

# L-13 Scienze Biologiche

- **Calcolo e biostatistica + Metodi Matematici e Informatici per la Biologia**
- **Chimica generale e inorganica**
- **Fisica**

## **Calcolo e biostatistica (Modulo 1, 9 CFU) + Metodi Matematici e Informatici per la Biologia (Modulo 2, 3 CFU)**

<b>CdS</b>	<b>Scienze biologiche</b>
CFU	12
ore	120 (Modulo 1, 84 ore) (Modulo 2, 36 ore)
Semestre	Primo + secondo
Anno	Primo
Numeromedio di studenti	450-500 (totali)
Canalizzazione	4 canali
Referente del Gruppo di Lavoro Nominato un GdL del CdS: Gianluca Panati, Andrea Ciccioli, Roberto Maoli, Carla Cioni (Referente in qualità di Presidente CdS)	Gianluca Panati

### 1. RESOCONTO

#### **Calendario degli incontri**

*02/02/2022, 14/02/2022, 01/03/2022: incontri del GdL per impostare il lavoro e seguire gli stati di avanzamento. I componenti del GdL hanno inoltre avuto incontri intermedi con i docenti dei canali paralleli.*

*06/05/2022: terminata la compilazione delle schede insegnamento e delle tabelle syllabus concordate tra tutti i docenti dei canali paralleli, contenenti i suggerimenti dei docenti di materie affini di anni successivi (in particolare Fisica, Ecologia).*

*Da calendarizzare a settembre 2022 l'incontro collegiale con tutti i docenti CdS, i rappresentanti degli studenti, Preside e MD.*

#### **Criticità emerse**

*Criticità 1: Forte disomogeneità nella preparazione di base degli studenti.*

*Criticità 2: Il corso è molto concentrato sul primo semestre, con una certa sproporzione tra i contenuti al primo semestre e al secondo.*

*Criticità 3: Difficoltà a trovare docenti disponibili per la parte di MMIB.*

*Criticità 4: Presenza di studenti che seguono il corso senza sostenere l'esame, e spesso senza neppure frequentare il II modulo, in attesa di riprovare il test per l'ingresso ai corsi di Medicina.*

#### **Azioni correttive proposte**

Suggerimento 1: Tutor OFA e tutor disciplinari in servizio fin dall'inizio del corso. Utilizzare le prime sessioni di tutorato per recuperare e consolidare la conoscenza dei prerequisiti (vedi TABELLA SYLLABUS) degli studenti meno preparati.

Suggerimento 2: Secondo i docenti di Matematica, potrebbe essere utile rivedere l'attuale divisione in moduli, prevedendo ad esempio due moduli da 60 ore: Calcolo al primo semestre, Biostatistica e MMIB al secondo semestre. Dopo un confronto con la Presidente CAD, è emerso che tale proposta è difficilmente praticabile, in quanto renderebbe ancora più intenso un secondo semestre già pesante. Inoltre, visto che molti studenti immatricolati in SB richiedono nel secondo semestre l'applicazione dell'art. 6 per sostenere due esami fuori facoltà, si potrebbe rischiare un ulteriore calo nella fluidità dell'esame.

Suggerimento 3: Per incoraggiare gli studenti a superare le verifiche dei due moduli a breve distanza di tempo (e, conseguentemente, aumentare la fluidità nominale del corso) si prevede di stabilire un vincolo temporale alla validità del voto conseguito in ogni modulo. In particolare, si intende prevedere che la verifica del modulo MMIB debba avvenire nello stesso anno accademico della verifica del modulo CBS, ossia entro il 31 gennaio dell'anno solare successivo. Questa modifica, facilmente implementabile dai docenti del corso, incoraggerà gli studenti a vedere i due moduli come parti correlate di un medesimo insegnamento, apprezzando le interconnessioni tra gli argomenti. La modifica al regolamento d'esame sarà inserita nella scheda GOMP del corso a partire dall'anno accademico 2022/23.

#### Buone pratiche

- 1) Avvio delle lezioni a partire dal 1° ottobre quando sono state quasi completate le procedure dei subentri.
- 2) Prove in itinere.
- 3) Tutorato OFA e tutorato disciplinare durante lo svolgimento del corso
- 4) Organizzazione di precorsi di matematica di tipo B (base) nelle settimane 5-9 e 19-23 settembre 2022 (a cura di docenti delle scuole secondarie superiori) nell'ambito del Piano straordinario di orientamento e tutorato 2022-2023 della Facoltà di SMFN.

#### Note e commenti

### MODULO CBS

**Matematica di Base.** Numeri e operazioni algebriche; equazioni e disequazioni; rappresentazione geometrica dei numeri reali.

**Algebra lineare.** Vettori, rappresentazione geometrica, operazioni tra vettori. Matrici, sistemi di equazioni lineari e loro interpretazione geometrica.

**Calcolo.** Funzioni. Dominio e codominio di una funzione. Composizione di funzioni e funzione inversa. Lettura del grafico di una funzione. Funzioni lineari, esponenziali, logaritmiche: principali proprietà, rappresentazione grafica, utilizzo nella modellizzazione biologica. Grafici in scala logaritmica. Leggi a potenza e grafici in scala log-log.

Concetto di limite. Comportamento asintotico. Calcolo di limiti.

Rapporto incrementale e derivata di una funzione; significato geometrico di derivata, retta tangente. Approssimazione lineare delle funzioni. Regole di derivazione.

Teoremi di base del Calcolo Differenziale (Fermat, Rolle, Lagrange).

Crescenza e decrescenza di una funzione. Massimi e minimi.

Integrali definiti, significato geometrico e loro proprietà. Primitive. Teorema di Torricelli-Barrow/teorema fondamentale del calcolo. Calcolo di integrali per sostituzione e per parti.

**Probabilità e biostatistica.** Eventi casuali e probabilità: definizioni e proprietà fondamentali, eventi incompatibili. Probabilità uniforme. Probabilità condizionata, eventi indipendenti, formula di Bayes e test diagnostici. Ripetizioni di prove indipendenti e formula binomiale.

Variabili aleatorie: valore atteso, varianza, covarianza. Variabili aleatorie binomiali. Variabili aleatorie poissoniane. Variabili aleatorie continue, densità di probabilità, distribuzione di probabilità/probabilità cumulata. Variabili aleatorie uniformi, esponenziali, gaussiane. Legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale.

[OPZIONALE: Distribuzioni log-normali].

### MODULO MMIB

**Statistica descrittiva.** Variabili statistiche, frequenze e frequenze relative. Ortogrammi, istogrammi e altre rappresentazioni grafiche. Mediana e quantili, boxplot. Media aritmetica, varianza e deviazione standard. Covarianza e correlazione, retta di regressione.

**Introduzione alla statistica inferenziale.** Introduzione ai test statistici: test binomiale, z-test. Uso delle variabili normali nella statistica inferenziale. Test per le medie campionarie; test del chi-quadro per l'adattamento e per l'indipendenza.

Esempi rilevanti suggeriti

1. Tipi di crescita: lineare, esponenziale, logistica, con aspetti descrittivi e differenziali.
2. Concentrazioni e loro rappresentazione su assi logaritmici.
3. Leggi allometriche e loro rappresentazione in scala log-log
4. Test diagnostici
5. Distribuzioni spaziali poissoniane e non.
6. Distribuzioni log-normali delle concentrazioni.

## 2. TABELLA SYLLABUS

Nota esplicativa: Alcuni argomenti delle prime tre sezioni appaiono sia come prerequisiti che come argomenti richiesti nel programma d'esame. Si intende che la conoscenza elementare dell'argomento è presupposta come prerequisito, mentre una trattazione più approfondita del medesimo argomento è parte del programma del corso.

### 1. Matematica dibase

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Aritmetica	X			
Proporzioni e percentuali	X			
Equazioni di 1 e 2 grado	X			
Insiemi numerici	X			
Retta reale e piano cartesiano	X			
Geometria analitica nel piano e nello spazio	X	X		
Numeri complessi				X
Insiemistica e logica	X	X		

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Aritmetica	X			
Dimostrazioni dirette, per assurdo e per induzione	X	X		
Combinatoria		X		

## 2. Algebra lineare

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Vettori del piano e dello spazio		X		
Teoria degli spazi vettoriali				X
Calcolo con matrici				X
Determinante e rango				X
Sistemi lineari (2incognite)		X		
Forme quadratiche				X

## 3. Funzioni

	Prerequisito	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Iniettività, suriettività, invertibilità		X		
Operazioni elementari sui grafici		X		
Simmetrie, periodicità		X		
Monotonia		X		
Funzioni affini, equazioni e disequazioni		X		
Funzione valore assoluto		X		
Polinomi di secondo grado	X			
Potenze e radici ennesime		X		
Potenze con esponente reale		X		
Esponenziali		X		
Logaritmi		X		
Funzioni trigonometriche	X	X		
Formule trigonometriche	X	X		

## 4. Limiti

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Concetto di limite	X		
Limiti notevoli	X		
Comportamento asintotico	X	Ecologia (dinamica popolazioni)	
Successioni numeriche	X	Ecologia	
Serie numeriche	solocenni		
Asintoti			X
Continuità	X		
Classificazione delle discontinuità			X
Teoremi sulle funzioni continue (zeri, Weierstrass)	solo enunciati		
Uniforme continuità			X
Infiniti, infinitesimi, confronto	X		

## 5. Derivate

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Concetto di derivata	X	Fisica, Ecologia	
Calcolo delle derivate	X	Fisica, Ecologia	

Teoremi di base del Calcolo Differenziale (Fermat, Rolle, Lagrange)	X		
	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Convessità e concavità			X
Studio di funzione	X		
Teoremi avanzati del Calcolo Differenziale (del'Hopital, Taylor)			X

## 6. Integrali

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Integrali definiti	X		
Funzioni integrabili			X
Primitive	X		
Teorema fondamentale del calcolo integrale (vers. Torricelli-Barrow)	X		
Integrazione per parti	X		
Integrazione per sostituzione	X		
Integrazione delle funzioni razionali			X
Ulteriori metodi di integrazione			X
Volume di solidi di rotazione			X
Area di superfici di rotazione			X
Lunghezza di un grafico			X

## 7. Equazioni differenziali

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Teorema di esistenza e unicità generale			X
Lineari del primo ordine			X
Lineari del secondo ordine omogenee			X
Lineari del secondo ordine non omogenee			X
Variabili separabili			X
Solo qualche esempio applicativo (cinetica primo ordine, moto in campo gravitaz.)	vedi sotto	Fisica, Chimica, Ecologia	

**Note alla Sezione 7:** Al momento nel programma del corso non è previsto di menzionare le Equazioni Differenziali. Tuttavia, nello svolgimento del programma, si potrebbe ipotizzare di presentare [qualche esempio rilevante per le applicazioni alla Fisica e all'Ecologia](#) (es: equazione di Newton, equazione cinetica del primo ordine, ). Inoltre, visto nel corso di Chimica Generale Inorganica viene presentata l'[equazione di Schrödinger](#) stazionaria, potrebbe essere utile che gli studenti vedano in parallelo alcuni esempi di equazioni differenziali nel corso di Calcolo e Biostatistica. Da concordare tra i docenti dei corsi.

## 8. Biostatistica

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario
Eventi casuali e probabilità	X		
Probabilità condizionata e formula di Bayes	X		
Eventi indipendenti	X		
Ripetizioni di prove indipendenti e formula binomiale	X		
Variabili aleatorie: media, varianza, covarianza	X		
Distribuzioni discrete	X		
Distribuzioni continue	X		
Legge dei grandi numeri	X		
Teorema del limite centrale	enunciato		
Statistica descrittiva	X		

Test statistici	X		
Uso di R			X
Uso di Excel o software equivalente	X		

**Note di Panati alla Sezione 8:** Gli argomenti in blu sono stati aggiunti da me (Gianluca Panati): in base all'esperienza maturata in una decade di insegnamento a Calcolo e Biostatistica li ritengo fondamentali per un corretto sviluppo della parte di biostatistica. Per quanto riguarda l'utilizzo del software statistico (Excel/Open Office versus R), la scelta di R porrebbe poi il problema di trovare tutor (e forse docenti) in grado di utilizzarlo con competenza. Abbiamo quindi optato per continuare ad utilizzare Excel/OpenOffice/LibreOffice.

#### 9. Altro argomento da segnalare

	Richiesto	Argomenti correlati nel CdS	Non necessario

### 3. Esempi di esercizi d'esame/fogli di esercizi

#### Modulo 1: Calcolo e Biostatistica

La prova d'esame comprende una prova scritta, volta ad accertare le competenze di base, ed una prova orale. La **prova scritta**, della durata di 120 minuti, consiste di quesiti a risposta aperta, eventualmente preceduti da una preselezione mediante quesiti a risposta multipla.

La **prova orale** consiste in un colloquio di durata variabile che conduce – insieme alla prova scritta – alla definizione del voto complessivo del Modulo 1.

Sono previste due prove in itinere che, se superate con successo, permettono di accedere direttamente alla prova orale.

#### Modulo 2: Metodi Matematici e Informatici per la Biologia

L'esame consiste in un'unica **prova**, che prevede una parte scritta ed eventualmente esercizi da svolgersi con l'ausilio del calcolatore nel laboratorio informatico.

#### Determinazione del voto finale

Il voto finale è la media pesata dei voti ottenuti nei due moduli, con pesi proporzionali al numero di CFU (9/12 e 3/12 rispettivamente). Per ottenere la menzione di lode, è necessario aver ottenuto la menzione di lode nel Modulo 1 ed aver superato il Modulo 2 con almeno 30/30.

**IMPORTANTE:** La verifica del modulo MMIB deve avvenire **entro lo stesso anno accademico** della verifica del modulo CBS.

**Si riportano due esempi di prove d'esame.**

UNIVERSITÀ DI ROMA "LA SAPIENZA"  
CORSO DI CALCOLO E BIOSTATISTICA

Docente: G. Panati. Esemplio di prova d'esame

Cognome, nome: .....

Si risolvano i seguenti esercizi, scrivendo sul foglio i passaggi essenziali e le soluzioni.

**Es. 1.** Studiare qualitativamente la funzione di variabile reale

$$f(x) = \frac{x e^x}{1-x}$$

In particolare, determinare: dominio massimale di definizione, segno, comportamento asintotico (limiti) alla frontiera del dominio, punti stazionari e loro natura. Si tracci il grafico qualitativo.

**Es. 2.** Si calcoli l'area della regione del piano cartesiano compresa tra il semiasse positivo delle ascisse e il grafico della funzione

$$f(x) = x \ln x$$

dove  $\ln x$  indica il logaritmo naturale di  $x$ .

**Es. 3.** Uno studio sulla distribuzione degli orsi in un parco ha stabilito che ci sono, *in media*, 40 orsi ogni 1000 km<sup>2</sup> (dato ufficiale del PNALM). Si assuma che il numero di orsi per unità di superficie sia una variabile aleatoria con distribuzione di Poisson.

- (i) Qual' è la probabilità di trovare esattamente 2 orsi in una zona prefissata di area 10 km<sup>2</sup>?
- (ii) Consideriamo ora 5 diverse valli, aventi ciascuna un'area di 10 km<sup>2</sup>. Quale è la probabilità di "trovare almeno un orso" in *almeno* 4 delle 5 valli? Si assuma che le osservazioni in valli diverse siano indipendenti.

**LAUREA TRIENNALE in SCIENZE BIOLOGICHE**  
**Esempio di prova scritta di CALCOLO E BIostatistica**

**ESERCIZIO 1.** Si studi qualitativamente la funzione

$$f(x) = xe^{-x^2}$$

In particolare si determinino: dominio massimale di definizione, segno, intersezioni con gli assi, comportamento asintotico, eventuali punti stazionari (specificandone la natura). Si tracci inoltre un grafico qualitativo.

**ESERCIZIO 2.** Date le funzioni  $f(x) = 4e^{2x}$  e  $g(x) = 4$  rappresentare graficamente la superficie delimitata dai loro grafici e dalla retta  $x = 2$ . Calcolare l'area di tale superficie. (Il simbolo  $e$  indica il numero di Nepero).

**ESERCIZIO 3.** In una città italiana, ogni anno nevicata *mediamente* 2 volte. E' più probabile che nevichi meno di due volte, oppure che nevichi più di 3 volte.

**ESERCIZIO 4.** Un dado viene truccato in modo che, in un singolo lancio, la probabilità di ottenere un numero pari è uguale a 70%. Si eseguono cinque lanci consecutivi indipendenti. Calcolare:

- (i) la probabilità che nei cinque lanci escano sempre numeri pari;
- (ii) la probabilità che nei cinque lanci escano almeno due numeri dispari;
- (iii) si consideri ora un gioco in cui si vincono 2 monete se esce numero pari, mentre si perde una moneta se esce un numero dispari; sia  $V$  la variabile aleatoria che corrisponde alla vincita nei cinque lanci; calcolare il valore atteso di  $V$ .