

MATEMATICA PER LE SCIENZE DELLA VITA

DARIO BENEDETTO

Sapienza, Università di Roma

MIRKO DEGLI ESPOSTI

Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

CARLOTTA MAFFEI

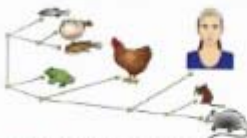
Sapienza, Università di Roma



CASA EDITRICE AMBROSIANA



BOX 1.1 GLI ALFABETI DELLA GENETICA 16



BOX 1.2 LA DISTANZA TRA LE SPECIE E GLI ALBERI FIOLOGENETICI 56



BOX 2.1 LA CEMICITASSI 65



BOX 2.2 LE LEVE NEL CORPO UMANO 91



BOX 3.1 D'ARCY THOMPSON E LA MORFOGENESI 106

INDICE

dei capitoli e dei box

PREMESSE

1

1 INSIEMI E NUMERI

11

- 1.1 Insiemi 11
 - 1.2 Operazioni con gli insiemi 18
 - 1.3 L'arte del contare: l'analisi combinatoria 23
 - 1.4 Numeri 33
 - 1.5 Misurare le quantità: i numeri nella pratica scientifica 42
 - 1.6 Rappresentazione geometrica dei numeri 48
- Esercizi 57

2 VETTORI

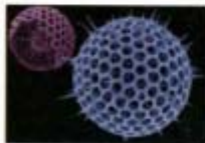
59

- 2.1 Dai numeri ai vettori 59
 - 2.2 Operazioni con i vettori 66
 - 2.3 La direzione dei vettori: angoli e trigonometria 75
 - 2.4 Prodotto scalare 81
 - 2.5 Vettori e geometria: rette, piani e sistemi di equazioni lineari 92
- Esercizi 97

3 MATRICI E TRASFORMAZIONI

101

- 3.1 Matrici e trasformazioni 101
 - 3.2 Operazioni con le matrici 113
 - 3.3 Trasformazioni inverse 120
 - 3.4 Il determinante di una matrice 124
 - 3.5 Autovalori e autovettori 130
- Esercizi 135



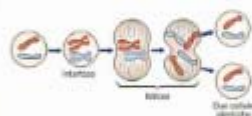
BOX 3.2 SIMMETRIE NEGLI ORGANISMI 109



BOX 4.1 GENI E AMBIENTE NELLO SVILUPPO DEGLI ORGANISMI 1-44



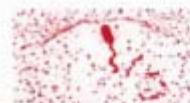
BOX 4.2 NEURONI 157



BOX 5.1 LE CELLULE E IL PROCESSO DI DIVISIONE CELLULARE 119



BOX 5.2 FORMA, DIMENSIONE E VITA 209



BOX 6.1 I BATTERI E I LORO MECCANISMI RIPRODUTTIVI 211

4 LA FORMA MATEMATICA DEI FENOMENI NATURALI 139

- 4.1 Fenomeni e modelli 139
 - 4.2 Funzioni 141
 - 4.3 La lunga storia dell'idea di funzione 148
 - 4.4 Il grafico di una funzione 149
 - 4.5 Traslazioni e simmetrie 158
 - 4.6 Esplorare i grafici: funzioni crescenti e decrescenti, massimi e minimi 161
 - 4.7 Funzioni composte 164
 - 4.8 Funzioni di più variabili 171
- Esercizi 175

5 FENOMENI COMPLESSI E FUNZIONI ELEMENTARI 179

- 5.1 Il mondo delle leggi lineari 179
 - 5.2 Leggi quadratiche: corpi in caduta e sangue nelle vene 193
 - 5.3 Funzioni potenza e dimensioni della vita 202
- Esercizi 212

6 LE FUNZIONI DELLA DINAMICA DELLE POPOLAZIONI E DEI RITMI BIOLOGICI 215

- 6.1 Funzioni esponenziali 215
 - 6.2 Logaritmi 224
 - 6.3 Perché il logaritmo è così importante 231
 - 6.4 Le funzioni periodiche e il ritmo della vita 235
 - 6.5 Funzioni trigonometriche inverse 244
 - 6.6 Onde 246
- Esercizi 253



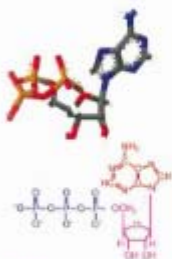
BOX 6.2 LA DINAMICA DELLE POPOLAZIONI MALTHUSIANE 225



BOX 6.3 ELETTROFISIOLOGIA 350



**BOX 7.1 | NUMERI DI FIBONACCI
IN BOTANICA 290**



BOX 8.1 REAZIONI CHIMICHE 338



**BOX 9.2 EPIDEMIE E MODELLI
MATEMATICI 340**

7 PREVEDERE IL FUTURO LONTANO

7.1	Il problema del comportamento asintotico	257
7.2	Calcolare i limiti	257
7.3	Velocità di divergenza e di convergenza	263
7.4	Limiti al finito	268
7.5	Successioni e serie	273
7.6	Leggi di ricorrenza	278
7.7	Leggi di ricorrenza	282
7.7	Dinamiche di popolazioni strutturate	288
	Esercizi	293

8 LE LEGGI DEL CAMBIAMENTO

8.1	Tasso di variazione e variazione istantanea	297
8.2	Le regole per derivare	303
8.3	Derivate: istruzioni per l'uso	310
8.4	Derivate di ordine superiore e formula di Taylor	319
8.5	Calcolo differenziale in più variabili	323
8.6	Modelli di evoluzione con tempo continuo	329
8.7	Sistemi di equazioni differenziali	336
	Esercizi	343

9 INTEGRALI

9.1	Dalla derivata alla funzione	347
9.2	Il calcolo infinitesimale dai Greci ai moderni	347
9.3	Integrare	357
9.4	Differenziare	359
9.5	Metodi di integrazione	364
9.5	Metodi di integrazione	368
9.6	Altri integrali	376
	Esercizi	387



BOX 9.3 ENTROPIA E ORDINE IN NATURA 386



BOX 10.1 GENI, GENOTIFI, FENOTIFI
E LEGGI DI MENDEL 408



BOX 11.1 GLI OROLOGI
DELLA GENETICA 472



BOX 12.1 VARIAZIONE
ED EVOLUZIONE 494

10	I CASI DELLA VITA	391
10.1	Fenomeni casuali	391
10.2	La fortuna e la rovina del cavaliere de Méré	397
10.3	Il calcolo delle probabilità	399
10.4	Il gioco degli alleli	410
10.5	Probabilità condizionate	413
	Esercizi	422
11	MODELLI PER L'INCERTEZZA	427
11.1	La distribuzione binomiale	427
11.2	Media di una variabile aleatoria	434
11.3	Varianza e deviazione standard	439
11.4	Distribuzioni discrete	442
11.5	Variabili continue	451
11.6	Distribuzione normale o gaussiana	460
11.7	Probabilità e genetica di popolazione	466
	Esercizi	477
12	DATI E IPOTESI	481
12.1	Dati statistici	481
12.2	Riassumere i dati in pochi numeri	485
12.3	Dal campione alla popolazione	498
12.4	Ipotesi statistiche	506
12.5	Correlazione tra variabili	514
	Esercizi	525
	SOLUZIONI DEGLI ESERCIZI	529
	INDICE DEGLI ESEMPI APPLICATIVI	589
	FONTI ICONOGRAFICHE	591
	INDICE ANALITICO	593