mathematical Biology II: Spatial models and biomedical applications</i>. Springer.• Benoit Perthame, <i>Transport equations in biology</i>. Birkaeuser.
5	Metodi di accertamento	Esame scritto a domande aperte sugli argomenti svolti nel corso. Le domande contengono problemi ed esempi matematici che devono essere risolti in modo rigoroso.