UNIVERSITA' D. STUDI DI TRENTO
BIBLIOTECA

Sergio Raffi - Enrico Serpagli

INTRODUZIONE ALLA PALEONTOLOGIA

UTET

SOMMARIO

1. LA DISCIPLINA DELLA PALEONTOLOGIA . . . . . p. 1

1.1. **Fossili e biosfera** . . . . . » 1
1.1.1. Origine del Sistema Solare e della Terra . . . . . » 1
1.1.2. La Terra si differenzia dagli altri pianeti del Sistema Solare per la presenza della biosfera . . . . . » 1
1.1.3. Cenni sull'evoluzione della biosfera . . . . . » 2
1.1.4. I fossili documentano la storia della biosfera . . . . . » 2
1.2. **Breve storia della Paleontologia** . . . . . » 3
1.2.1. La scoperta dei fossili . . . . . » 3
1.2.2. Teoria della genesi inorganica . . . . . » 4
1.2.3. Teoria della genesi organica . . . . . » 6
1.2.4. L'introduzione del metodo di nomenclatura binomia . . . . . » 9
1.2.5. La scoperta «ufficiale» degli strati . . . . . » 10
1.2.6. Il superamento della Teoria Diluviale . . . . . » 12
1.2.7. Il problema dell'età della Terra . . . . . » 12
1.2.8. Fossili e strati . . . . . » 15
1.2.9. Paleontologia e Scienze Geologiche . . . . . » 17
Finestra 1.1. Uniformismo e catastrofismo . . . . . » 18
1.2.10. Fossili ed evoluzione: inizio di un binomio . . . . . » 20
1.3. **Paleontologia, Geologia e Biologia** . . . . . » 21
1.4. **La Paleontologia e le sue parti** . . . . . » 22
1.5. **Le applicazioni della Paleontologia** . . . . . » 23
Guida bibliografica » 24

2. TAFONOMIA . . . . . » 25

2.1. **Considerazioni generali** . . . . . » 25
2.1.1. Introduzione . . . . . » 25
2.2. **Sostanze che costituiscono gli organismi viventi** . . . . . » 29
2.2.1. Generalità . . . . . » 29
2.2.2. Le parti non mineralizzate . . . . . » 30
2.2.3. Le parti mineralizzate . . . . . » 30
2.3. **Morte degli organismi** . . . . . » 32
2.4. **Processi biostratinomici** . . . . . » 37
2.4.1. Necrolisi . . . . . » 37
2.4.2. Bioerosione . . . . . » 46
2.4.3. Dissoluzione prediagenetica . . . . . » 48
2.4.4. Trasporto . . . . . » 53
2.4.5. Prefossilizzazione . . . . . » 64
Finestra 2.1. Determinazione dell'ostracomassa . . . . . » 66
2.5. **Seppellimento** . . . . . » 67
2.5.1. Seppellimento in detriti minerali . . . . . » 68
2.5.2. Inglobamento in detriti organici . . . . . » 71

2.5.3. Inglobamento in fluidi . . . . . p. 72
2.5.4. Incrostazione . . . . . » 76
2.6. **Processi di fossilizzazione** . . . . . » 78
2.6.1. Fossilizzazione della materia organica . . . . . » 78
Finestra 2.2. L'uomo fossile della Val Senales . . . . . » 86
2.6.2. Fossilizzazione delle parti mineralizzate . . . . . » 94
Finestra 2.3. I giacimenti fossiliferi eccezionali (Fossil-Lagerstätten) . . . . . » 106
2.6.3. Deformazioni dei fossili . . . . . » 109
Guida bibliografica . . . . . » 111

3. LA SCIENZA DELLA CLASSIFICAZIONE . . . . . » 113

3.1. **Introduzione** . . . . . » 113
3.2. **Sistematica, tassonomia, classificazione e nomenclatura: definizioni** . . . . . » 114
3.3. **Gerarchia delle categorie tassonomiche** . . . . . » 114
3.4. **La nomenclatura** . . . . . » 117
3.4.1. Alcune regole fondamentali di nomenclatura . . . . . » 117
Finestra 3.1. Alcuni casi di sinonimia e di omonimia . . . . . » 118
3.5. **Paratassonomia** . . . . . » 120
3.6. **Le specie** . . . . . » 122
3.6.1. La specie in paleontologia . . . . . » 123
3.6.2. La variabilità intraspecifica e l'identificazione della specie in paleontologia . . . . . » 124
3.7. **Tassonomia e filogenesi** . . . . . » 127
3.8. **La scelta dei caratteri per classificare: omologia ed analogia degli organi** » 128
3.9. **Gruppi monofiletici e polifiletici** . . . . . » 130
3.10. **Le diverse scuole tassonomiche** . . . . . » 132
3.10.1. Tassonomia evolutiva . . . . . » 132
3.10.2. La tassonomia filogenetica o cladismo . . . . . » 133
3.10.3. Tassonomia numerica . . . . . » 136
3.10.4. Osservazioni conclusive sulle tre scuole tassonomiche . . . . . » 137
Guida bibliografica . . . . . » 138

4. FOSSILI ED EVOLUZIONE . . . . . » 139

4.1. **Introduzione** . . . . . » 139
4.2. **Adattamento e diversità** . . . . . » 140
Finestra 4.1. Prove neontologiche dell'evoluzione: elogio dell'imperfezione . . » 141
4.3. **Discendenza con modificazione** . . . . . » 143
4.4. **La teoria evolutiva di Lamarck e i neolamarckisti** . . . . . » 143
Finestra 4.2. La crociera del Beagle: la scoperta dell'evoluzione . . . . . » 145
4.5. **La teoria evolutiva di C. Darwin: «Discendenza con modificazione attraverso la selezione naturale»** . . . . . » 148
4.6. **La selezione naturale e la trasmissione dei caratteri** . . . . . » 150
Finestra 4.3. Da Mendel alla scoperta dei geni . . . . . » 151
4.7. **I depositari del programma genetico ereditario** . . . . . » 155
4.8. **Origine delle variazioni: mutazioni genetiche, cromosomiche e poliploidia** » 155
Finestra 4.4. Cenni sul DNA, il programma della vita . . . . . » 156
Finestra 4.5. Neolamarckismo e teoria sintetica . . . . . » 158
4.9. **Riproduzione sessuata e asessuata** . . . . . » 159
4.10. **Genotipo, fenotipo e selezione naturale** . . . . . » 160
Finestra 4.6. La deriva genetica . . . . . » 161
4.11. **Microevoluzione** . . . . . » 162
4.11.1. Popolazione e selezione naturale . . . . . » 162
4.11.2. Il problema dell'origine delle specie . . . . . » 166
4.11.3. Origine di specie nuove secondo la teoria sintetica e la teoria degli equilibri intermittenti . . . . . » 168
4.12. **Macroevoluzione** . . . . . » 168
4.12.1. L'origine dei gruppi tassonomici e la macroevoluzione . . . . . » 182

4.12.2. Macroevoluzione, teoria sintetica e teoria della «selezione delle specie» . . . p. 183
4.12.3. Origine di nuovi schemi organizzativi . . . » 185
4.12.4. Limitazioni e tendenze evolutive . . . » 191
4.12.5. Irreversibilità dei fenomeni evolutivi . . . » 207
Finestra 4.7. Ontogenesi e filogenesi . . . » 208
4.12.6. Andamento della diversità tassonomica nel tempo . . . » 209
4.12.7. Tasso di evoluzione e fossili viventi . . . » 209
4.12.8. Estinzioni . . . » 212
4.12.9. Le radiazioni adattative . . . » 215
4.13. **Breve sintesi e osservazioni conclusive** . . . » 216
Guida bibliografica . . . » 217

5. L'ORIGINE DELLA BIOSFERA E L'EVOLUZIONE DELLE PRIME FORME DI VITA . . . » 219

5.1. **Premessa** . . . » 219
5.2. **Le ipotesi dell'origine improvvisa della vita** . . . » 219
5.3. **Le teorie dell'evoluzione precellulare (o dell'origine «lenta» della vita)** . . . » 221
5.3.1. La teoria organica . . . » 221
Finestra 5.1. L'esperienza di Miller . . . » 222
5.3.2. Alcune definizioni . . . » 225
5.3.3. Le vie metaboliche . . . » 227
5.3.4. La teoria minerale . . . » 232
5.3.5. Alternative allo scenario dell'oceano primordiale . . . » 233
Finestra 5.2. I vents idrotermali . . . » 235
5.4. **Le teorie dell'evoluzione cellulare (l'origine degli eucarioti)** . . . » 237
5.5. **I documenti fossili della vita primordiale** . . . » 240
5.5.1. Introduzione . . . » 240
Finestra 5.3. Stratigrafia del Precambriano e del Cambriano inferiore . . . » 241
Finestra 5.4. Le stromatoliti . . . » 243
5.5.2. La vita nell'Archeano (4.000-2.500 m.a.) . . . » 246
5.5.3. La vita nel Proterozoico inferiore (2.500-1.600 m.a.) . . . » 252
5.5.4. La vita nel Proterozoico medio e superiore (1600-570 m.a.) . . . » 255
5.6. **Riflessioni sulla comparsa della pluricellularità** . . . » 267
5.7. **Il passaggio evolutivo Precambriano/Cambriano** . . . » 270
5.8. **L'origine delle parti dure mineralizzate** . . . » 276
Guida bibliografica . . . » 280

6. FOSSILI E PALEOAMBIENTI . . . » 281

6.1. **Introduzione** . . . » 281
6.2. **Ecologia** . . . » 281
6.2.1. Elementi di ecologia . . . » 282
6.3. **La paleoecologia** . . . » 282
6.4. **Paleontologia, paleoecologia, biologia e geologia** . . . » 284
6.5. **Paleoecologia marina e paleoecologia continentale** . . . » 284
6.6. **Origine della paleoecologia marina** . . . » 285
6.7. **Obiettivi della paleoecologia marina** . . . » 285
6.8. **Ambienti marini attuali e zonazione verticale** . . . » 286
6.8.1. La zonazione verticale dell'ambiente pelagico . . . » 286
6.8.2. La zonazione verticale dell'ambiente bentonico . . . » 287
6.9. **I modi di vita degli organismi marini** . . . » 291
6.9.1. La mobilità . . . » 291
6.9.2. Trofismo . . . » 292
6.10. **I fattori che controllano la distribuzione degli organismi marini** . . . » 296
6.10.1. Il substrato . . . » 296
6.10.2. Correnti e turbolenza . . . » 303
6.10.3. Temperatura . . . » 305

6.10.4. Salinità . . . . . p. 307
6.10.5. Tenore di ossigeno . . . . . » 311
6.10.6. Nutrienti . . . . . » 311
6.10.7. Profondità . . . . . » 312
6.11. **Uniformismo tassonomico** . . . . . » 313
6.12. **Morfologia funzionale** . . . . . » 314
Finestra 6.1. Introduzione all'autoecologia dei bivalvi . . . . . » 319
6.13. **Popolazioni e paleoambienti** . . . . . » 321
6.13.1. Modo e velocità di crescita delle popolazioni . . . . . » 322
6.13.2. La struttura delle popolazioni . . . . . » 326
6.13.3. Variabilità morfologica nell'ambito della popolazione . . . . . » 327
6.14. **Sinecologia** . . . . . » 328
6.14.1 Introduzione . . . . . » 328
Finestra 6.2. Mutualismo e commensalismo . . . . . » 330
6.14.2. Dalle associazioni viventi alle associazioni fossili . . . . . » 331
6.14.3. Identificazione delle comunità fossili . . . . . » 335
6.14.4. Il campionamento . . . . . » 336
6.14.5. Composizione tassonomica e deduzioni paleoambientali . . . . . » 338
6.14.6. Analisi delle caratteristiche strutturali delle comunità . . . . . » 339
6.15. **Bionomia bentonica e paleoecologia: un approccio pragmatico per le ricostruzioni paleoambientali** . . . . . » 346
6.15.1. Introduzione . . . . . » 346
6.15.2. Integrazione della zonazione idrodinamica con quella della Scuola di Endoume . . . . . » 347
6.16. **Organismi costruttori e ambiente di scogliera** . . . . . » 351
6.16.1. Introduzione . . . . . » 351
6.16.2. Definizione di scogliera . . . . . » 352
6.16.3. Le scogliere coralline attuali . . . . . » 352
6.16.4. Le comunità di scogliera . . . . . » 359
6.16.5. Le scogliere del passato . . . . . » 362
Guida bibliografica . . . . . » 364

7. PALEOICNOLOGIA . . . . . » 365

7.1. **Introduzione** . . . . . » 365
7.2. **Fossilizzazione delle tracce fossili** . . . . . » 369
7.3. **Classificazione e nomenclatura delle tracce fossili** . . . . . » 372
7.3.1. Domichnia (Strutture di abitazione) . . . . . » 376
7.3.2. Fodinichnia (Strutture di nutrizione) . . . . . » 379
7.3.3. Pascichnia (Tracce di pascolo) . . . . . » 381
7.3.4. Agrichnia (Strutture e trappole agroalimentari) . . . . . » 383
7.3.5. Cubichnia (Tracce di riposo) . . . . . » 386
7.3.6. Repichnia (Tracce di reptazione) . . . . . » 390
7.3.7. Equilibrichnia (Strutture di riequilibrio) . . . . . » 399
7.3.8. Fugichnia (Strutture di fuga) . . . . . » 400
7.3.9. Praedichnia (Tracce di predazione) . . . . . » 400
7.4. **Altre strutture** . . . . . » 401
7.5. **Implicazioni paleobiologiche delle tracce fossili** . . . . . » 402
7.6. **Importanza paleoambientale delle tracce fossili** . . . . . » 403
7.7. **Significato stratigrafico e paleobiogeografico** . . . . . » 409
7.8. **Tracce fossili e sedimentologia** . . . . . » 411
Finestra 7.1. La bioturbazione . . . . . » 414
Guida bibliografica . . . . . » 417

8. FOSSILI E STRATIGRAFIA . . . . . » 419

8.1. **Introduzione** . . . . . » 419
8.2. **Definizione e obiettivi della stratigrafia** . . . . . » 419
8.3. **Procedure stratigrafiche** . . . . . » 421

8.3.1. La correlazione stratigrafica . . . . . p. 422
8.3.2. La classificazione stratigrafica . . . . . » 423
8.3.3. Gli stratotipi . . . . . » 425
8.4. **Litostratigrafia e unità litostratigrafiche** . . . . . » 426
8.4.1. Correlazioni litostratigrafiche . . . . . » 428
8.4.2. Dalla litostratigrafia alla stratigrafia dinamica . . . . . » 429
Finestra 8.1. La facies . . . . . » 430
Finestra 8.2. Cronologia relativa e «assoluta» . . . . . » 438
8.5. **La biostratigrafia** . . . . . » 438
8.5.1. Le unità della biostratigrafia . . . . . » 439
8.5.2. La correlazione biostratigrafica . . . . . » 445
Finestra 8.3. Ecostratigrafia ed ecobiostratigrafia . . . . . » 451
Finestra 8.4. La stratigrafia olocenica del Mar Baltico . . . . . » 452
Finestra 8.5. La diversa localizzazione da parte degli autori del LAD di *Calcydiscus macintyrei* e del FAD di *Gephyrocapsa oceanica* nella sezione plio-pleistocenica di Vrica . . . . . » 461
Finestra 8.6. Correlazione delle successioni marine con quelle continentali: il caso del Plio-Pleistocene mediterraneo . . . . . » 463
Finestra 8.7. Biozone e unità faunistiche . . . . . » 464
8.6. **I metodi fisici e chimici della stratigrafia e le loro relazioni con la biostratigrafia** . . . . . » 467
8.6.1. Datazioni radiometriche . . . . . » 467
8.6.2. La magnetostratigrafia . . . . . » 472
Finestra 8.8. Biostratigrafia, biocronologia e magneto-biocronologia . . . . . » 480
Finestra 8.9. Correlazione delle zone di magnetopolarità con la scala temporale delle inversioni di magnetopolarità: il caso della sezione di Vrica, stratotipo del limite Plio-Pleistocene . . . . . » 481
8.6.3. Stratigrafia con gli isotopi stabili e biostratigrafia . . . . . » 482
Finestra 8.10. Gli isotopi dello stronzio . . . . . » 487
8.7. **Cronostratigrafia, geocronologia e scala cronostratigrafica (o geocronologica) standard globale** . . . . . » 488
8.7.1. Premessa . . . . . » 488
8.7.2. Definizione e obiettivi della cronostratigrafia . . . . . » 490
8.7.3. La Scala Cronostratigrafica (o Geocronologica) Standard Globale . » 491
8.7.4. Unità cronostratigrafiche e geocronologiche . . . . . » 492
8.7.5. Definizione pratica delle unità cronostratigrafiche standard globali . . . . . » 494
Finestra 8.11. La suddivisione stratigrafica del Terziario . . . . . » 503
8.7.6. Le correlazioni cronostratigrafiche . . . . . » 504
8.7.7. Geocronometria, Geocronologia e Cronostratigrafia . . . . . » 504
Guida bibliografica . . . . . » 505

9. LA DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI FOSSILI . . . . . » 507

9.1. **Introduzione: la biogeografia e le sue parti** . . . . . » 507
9.2. **La biogeografia storica: dispersione e vicarianza** . . . . . » 508
9.2.1. Il modello della dispersione . . . . . » 508
9.2.2. Il modello della vicarianza . . . . . » 509
Finestra 9.1. I cladogrammi biologici di aree geografiche . . . . . » 511
9.2.3. Alcune riflessioni conclusive . . . . . » 512
9.3. **La biogeografia ecologica** . . . . . » 513
Finestra 9.2. La teoria dell'equilibrio di McArthur & Wilson . . . . . » 514
Finestra 9.3. Catene alimentari e biogeografia . . . . . » 516
9.4. **Migrazioni e dispersioni** . . . . . » 521
9.4.1. Modalità del fenomeno . . . . . » 521
9.4.2. Tempi di diffusione . . . . . » 523
9.5. **La diffusione degli organismi nei principali modelli** . . . . . » 525
9.5.1. La diffusione degli organismi nel modello della dispersione . . . . » 525
9.5.2. La diffusione degli organismi nel modello della vicarianza . . . . . » 527

9.6. **Regioni biogeografiche e paleobiogeografiche** . . . . . p. 527
9.7. **Tettonica delle placche e paleobiogeografia** . . . . . » 529
9.8. **Strategie in paleobiogeografia** . . . . . » 531
9.9. **Alcuni casi «Classici» di paleobiogeografia** . . . . . » 532
9.9.1. Gli oceani Giapetico e Reico: due antichi oceani scomparsi . . . . » 532
Finestra 9.4. La storia dell'Oceano Reico: un'ipotesi alternativa . . . . . » 540
9.9.2. Il Continente di Gondwana . . . . . » 541
9.9.3. La distribuzione disgiunta dei fusulinidi tetidei . . . . . » 552
9.9.4. Le orbitoline e la rotazione della Sardegna . . . . . » 554
9.9.5. Il lungo viaggio della penisola indiana e le sue faune continentali . » 556
9.9.6. L'evoluzione dei marsupiali e il distacco dell'Australia . . . . . » 559
9.9.7. La Tetide . . . . . » 564
9.9.8. Il ponte filtrante centroamericano . . . . . » 574
9.9.9. Le migrazioni dei mammiferi nell'emisfero settentrionale . . . . . » 580
9.9.10. Biogeografia storica delle flore continentali (Cenni di paleofitogeografia) . . . . . » 585
9.10. **Paleobiogeografia e faune insulari** . . . . . » 591
9.10.1. Generalità e definizioni . . . . . » 591
9.10.2. Peculiarità delle faune insulari . . . . . » 592
9.10.3. Cause dell'adattamento all'ambiente insulare . . . . . » 593
9.10.4. Modalità di popolamento delle isole . . . . . » 594
9.10.5. Biogeografia storica di alcune isole continentali del Mediterraneo . » 596
9.10.6. Isole fossili . . . . . » 600
Guida bibliografica . . . . . » 602
Bibliografia generale . . . . . » 603
Indice analitico . . . . . » 639