

## Indice generale

### *Capitolo 1*

- 1 **Definizione e revisione della struttura  
della teoria dell'evoluzione**

### *Parte I. Capitoli 2-7*

- 123 **Storia della logica darwiniana  
e del darwinismo**

### *Parte II. Capitoli 8-12*

- 739 **Verso una teoria dell'evoluzione  
riveduta e ampliata**
- 1681 Nota del curatore
- 1683 Bibliografia
- 1723 Indice dei nomi



## Indice dettagliato

### *Capitolo I*

- 1 **Definizione e revisione della struttura della teoria dell'evoluzione**
- 1 Ogni teoria ha bisogno di un'idea e di una storia
- 15 La struttura della teoria dell'evoluzione.  
Revisione delle tre caratteristiche centrali della logica darwiniana
- 32 *Apologia Pro Vita Sua*
- 32 Ogni cosa ha il suo momento
- 43 Un'odissea personale
- 64 Riassunto di un lungo svolgimento
- 64 Livelli di originalità potenziale
- 71 Compendio di un lungo ragionamento
  
- 123 **Parte I. Storia della logica darwiniana e del darwinismo**

### *Capitolo II*

- 125 **L'essenza del darwinismo e la base dell'ortodossia moderna:  
una esegesi de *L'origine delle specie***
- 125 Rivoluzione nel piccolo

- 130 Darwin come metodologo storico  
 130 Un lungo ragionamento  
 132 Il problema della storia
- 137 Un quadruplice sistema metodologico per la deduzione dalla storia
- 153 Darwin filosofo rivoluzionario  
 153 Le cause dell'armonia della natura  
 153 Darwin e William Paley  
 160 Darwin e Adam Smith  
 164 Il primo tema: l'organismo quale agente della selezione  
 179 Il secondo tema: la selezione naturale come forza creativa  
 183 I requisiti della variazione  
 Abbondante (183); Di piccola entità (186); Non direzionale (187);  
 189 Il gradualismo  
 201 Il programma adattazionista  
 206 Il terzo tema: il bisogno uniformitarista dell'estrapolazione;  
 l'ambiente come ciò che permette il cambiamento
- 211 Valutazioni d'importanza

### *Capitolo III*

- 219 **I semi della gerarchia**
- 219 Lamarck e la nascita dell'evoluzionismo moderno  
 in una teoria a due fattori  
 219 I miti di Lamarck  
 224 Lamarck come fonte  
 226 La teoria a due fattori di Lamarck: fonti per le due parti  
 226 Il primo insieme di idee: ambiente e adattamento  
 231 Il secondo insieme di idee: progresso e tassonomia  
 234 Differenze tra i due insiemi di forze

- 239 La teoria a due fattori di Lamarck:  
la distinzione gerarchica di progresso e deviazione
- 244 Antinomie nella teoria a due fattori
- 247 Un interludio sulla reazione di Darwin
- 254 Nessuna *Allmacht* (onnipotenza) senza distinzione gerarchica:  
Weismann e la selezione a livello germinale
- 254 L'*Allmacht* della selezione
- 258 Il ragionamento di Weismann su Lamarck e l'*Allmacht* della selezione
- 260 Il problema della degenerazione e l'impulso di Weismann  
alla selezione a livello germinale
- 267 Alcuni antecedenti alla teoria gerarchica  
nel pensiero evoluzionistico tedesco
- 268 Descrizione di Haeckel di una gerarchia nei livelli di organizzazione
- 270 La teoria di Roux della lotta intracorporea
- 275 La selezione a livello germinale come compagna  
di quella a livello individuale
- 282 La selezione a livello germinale come teoria gerarchica completa
- 288 Accenni di gerarchizzazione al di sopra del livello di organismo:  
Darwin sul principio della divergenza
- 288 La divergenza e il completamento del sistema di Darwin
- 298 La genesi della divergenza
- 300 La divergenza come conseguenza della selezione naturale
- 303 Il fallimento del ragionamento di Darwin  
e la necessità della selezione a livello di specie
- 306 Il calcolo del successo individuale
- 309 Le cause delle tendenze
- 315 La selezione a livello di specie basata sulla propensione all'estinzione
- 317 Poscritto: la soluzione al problema del "delicato aggiustamento"
- 319 Coda

*Capitolo IV*

- 321 **Internalismo e leggi della forma:  
le alternative pre-darwiniane al funzionalismo**
- 321 Prologo: la fatidica decisione di Darwin
- 333 Due modi per rendere gloria a Dio nella natura
- 335 William Paley e il funzionalismo britannico:  
rendere lode a Dio nei dettagli del suo disegno
- 346 Louis Agassiz e il formalismo nell'Europa continentale:  
rendere lode a Dio per la grandiosità dell'ordine tassonomico
- 355 Un epilogo sulla dicotomia
- 359 **Unità del Piano come versione estrema del Formalismo:  
il dibattito pre-darwiniano**
- 359 *Mehr Licht* sulla foglia di Goethe
- 370 Geoffroy e Cuvier
- 370 Cuvier e le condizioni di esistenza
- 377 L'approccio formalista di Geoffroy
- 386 Il dibattito del 1830: premesse e conseguenze
- 397 Richard Owen e il formalismo inglese: l'archetipo dei vertebrati
- 397 Nessun formalismo prego, siamo inglesi
- 401 L'archetipo dei vertebrati: vincolo e non adattamento
- 412 Owen e Darwin
- 417 Il forte ma limitato interesse di Darwin nei vincoli strutturali
- 417 Il debito di Darwin verso i due estremi della dicotomia
- 420 Darwin sulla correlazione delle parti
- 428 La "posizione assolutamente secondaria" del vincolo rispetto alla selezione

- Capitolo V*
- 433 **I lati produttivi del poliedro di Galton:  
canali e salti evolutivi nel formalismo post-darwiniano**
- 433 Il poliedro di Galton
- 444 L'ortogenesi quale teoria dei canali e delle vie a senso unico:  
la marginalizzazione del darwinismo
- 444 Concezioni erranee e frequenze relative
- 449 Theodor Eimer e la *Ohnmacht* della selezione
- 461 Alpheus Hyatt: una dura linea ortogenetica dal mondo dei molluschi
- 483 C. O. Whitman: una colomba ortogenetica  
nel mondo darwiniano dei piccioni
- 499 Il saltazionismo come teoria della spinta interna:  
una seconda strategia formalista per sminuire  
l'importanza causale del darwinismo
- 499 William Bateson: la documentazione di una discontinuità intrinseca
- 522 Hugo de Vries: un non darwinismo assolutamente recalcitrante
- 522 L'inaugurazione della grande festa del 1909
- 525 Le fonti (non così contraddittorie) della teoria della mutazione
- 534 La teoria della mutazione: origine e principi fondamentali
- 550 Il darwinismo e la teoria della mutazione  
La retorica che ci confonde e il fattore personale (550); La logica del darwinismo  
e la sua diversa collocazione nel sistema di De Vries (555);
- 559 De Vries e la macroevoluzione
- 565 Il giusto ruolo di Richard Goldschmidt, come personificazione formalista  
delle teorie a cui il darwinismo puro si deve opporre

*Capitolo VI*

- 585 **Struttura e progresso sulla scena geologica**
- 585 Darwin e i frutti della competizione biotica
- 585 Una patente geologica per il progresso
- 589 Il predominio della competizione biotica e le sue conseguenze
- 590 Il predominio della competizione biotica
- 593 La metafora dei cunei e le cause di estinzione
- 594 L'estensione della metafora dei cunei all'argomento geologico
- 595 La convalida del progresso
- 597 Gli sviluppi della teoria
- 600 L'uniformità sulla scena geologica
- 600 La vittoria di Lyell nei fatti e nella retorica
- 606 Il catastrofismo come buona scienza: il saggio di Cuvier
- 616 Le necessità geologiche di Darwin e l'odioso spettro di Lord Kelvin
- 621 Una questione di tempo (troppo poca geologia)
- 623 Una questione di direzione (troppa geologia)

*Capitolo VII*

- 629 **La Sintesi Moderna: un consenso limitato**
- 629 Perché sintesi?
- 632 La sintesi come limitazione
- 632 L'obiettivo iniziale: respingere vecchie alternative
- 635 Ronald Aylmer Fisher e il nucleo darwiniano
- 642 John Burdon Haldane e il pluralismo iniziale della sintesi
- 645 Julian Sorrell Huxley: il pluralismo del tipo
- 648 L'irrigidimento della sintesi
- 648 L'obiettivo successivo: esaltare il potere della selezione



- 655 Accento sempre più marcato su selezione e adattamento tra la prima (1937) e l'ultima (1951) edizione di *Genetics and the Origin of Species* di Dobzhansky
- 660 Il mutamento in George Gaylord Simpson nella spiegazione dell'“evoluzione quantica”: dalla deriva e dal non adattamento (1944) all'incorporazione dell'adattamento rigido (1953)
- 664 Mayr al principio (1942) e alla codificazione (1963): il passaggio dalla “coerenza genetica” al paradigma “adattazionista”
- 676 Perché irrigidimento?
- 678 L'irrigidimento sulle altre due gambe del tripode darwiniano
- 679 Livelli di selezione
- 694 Estrapolazione nel tempo geologico
- 706 Dal dubbio eccessivo alla certezza esagerata
- 706 Una storia di due centennali
- 718 Niente di nuovo sul fronte dei libri di testo
- 719 Adattamento e selezione naturale
- 722 Riduzione e banalizzazione della macroevoluzione

739 **Parte II. Verso una teoria dell'evoluzione riveduta e ampliata**

*Capitolo VIII*

- 741 **Le specie come individui nella teoria gerarchica della selezione**
- 741 La definizione evoluzionista di individualità
- 741 Un prolegomeno individualista
- 743 Il significato di individualità e l'espansione del programma di ricerca darwiniano
- 750 I criteri di individualità nel linguaggio comune
- 758 I criteri dell'individualità evoluzionistica

- 764 La definizione evolucionistica di agente causale selettivo e l'errore del gene egoista
- 764 Un fruttuoso errore logico
- 766 Selezione gerarchica *vs.* selezione genica
- 766 La distinzione tra replicatori e interattori come cornice per la discussione
- 767 La replicazione fedele come criterio centrale della concezione dell'evoluzione centrata sul gene
- 771 Setacci, plurificatori e natura della selezione:  
il rifiuto della replicazione come criterio di azione causale
- 776 L'interazione come criterio opportuno per identificare le unità di selezione
- 779 L'incoerenza interna del selezionismo genico
- 787 Contabilità e causalità: l'errore fondamentale del selezionismo genico
- 794 Tentativi di riforma e ritirata da parte dei selezionisti genici
- 
- 803 Fondamenti empirici e logici della teoria della selezione gerarchica
- 803 Verifica logica e sfide empiriche
- 803 Ronald Aylmer Fisher e la logica persuasiva della selezione di specie
- 805 Le argomentazioni classiche contro l'efficacia della selezione di livello superiore
- 807 Superare queste argomentazioni classiche, in pratica a favore della selezione interdemicca, ma in principio a favore della selezione di specie
- 813 L'emergenza e il criterio adatto per la selezione di specie
- 813 Proliferazione differenziale o effetto verso il basso?
- 818 Saranno i caratteri emergenti o le fitness emergenti a definire l'azione della selezione di specie?
- 839 La gerarchia e i sei livelli
- 839 Prologo letterario per le due principali proprietà delle gerarchie
- 849 Rimedio al dispotismo dell'organismo:  
considerazioni sui tratti caratteristici e differenze tra i sei livelli primari  
L'individuo-gene (851); Motoo Kimura e la "teoria della neutralità nell'evoluzione molecolare" (852); Selezione genica vera (858); L'individuo-cellula (866);  
L'individuo-organismo (871); L'individuo-deme (873); L'individuo-specie (875);  
Le specie come individui (876); Le specie come interattori (877);  
La forza della selezione di specie (882); L'individuo-clade (886)

- 890 La grande analogia:  
un fondamento speciazione della macroevoluzione
- 890 Presentazione della tabella della peculiarità macroevolutiva
- 892 I particolari della spiegazione macroevolutiva
- 892 Il fondamento strutturale
- 896 I criteri dell'individualità
- 897 Confronto fra modalità di cambiamento: le categorie fondamentali
- 899 Spinta ontogenetica: analogia tra lamarckismo e anagenesi
- 901 Spinta riproduttiva: la speciazione direzionale importante  
e irriducibile modalità macroevolutiva distinta dalla selezione di specie
- 910 Selezione di specie, regola di Wright  
e potere dell'interazione con la speciazione direzionale
- 915 Le derive a livello di specie sono più potenti dei fenomeni analoghi  
nella microevoluzione
- 919 I rapporti di scala degli ambienti esterni e interni
- 922 Considerazioni riassuntive sulle forze della selezione di specie  
e della sua interazione con altre cause macroevolutive di cambiamento

### *Capitolo IX*

- 927 **L'equilibrio punteggiato e la corroborazione della teoria  
macroevolutiva**
- 927 Quel che ogni paleontologo conosce
- 927 Un esempio introduttivo
- 933 Testimonianze della conoscenza comune
- 940 Spiegazioni e paradossi darwiniani
- 943 Il paradosso di sottrarsi a priori alla confutazione
- 947 Il paradosso del condizionamento nell'esercizio della professione
- 952 I fondamenti della teoria dell'equilibrio punteggiato
- 952 Osservazioni e definizioni
- 964 Il legame con la microevoluzione

- 972 Implicazioni per la macroevoluzione
- 974 Tempi e significati della stasi
- 975 Modalità di attuazione dell'equilibrio punteggiato e speciazione come base della macroevoluzione
- 977 Il dibattito scientifico sull'equilibrio punteggiato: domande e risposte
- 977 Critiche sulla difficoltà di definire una specie paleontologica
- 977 Conferma empirica
- 983 Cause di una potenziale sottostima sistematica delle specie biologiche nell'analisi delle specie paleontologiche
- 987 Ragioni per una potenziale sovrastima della specie biologiche nell'analisi delle specie paleontologiche
- 989 Ragioni per cui la rilevazione di una punteggiatura potrebbe non coincidere con un caso di speciazione
- 992 La critica sulla speciazione come inadeguata fonte primaria di cambiamenti evolutivi
- 1000 La critica basata sulla supposta incapacità dei dati empirici di confermare le predizioni dell'equilibrio punteggiato
- 1000 Confutazione su base empirica  
Fenotipi (1000); Genotipi (1010)
- 1013 Verifiche empiriche della congruenza con i modelli
- 1025 Fonti di dati per la verifica dell'equilibrio punteggiato
- 1025 Premessa
- 1027 L'equilibrio dell'equilibrio punteggiato: modelli di stasi documentati in modo quantitativo in linee fletiche prive di rami collaterali
- 1046 Le punteggiature dell'equilibrio punteggiato: tempi e modi di origine delle paleospecie
- 1047 La cladogenesi dedotta sulla base del criterio della sopravvivenza dell'antenato
- 1060 La "dissezione" delle punteggiature allo scopo di dedurre l'esistenza e le modalità  
Tempi (1060); Geografia (1062); Tecniche morfologiche (1063)
- 1065 Verifiche corrette e adeguate delle frequenze relative: la forte conferma empirica dell'equilibrio punteggiato

- 1065 I dati sulle frequenze relative e il loro ruolo fondamentale
- 1068 Frequenze relative di taxa gerarchicamente più elevati all'interno di interi biomi
- 1080 Frequenze relative in interi cladi
- 1086 Indizi sulle cause suggeriti dalle differenze nei modelli delle frequenze relative
- 1091 Le conseguenze più generali dell'equilibrio punteggiato sulla teoria evolutiva e sulle conoscenze generali del cambiamento
- 1091 Quali sono i mutamenti del nostro modo di vedere i meccanismi evolutivi e la storia della vita indotti dall'equilibrio punteggiato?
- 1091 La spiegazione della stasi e i suoi significati più generali  
Frequenza (1092); Generalità (1093); Causalità (1094)
- 1105 Le punteggiature, l'origine di nuovi individui macroevolutivi e le relative implicazioni per la teoria evuzionistica  
Tendenze (1107); La riformulazione in termini di speciazione della macroevoluzione (1116); La vita stessa (1120); Regole generali (1126); Casi particolari (1131); I cavalli come esempio di un "piccolo scherzo della vita" (1131); Ripensare l'evoluzione dell'uomo (1135); Estensioni all'ecologia e a livelli più elevati (1146)
- 1153 Punteggiature su e giù? Generalizzazione e ampio utilizzo degli equilibri punteggiati (non solo in senso metaforico) ad altri livelli evolutivi e in altre discipline, naturalistiche e non
- 1153 Modelli generali di equilibri punteggiati
- 1160 Cambiamenti puntuazionali ad altri livelli e scale dell'evoluzione  
Nota preliminare su omologia e analogia nel regno dei concetti (1160); Punteggiatura a livelli inferiori alla specie (1164); Punteggiatura a livelli superiori alle specie (1169); Analoghi della stasi: tendenze e non tendenze nella storia geologica dei cladi (1170); Analoghi puntuazionali nelle linee evolutive: il ritmo dell'innovazione morfologica (1173); Analoghi puntuazionali nelle faune e negli ecosistemi (1182)
- 1189 Modelli puntuazionali in altre discipline: verso una teoria generale del cambiamento  
Principi per la scelta degli esempi (1189); Esempi tratti dalla storia degli artefatti umani e delle culture (1189); Esempi dalle istituzioni umane e teorie sul mondo naturale (1195); Per concludere: due esempi, un'affermazione generale e una coda (1200)
- 1212 Appendice: storia largamente sociologica (e del tutto partigiana) dell'impatto e della critica dell'equilibrio punteggiato
- 1212 L'equilibrio punteggiato entra nel linguaggio comune e nella cultura generale

- 1220 Storia episodica dell'equilibrio punteggiato
- 1220 Primi stadi e contesti futuri
- 1228 Appropriazione indebita dell'equilibrio punteggiato da parte dei creazionisti
- 1234 L'equilibrio punteggiato nei giornali e nei libri di testo
- 1244 L'aspetto personale della reazione professionale
- 1244 Il caso *ad personam* contro l'equilibrio punteggiato
- 1257 Intermezzo sulle fonti degli errori
- 1261 Il salario della gelosia  
Il cammino verso la cattiveria (1261); L'attacco più sgarbato di tutti (1267); La saggezza della storia delle idee scientifiche in tre parti di Agassiz e Von Baer (1269); Una coda sulla gentilezza e generosità della maggior parte dei colleghi (1271)

### *Capitolo X*

- 1275 **Integrazione e adattamento (struttura e funzione)  
nell'ontogenesi e nella filogenesi: vincoli storici  
ed evoluzione dello sviluppo**
- 1275 Il vincolo come concetto positivo
- 1275 Due tipi di positività
- 1275 Introduzione etimologica
- 1277 Il primo significato positivo (empirico) del vincolo come fattore di incanalamento
- 1285 Il secondo significato positivo (definitorio) del vincolo  
come causa non contemplata dai meccanismi ortodossi
- 1291 Eterocronia e allometria come *locus classicus* del primo significato positivo  
(empirico): direzionalità incanalata dal vincolo
- 1295 I due temi strutturali dei canali fissati internamente e della facilità di trasformazione,  
considerati potenzialmente sinergici alla causalità funzionale operata dalla selezione  
naturale: la crescente stabilità della conchiglia nell'eterocronocline di *Gryphaea*
- 1301 Il vincolo allometrico incanalato ontogeneticamente come base primaria  
della variazione evolutiva espressa: la gamma completa, geografica e morfologica,  
di *Cerion uva*
- 1309 Il triangolo attativo e il secondo significato positivo: il vincolo come  
termine legato alla teoria per modelli e orientamenti prodotti non  
esclusivamente (a volte mai) dalla selezione naturale

- 1309 Il modello del triangolo attivo
- 1312 Distinzione e messa a fuoco dei due grandi interrogativi  
Il vertice strutturale (1312); Il vertice storico (1315);
- 1318 Terminologia del vincolo e sua natura dipendente dalla teoria: riassunto
- 1322 Omologia profonda e parallelismo pervasivo: il vincolo storico  
come principale custode e guardiano del morfospazio
- 1322 Analisi storica e concettuale dell'importanza sottovalutata  
del parallelismo per la teoria evuzionista
- 1322 Una situazione eccitante
- 1333 Excursus terminologico sul significato del parallelismo  
Le nove fatidiche paroline di E. Ray Lankester (1333); Origine del termine  
"parallelismo" e dibattito sul significato e l'utilità del concetto (1341)
- 1358 Sinfonia in quattro movimenti sul ruolo del vincolo storico  
nell'evoluzione: verso un nuovo equilibrio armonioso  
tra forma e funzione nella teoria evuzionista
- 1358 Primo movimento: Esposizione del tema. L'omologia profonda fra vari phyla – le  
certezze funzionaliste di Mayr e la rivendicazione strutturalista di Geoffroy  
Omologia profonda, teorie archetipiche e vincolo storico (1358); *Mehr licht* (più luce)  
sull'archetipo delle angiosperme di Goethe (1362); L'*hox*-ologia e la prima teoria  
archetipica dell'omologia segmentale di Geoffroy (1366); Una storia riassunta  
e concisa dell'*hox*-ologia (1366); Vertebrati – omologhi nella struttura  
e nell'azione (1373); Omologie segmentali in artropodi e vertebrati:  
la rivendicazione di Geoffroy (1380); La riscoperta dei rombomeri dei vertebrati  
(1381); Omologie più estese nei somiti in via di sviluppo (1383); Alcune riserve  
e qualche conclusione provvisoria (1387); La seconda teoria archetipica di Geoffroy:  
l'inversione dorso-ventrale del piano corporeo comune dei bilateri (1393)
- 1400 Secondo movimento: sviluppo del tema. Parallelismo dei generatori  
sottostanti – l'omologia profonda produce canali di vincolo positivi  
Il parallelismo dal principio alla fine: illuminare la via e proseguire il cammino (1400);  
Parallelismo in grande: *pax-6* e l'omologia dei percorsi ontogenetici negli occhi  
omoplastici di phyla diversi (1401); I dati e la scoperta (1401); Problemi teorici (1406);  
Una questione di priorità (1409); Parallelismo in piccolo: l'origine delle appendici  
specializzate per la prensione e la manipolazione del cibo nei crostacei (1413);  
Mattoni faraonici e colonne corinzie (1416)
- 1425 Terzo movimento: scherzo. Accade spesso che il cambiamento evolutivo proceda per  
salti repentini lungo canali di vincolo storico?

- 1433 Quarto movimento, ovvero ricapitolazione e sommario. Regole ancestrali e popolamento non omogeneo del morfospazio: il paesaggio di Dobzhansky inteso come principalmente strutturale e storico, non funzionale e immediato  
 La storia degli animali bilateri come processo *top-down* ottenuto armeggiando con un insieme iniziale di regole e non come processo *bottom-up* per incremento di complessità (1433); L'instaurarsi dei vincoli storici nell'esplosione del cambriano (1442); Incanalamento interno, lungo vie preferenziali, delle successive direzioni della storia evolutiva dei bilateri (1450); Il paesaggio di Dobzhansky e il ruolo dominante del vincolo storico nel popolamento non uniforme del morfospazio: epilogo (1466)

### *Capitolo XI*

- 1473 **L'integrazione di vincolo e adattamento (struttura e funzione) nell'ontogenesi e nella filogenesi: vincoli strutturali, pennacchi, ruolo centrale dell'*exaptation* nella macroevoluzione**
- 1473 La fisica senza tempo delle funzioni evolute  
 1473 La versione "dissidente" dello strutturalismo  
 1478 La scienza della forma di D'Arcy Thompson  
 1478 Struttura di un ragionamento  
 1485 Tattica e applicazione di un ragionamento  
 1494 Limitazione riconosciuta e fallimento definitivo di un ragionamento  
 1499 Chi è dentro (la critica strutturalista di D'Arcy Thompson al darwinismo) e chi è fuori (la sua svalutazione dello storicismo)  
 1506 Epilogo di un ragionamento  
 1508 Ordine gratuito e campi di pertinenza dello strutturalismo di D'Arcy Thompson
- 1515 "Exattare" i fiorenti e inevitabili pennacchi della storia  
 1515 L'importantissima proposizione di Nietzsche sul metodo storico  
 1521 L'*exaptation* e il principio del cambiamento funzionale bizzarro: la versione darwiniana ristretta come fondamento della contingenza  
 1521 In che modo Darwin risolse la critica di Mivart sugli stadi incipienti  
 1528 Le due grandi implicazioni storiche e strutturali del cambiamento funzionale bizzarro  
 1535 Come l'*exaptation* completa e razionalizza la terminologia del mutamento evolutivo mediante il cambiamento funzionale  
 1540 Criteri chiave ed esempi di *exaptation*



- 1556 La versione completa, colma di pennacchi:  
l'*exaptation* e la terminologia dell'origine non adattativa
- 1556 La categoria più radicale delle caratteristiche exattate,  
con origini veramente non adattative, intese come vincoli strutturali
- 1560 Definizione e difesa dei pennacchi: una nuova visita a San Marco
- 1570 Tre motivi principali per la centralità dei pennacchi,  
e quindi del non adattamento, nella teoria evuzionistica
- 1586 Il pool exattativo: formula concettuale appropriata e terreno  
dell'evolvibilità
- 1586 Risoluzione del paradosso dell'evolvibilità e definizione del pool exattativo
- 1595 La tassonomia del pool exattativo
- 1595 Franklins e Miltons, ovvero potenziali intrinseci *vs.* cose disponibili
- 1598 Scegliere un *fundamentum divisionis* per una tassonomia:  
una questione apparentemente arcana e linguistica  
che attualmente incarna una decisione scientifica centrale
- 1606 Gli effetti trasversali come pennacchi miltoniani, non come potenziali frankliniani:  
il nucleo di integrazione e di radicale importanza
- 1617 Un commento conclusivo per risolvere il paradosso macroevolutivo per  
cui il vincolo assicura flessibilità mentre la selezione crea restrizione
- Capitolo XII*
- 1619 **Livelli di tempo e prove di estrapolazionismo, con un epilogo  
sull'interazione fra teoria generale e storia contingente**
- 1619 Il fallimento dell'extrapolazionismo nella non isotropia del tempo e  
della geologia
- 1619 Lo spettro dell'estinzione di massa catastrofica: Darwin a Chicxulub
- 1651 Il paradosso del primo livello:  
verso una teoria generale dei livelli temporali
- 1654 Iconoclastia frattale decrescente
- 1659 L'ordinamento non frattale del tempo
- 1666 Un epilogo sulla teoria e sulla storia nel creare la grandiosità di  
"questa idea della vita"



## Capitolo 1

### Definizione e revisione della struttura della teoria dell'evoluzione

#### Ogni teoria ha bisogno di un'idea e di una storia

In un famoso passaggio aggiunto alle ultime edizioni de *L'origine delle specie*, Charles Darwin (a p. 134 nell'edizione del 1872, la sesta) generalizzava la sua affermazione iniziale sull'apparente assurdit  dell'evoluzione di un occhio complesso attraverso una serie graduale di stadi intermedi, ricordando ai suoi lettori che essi avrebbero dovuto sempre considerare le verit  "ovvie" con un certo scetticismo. Cos  facendo, Darwin metteva in crisi anche la notissima definizione della scienza come "senso comune organizzato", sostenuta a spada tratta dal suo caro amico Thomas Henry Huxley. Darwin scriveva: "Quando si disse per la prima volta che il sole sta fermo e che il mondo gli gira intorno, il senso comune dell'umanit  dichiar  falsa questa dottrina, ma nel campo della scienza, come ben sa ogni filosofo, non ci si pu  fidare del vecchio modo di dire *vox populi, vox Dei*".

Malgrado il suo solido inserimento nella classi sociali pi  elevate dell'Inghilterra del tempo, Darwin assumeva un approccio del tutto egualitaristico circa le fonti cui attingere per avere pareri, ben sapendo che i dati pi  attendibili sul comportamento e sulla riproduzione degli organismi addomesticati e coltivati si potevano ottenere da contadini e fattori, e non dai grandi proprietari terrieri o dagli autori di trattati teorici. Come ha affermato in modo molto persuasivo Ghiselin (1969), Darwin ha sempre conservato, con intransigenza, una scala di valori "aristocratica" per i giudizi relativi al suo lavoro: cio  non si preoccupava affatto degli sproloqui della *vox populi*, ma si agitava senza posa e un po' timoroso per le opinioni di pochissime persone chiave, dotate della rara miscela di intelligenza, zelo e pratica rigorosa che indichiamo come competenza. Una propriet  quest'ultima davvero democratica dell'uomo, in quanto riguarda soltanto le indispensabili abilit  mentali e solidit  emozionali, e non ha strette connessioni con la classe, la professione e qualsiasi altra condizione sociale legata al caso.

Darwin includeva Hugh Falconer, chirurgo scozzese, paleontologo e coltivatore di t  indiani, in questo gruppo sociale (il pi  discriminante, tra quelli secondo lui esistenti): l'elenco comprendeva anche, come membri eccellenti,

Hooker, Huxley e Lyell. Perciò quando Falconer scrisse, nel 1863, la sua importante monografia sugli elefanti fossili americani (per una descrizione completa di questa vicenda, si veda al capitolo 9, pp. 927-932), Darwin si sentì sommergere da un timoroso presentimento, ma fu poi felice dell'accoglienza generalmente favorevole che il suo critico dava dell'idea di evoluzione. Falconer inseriva infatti, nella sezione fondamentale del suo testo, questa affermazione: "Darwin, andando ben oltre tutti i suoi *contemporanei* [sic], ha dato un forte impulso all'indagine filosofica sul ramo meno chiaro e tuttora arretrato delle Scienze Biologiche del suo tempo; egli ha gettato le fondamenta di un grande edificio, ma non deve sorprendersi se, al crescere della costruzione, la struttura soprastante verrà alterata dai suoi successori, come il Duomo di Milano, dove si passa dal romanico a uno stile architettonico diverso".

In una lettera a Falconer, datata 1 ottobre 1862 (F. Darwin, 1903, vol. 1, p. 206), Darwin si riferisce esplicitamente a questo passaggio del testo. Aveva ricevuto anticipatamente una copia del manoscritto, insieme alla richiesta, da parte di Falconer, di recensione e critica (ecco il perché di una sua replica, nel 1862, a un testo che sarebbe comparso soltanto l'anno seguente) e scriveva: "Per tornare alla vostra frase conclusiva: ben lontano dall'esserne sorpreso, ritengo sia assolutamente certo che si riconoscerà gran parte dell'*Origine* come materiale di scarto; ma mi aspetto e spero che l'intelaiatura rimarrà in piedi".

L'affermazione secondo cui Dio (o il Diavolo, in qualche versione) sta nei dettagli deve essere annoverata tra le battute da intellettuali più largamente citate della nostra epoca. Come accade per molti ingegnosi epigrammi che scatenano la reazione "vorrei averlo detto io!", l'attribuzione a un autore tende a scivolare verso la ricerca delle fonti famose più appropriate. (Virtualmente ogni battuta sull'evoluzionismo che abbia un certo stile può alla fine migrare verso T. H. Huxley, proprio come un commento banale sull'America moderna si sposta verso Mr. Berra). Ludwig Mies van der Rohe, l'apostolo del modernismo in architettura, potrebbe aver detto (o forse no) che "Dio sta nei dettagli", ma la pleora di piccole e accurate scelte che distinguono l'eleganza dei suoi grandi edifici dall'estrema monotonia degli scatoloni di vetro, superficialmente simili, presenti ovunque nel mondo, di sicuro convalida la sua candidatura per una connessione ottimale tra parole e fatti.

L'architettura può rivendicare una maggior concretezza, ma nulla supera le straordinarie finzze della lingua come mezzo per esprimere l'importanza di dettagli apparentemente banali. La metafora architettonica del Duomo di Milano, usata da entrambi, Falconer e Darwin, può colpirci a una prima lettura, apparendo, quanto all'effetto, identica. Falconer dice che le fondamenta rimarranno come lascito di Darwin, ma che la sovrastruttura sarà probabilmente rico-

struita in uno stile assai differente. Darwin risponde riconoscendo come valida la congettura di Falconer secondo cui la teoria della selezione naturale sarà interessata da sostanziali cambiamenti; in realtà, con la diffidenza che è uno dei suoi tratti distintivi, si dichiara “assolutamente certo” del fatto che molto di quanto l'*Origine* contiene verrà denunciato come “robaccia” (*rubbish*): ma poi dichiara non soltanto di sperare, ma di prevedere che l’“intelaiatura” si manterrà.

Senza porre troppa attenzione potremmo facilmente leggere questa corrispondenza come un educato dialogo tra amici, che rivela qualche disaccordo di poco conto in un solido impegno di sostegno reciproco. Io però penso che in questo scambio di scritti tra Falconer e Darwin ci siano, celati dalla diplomazia, aspetti ben più “spigolosi”. Consideriamo le diverse predizioni che emergono dalle due distinte metafore scelte dagli autori a proposito del Duomo di Milano: per Falconer si tratta delle “fondamenta”, cui Darwin oppone l’“intelaiatura”. In fin dei conti tutte le fondamenta sono un invisibile sistema di sostegno, affondato nel terreno e inteso come protezione contro lo sprofondamento o il crollo della soprastante struttura, ben visibile a tutti. Un’intelaiatura, per contro, definisce la forma essenziale e il contorno della stessa struttura visibile, pubblica. Così, i due uomini evocano due immagini ben diverse nelle loro sfere di cristallo. Falconer ritiene che il principio della discendenza con modificazioni, alla base del processo di evoluzione, rimarrà come un fondamento reale per le teorie a venire, elaborate in modo da spiegare l’albero genealogico della vita. Darwin replica dicendo che la teoria della selezione naturale rimarrà come essenziale spiegazione dell’evoluzione, anche se numerosi dettagli, e perfino alcune affermazioni sussidiarie di carattere generale, presenti nel contesto dell’*Origine*, potranno più tardi essere respinte come false, o addirittura illogiche.

Ci tengo a sottolineare questa distinzione, che, a una prima e superficiale lettura di quanto dicono Falconer e Darwin, appare banale sul piano delle parole, ma è molto incisiva ed efficace nel far risaltare il contrasto tra le previsioni sulla teoria dell’evoluzione, perché la mia posizione (più vicina a quella di Falconer che a quella di Darwin, con cui però sono d’accordo su un punto chiave) mi ha indotto a scrivere questo libro e insieme a presentare il principio organizzatore del “lungo ragionamento” nella sua interezza. Io credo davvero che l’intelaiatura darwiniana, e non soltanto i fondamenti, si conservino nella struttura, oggi emergente, di una più adeguata teoria dell’evoluzione. Ma sostengo anche, con Falconer, che cambiamenti sostanziali, introdotti nella seconda metà del xx secolo, hanno costruito una struttura tanto estesa oltre l’originale nucleo dovuto a Darwin e ampliata per i nuovi principi legati alle spiegazioni fornite dalla macroevoluzione, che l’esposizione completa, pur ri-

manendo nell'ambito della logica darwiniana, deve essere vista come fondamentalmente diversa dalla teoria canonica della selezione naturale, piuttosto che come una semplice estensione di questa.

Un esame ravvicinato del materiale di base delle metafore di Falconer e Darwin, cioè del Duomo di Milano, potrebbe aiutare a chiarire questa importante distinzione. Come accade per moltissimi edifici che hanno simili dimensioni, costi, centralità (sia sul piano geografico sia su quello spirituale), la costruzione del Duomo si è protratta per vari secoli e ha racchiuso in se stessa un amalgama di stili radicalmente diversi ma anche di diverse finalità. Come prima parte si è costruito, nel tardo XIII secolo, l'abside, all'estremità orientale dell'edificio. Gli alti finestrone dell'abside, con i loro splendidi trafori *flamboyant*, mi colpiscono come uno dei risultati più felici dell'intera struttura e come la maggiore espressione artistica di questa fase del gotico dall'ornamentazione estremamente ricca. (La parola *flamboyant* [fiammeggiante], si riferisce agli elementi tortuosi come fiamme che ricorrono abbondantemente nei trafori, ma il termine ha presto assunto il significato di "riccamente decorato" e "sfarzoso", all'inizio come connotato descrittivo dello stile in generale, ma poi esteso fino a diventare quello attuale di "sgargiante", "effettistico").

Venendo al punto essenziale, la costruzione subì un considerevole rallentamento e la facciata principale, a ovest, con l'ingresso (Fig. 1-1), risale al tardo XVI secolo, quando le preferenze stilistiche erano drasticamente mutate passando dagli insiemi di guglie, volute e trafori del gotico agli ortogonali, lievemente arrotondati o poco inclinati architravi e frontoni del barocco classico. Così la facciata del Duomo si presenta, per i primi due terzi, con uno stile che non potrebbe essere, in un certo senso, più discordante con gli elementi gotici del progetto generale, ma che in qualche modo riesce a integrarsi in un insieme coerente di indubbio interesse. (La restante terza parte della facciata, costruita assai più tardi, ha ripreso uno stile gotico *rétro*, quasi proponendo metaforicamente un rovesciamento delle convenzioni filogenetiche, perché verso l'alto è "più vecchia" (per quanto concerne lo stile, s'intende, e non il momento effettivo della realizzazione). Infine, come una caratteristica, ma non da tutti apprezzata, glassa che ricopre l'intera struttura (Fig. 1-2), la "torta nuziale" formata dalle serie successive di guglie gotiche disposte a festoni sulla parte superiore di tutte le pareti e di archi con forme puramente ornamentali ha coronato l'edificio soltanto all'inizio del XIX secolo, quando Napoleone ne ordinò la costruzione, dopo aver conquistato la città, per completare il Duomo dopo tanti secoli di lavoro. Questa foresta di guglie può divertire o disgustare i puristi dell'architettura, ma nessuno può negare che svolga la non intenzionale funzione di rendere il Duomo unico, inconfondibile e immediatamente riconoscibile quale icona della città.

Come preciseremo allora nel modo più appropriato il contrasto tra il Duomo di Milano e la costruzione della teoria dell'evoluzione a partire dall'*Origine* di Darwin? Se ammettiamo che l'edificio intellettuale abbia una sua continuità (e ciò è implicito nel confronto con un ben definito edificio che continuamente si è ampliato ma non ha cambiato la sua collocazione e la sua essenziale funzione), come potremo concepire la "struttura della teoria dell'evoluzione" (espressione scelta per il titolo del libro, in larga misura, perché intendevo proprio porre, al-



1-1. La facciata occidentale (con l'ingresso principale) del Duomo di Milano, costruita nel XVI secolo, è in stile barocco nei due ordini inferiori con un terzo ordine, gotico *retro*, aggiunto più tardi.



1-2. La “torta nuziale” di guglie e pinnacoli che decora il tetto e i contrafforti del Duomo di Milano è stata costruita soltanto nei primi anni del XIX secolo, dopo l’insediamento di Napoleone nella città.

meno in termini pratici, questa domanda che è centrale nella storia e nel contenuto della scienza)? Dovremo accettare l’affermazione trionfalistica di Darwin e ammettere che l’intelaiatura rimane in sostanza fissa e che tutti i cambiamenti apparentemente sostanziali siano analoghi alla glassa formata dalle guglie svettanti, di certo non strutturale e anzi, letteralmente, superficiale? O dovremo invece



aderire al concetto di Falconer, più critico ma più ricco di spunti, relativo a una struttura che è cambiata radicalmente assimilando stili del tutto differenti in parti cruciali dell'edificio (persino nella facciata e nei portali!), ma sempre cercando di integrare tutte le differenze in un insieme coerente e funzionale, e che abbraccia spazi sempre più vasti in un continuo ampliamento?

La versione di Darwin rimane gotica e fundamentalmente immutata, al di là dell'equivalente visivo del rispetto formale. Quella di Falconer conserva le fondamenta gotiche come un vincolo positivo che imprime una linea direttiva, ma si dirama poi con forme nuove, compatibili con la base, che tuttavia trasformano la struttura, mentre cresce, in una nuova entità definita soprattutto dall'andamento della sua storia. Si noti che nessuno propone una terza alternativa, corrispondente spesso al destino delle cattedrali: la distruzione, totale o parziale, seguita dalla costruzione di un nuovo edificio di forma contrastante o anche opposta, eretto su fondamenta diverse.

Per incominciare sul serio un discorso sulla "struttura della teoria dell'evoluzione", dobbiamo accettare la validità, o almeno la coerenza intellettuale e la potenziale definibilità, di alcuni postulati e assunti essenziali che spesso non vengono affatto enunciati (soprattutto dagli studiosi presumibilmente impegnati nel lavoro) e che inoltre non sempre ricevono questa garanzia di intelligibilità dai filosofi e dai sociologi che affrontano esplicitamente simili questioni. Devo però essere capace, ed è l'aspetto più importante, di descrivere una costruzione del tipo della "teoria dell'evoluzione" come un'effettiva "cosa" (cioè come un'entità che abbia precisi confini e una storia ben definibile), soprattutto se voglio "monetizzare" e rendere dunque "spendibile", più di una sviante immagine poetica, l'analogia con qualcosa di inequivocabile come i mattoni e il cemento della cattedrale.

In particolare, e in modo da formulare il problema generale nei termini dello specifico esempio che mi serve per giustificare l'esistenza di questo libro, si può trattare il "darwinismo" (o la "teoria darwiniana") come un'entità che ha le proprietà definitorie di una "forma anatomica", in base alle quali ci è permesso specificarne un inizio e, più cruciale per l'analisi che desidero seguire, giudicarne la storia successiva con un rigore sufficiente a valutare i successi, le carenze e, soprattutto, il grado e le caratteristiche delle alterazioni intervenute? Il libro asserisce, come sua premessa essenziale e punto di partenza per un lungo ragionamento, che questo modo di intendere la moderna teoria evoluzionistica pone il soggetto della ricerca in uno stato particolarmente "felice" sul piano dell'intelligibilità: con il nucleo della logica darwiniana sufficientemente intatto da garantirne la continuità, in quanto centro dell'intero campo d'indagine, ma con una quantità di cambiamenti importanti (in tutti i principali rami che partono dal nucleo) sufficiente a trasformare la struttura delle teoria in qualcosa di vera-

mente diverso per mezzo di espansioni, aggiunte e ridefinizioni. In breve, la “struttura della teoria dell'evoluzione” integra un'adeguata dose di stabilità con una massa di cambiamenti abbastanza grande da mantenere qualunque mente sottile in un continuo atteggiamento di ricerca e di sfida.

La distinzione tra le due previsioni di Falconer e di Darwin, essenziale ingrediente della mia analisi, si basa sulla nostra capacità di definire le caratteristiche centrali del darwinismo (le sue autoapomorfie, se volete usare un termine pertinente), in modo che ci sia possibile capire se il complesso delle alterazioni nella nostra interpretazione moderna dei meccanismi e delle cause del processo evolutivo rimanga nell'ambito del nesso logico centrale dei fondamenti darwiniani, o se invece sia oggi cambiato tanto profondamente che, con qualsiasi criterio corretto usato nel comune processo di comprensione del linguaggio, o con qualsiasi descrizione più formale del distacco dalle premesse originali, la nostra attuale teoria esplicativa debba essere descritta come una “cosa” mentale di tipo diverso. Per farla breve, come si potrebbe definire un simile oggetto intellettuale? E quale grado di cambiamento potrebbe essere ammesso o, per essere concilianti, accettato rimanendo nell'ambito della struttura di una tale entità o costruzione prima che si debba mutarne il nome e dichiarare che essa non è più valida o è crollata? O forse, fin dall'inizio, queste questioni rappresentano soltanto un'impresa inutile, perché le posizioni intellettuali non possono essere reificate trovando adeguati equivalenti in organismi o edifici in modo da reggere il peso di una tale indagine?

Per quanto io possa, in generale, essere arrogante, non sono abbastanza sciocco o vanaglorioso da immaginare di poter porre in modo sensato le fondamentali domande filosofiche comprese in questa indagine a tutto campo delle nostre epoche intellettuali, cioè di individuare feconde modalità di analisi per la storia del pensiero umano. Dovrò perciò rifugiarmi in una scappatoia che, per tradizione, è sempre stata concessa agli scienziati: la libertà di assumere un comportamento abilmente filisteo. Invece di suggerire una soluzione generale e coerente con i principi di base, chiederò se posso stabilire un modo di definire il “darwinismo” (e altre costruzioni intellettuali) che funzioni davvero, valendomi di un procedimento abbastanza specifico da ottenere consenso e comprensione tra i lettori, ma tanto aperto da schivare le dispute dottrinali sull'appartenenza e l'obbedienza che sembrano sempre sorgere quando si definisce un impegno intellettuale come un giuramento di fedeltà a serie di dogmi (per non citare i riti di iniziazione, le segrete strette di mano e le tessere di associazione: insomma tutti gli armamentari intellettuali che spinsero Karl Marx a dare, parlando con un giornalista francese, il suo famoso commento “*Je ne suis pas marxiste*”).

Come ipotesi di lavoro e come accadrà spesso in questo libro (e nelle faccende umane in genere), una “soluzione alla Riccioli d'Oro” [Gould si riferisce qui

alla nota favola dedicata alla ricerca delle giuste proporzioni di animali e oggetti, *N.d.C.*] comporta il mai abbastanza lodato approccio pratico, che permette agli esseri umani, litigiosi e prevaricatori (è proprio vero che Dio ci ama), di spezzare insieme il pane intellettuale puntando a mete comuni piuttosto che a trionfi personali. (Per questa ragione, ho sempre preferito, come guide a ogni azione umana, confusi imperativi ipotetici come la Regola Aurea, basati sul negoziato, sulla transazione e sul rispetto di tutti, agli imperativi categorici kantiani, assolutamente giusti, nel cui nome tanto spesso uccidiamo e mutiliamo finché riusciamo a decidere che abbiamo seguito la motivazione sbagliata per ciò che è giusto in generale). Dobbiamo insomma destreggiarci, in questo caso, tra il “troppo poco” che comporterebbe il rifiuto di garantire a una teoria come il darwinismo qualunque tipo di “essenza”, o di robusta “anatomia” di concetti definitivi; e il “troppo” di un’identificazione così appesantita da lunghe liste di criteri cui è difficile attenersi e che ci obbligherebbe a perdere tutto il nostro tempo nella discussione sulla qualifica di particolari temi (senza mai concentrarci sul significato centrale della teoria, sul suo cuore), o a sprecare le nostre energie e a disgustare le comunità in cui operiamo con polemiche su credenziali e anatemi, coinvolgenti singoli individui che aspirano a entrare nella confraternita.

In un suo brillante tentativo di scrivere una storia e una filosofia della scienza veramente “vive” a proposito dell’attuale ristrutturazione delle teorie tassonomiche con gli approcci fenetico e cladistico, David L. Hull (1988) offre la più persuasiva argomentazione che io abbia mai letto a favore del “troppo poco” nel *continuum* alla Riccioli d’Oro, sostenendo la sua proposta di considerare le teorie come “genealogie concettuali” (1988, pp. 15-18). Sostengo con entusiasmo la decisione di Hull di trattare le teorie come “cose”, o individui, nel senso fondamentale di entità storiche coerenti, in contrasto con la tattica comune, usata nella tradizione accademica, per affrontare la “storia delle idee”, secondo la quale si ricostruisce la cronologia della formulazione di concetti completamente astratti definiti soltanto in base a formali somiglianze dei contenuti, ma ignorando del tutto i legami di continuità storica, o perfino il mutuo riconoscimento da parte dei sostenitori, al passare dei secoli e delle diverse culture. (Ad esempio, Hull sottolinea che una storia così convenzionale della “catena dell’essere” tratterebbe questa nozione come un archetipo platonico invariante, disincarnato, che è stato indipendentemente “preso in prestito” da un deposito eterno di potenziali modelli per la realtà naturale e quindi alterato dagli studiosi per adattarlo a contesti locali mentre si succedevano millenni e culture).

Credo però che il lodevole desiderio di ricomporre la storia delle idee come un racconto che coinvolge diverse entità nella continuità storica, invece che come una disarticolata cronologia di gustose chicche ammesse in una classe sol-

tanto per una sufficiente affinità formale con un astratto archetipo ideale, possa portare Hull a sottovalutarne il contenuto effettivo. Per dare un esempio dell'essenza del suo approccio, Hull dice (a p. 17): "Un'applicazione coerente di ciò che Mayr ha definito come *population thinking* ('pensiero popolazionale') richiede che le specie siano trattate come linee filetiche, casi particolari localizzati in termini spazio-temporali, individui. Perciò, se un cambiamento concettuale deve essere visto in una prospettiva evuzionistica, i concetti dovranno essere trattati nello stesso modo. Perché possano essere valutati come 'lo stesso concetto', due significanti devono far parte della stessa linea filetica (genealogia) concettuale. Il concetto di popolazione dovrà essere applicato alla pratica stessa del pensare, del formulare concetti".

Fin qui, tutto bene. Ma ora Hull estende questo valido ragionamento sulla necessità della connessione storica a una parallela affermazione sulla sufficienza, facendo così scattare un trabocchetto logico che lo porta a svalutare, o perfino a ignorare, la "morfologia" (cioè i contenuti, dato che si parla di idee) di queste linee filetiche concettuali. Dichiara infatti che gli preme "organizzare i significanti (*term-token*) in linee filetiche, non in classi di termini (*term-type*) simili" (pp. 16-17). Posso accettare la necessità di una simile continuità storica, ma né io stesso né molti altri ricercatori (tra i quali vari professionisti della scienza) vorranno poi seguire Hull nel suo esplicito e attivo rigetto della somiglianza nei contenuti come criterio ugualmente necessario per continuare ad applicare la stessa denominazione (teoria darwiniana ad esempio) a una linea filetica concettuale.

Al limite estremo, questo atteggiamento dà origine a una *reductio ad absurdum* che porta a respingere la conclusione di Hull: ma ciò che Hull coraggiosamente guadagna come logica implicazione della sua precedente decisione – un puro criterio di continuità, privo di qualsiasi limitazione dei contenuti – spinge ad applicare lo stesso nome a ogni linea concettuale che sia rimasta coscientemente intatta e genealogicamente ininterrotta per molte generazioni (con passaggi da insegnanti a studenti, per esempio), anche se l'usuale "morfologia" dei concetti si capovolge e contraddice il ragionamento che è al centro della teoria originale. "Un enunciato può evolvere in un altro, opposto", ammette Hull nel suo testo (a p. 18). Dunque, in base a tale affermazione, se i discendenti di Darwin oggi viventi e capaci di intendere, definiti da un'ininterrotta catena di attività di insegnamento, credessero che ogni specie è stata creata indipendentemente in 6 giorni di 24 ore, questa teoria sull'ordine biologico dovrebbe essere in modo del tutto legittimo denominata "darwinismo". E scommetto che potrei chiamarmi *kasher*, anche se io e tutti i membri della mia famiglia, con scelta cosciente e grande fervore ideologico, mangiamo ogni giorno cheeseburger a mezzogiorno, perché abbiamo preso questa decisione dietetica in un cambiamento macro-

mutazionale di contenuti, senza però che ci siano state fratture nella continuità della genealogia dopo dieci generazioni di stretti osservanti della *kasherut*.

Le obiezioni che molti di noi solleverebbero a proposito dell'interessante proposta di Hull hanno componenti sia intellettuali sia morali. Alcuni tipi di sistemi sono, e devono essere, definiti soltanto dalle genealogie e non dai contenuti. Io sono figlio di mio padre, qualunque sia la nostra interazione. Tuttavia simili definizioni genealogiche, attestate dalla continuità storica, non possono, da sole, caratterizzare in modo adeguato un'ampia gamma di raggruppamenti umani che sono propriamente definiti dalla somiglianza dei contenuti. Quando Caino si beffa della domanda di Dio su dove si trovi Abele, esclamando "Sono forse il guardiano di mio fratello?" (Genesi, 4:9), fornisce un esempio di quanto siano appropriate sia la genealogia dovuta alla connessione storica, sia la sudditanza dovuta alla responsabilità morale come criterio corretto per indicare la "fratellanza" in tipi di categorie diversi. Caino non può negare la sua posizione genealogica di fratello, in un senso, ma irride un significato concettuale (cui si attribuisce in genere un valore morale più alto come conseguenza di una scelta piuttosto che di una contingenza legata alla nascita) e nega ogni sua responsabilità come tutore. Come indice del fatto che di solito abbiamo privilegiato il significato concettuale, e che la storia di Caino ancora ci ossessiona, basta ricordare il lamento di Claudio che della propria colpa (l'assassinio del suo stesso fratello, padre di Amleto) dice: "Porta su di sé il segno dell'antica e originaria maledizione".

Il linguaggio comune, la logica elementare e un generico senso di correttezza concorrono nel confermare la preminenza di una solida componente di continuità intellettuale come requisito per conservare un nome, un'etichetta a una teoria. Se quindi voglio definirmi darwiniano, nel senso pieno o generalmente accettato per una tale affermazione, non mi qualificherò semplicemente documentando la mia presenza in una linea ininterrotta di insegnanti e discepoli che hanno trasmesso un insieme di idee, soggette a cambiare, organizzate intorno a un nucleo comune, e che hanno continuato a studiare, ampliare e migliorare la teoria cui si associa un nome di vecchia data e degno di tanto onore. Devo anche comprendere il contenuto del nome o dell'etichetta e devo essere d'accordo con un insieme di precetti fondamentali che definiscono a grandi linee le idee di una certa visione della realtà naturale e che io stesso ho scelto liberamente di abbracciare come mia. Se mi definisco darwiniano, accetto questi obblighi minimali (ai quali rimango sempre e totalmente libero di sottrarmi, se le mie opinioni o i miei giudizi dovessero cambiare); non divento però un darwiniano per il semplice fatto di trovarmi inserito accidentalmente in una certa linea filetica per ragioni di famiglia o di educazione.

Perciò, se siamo d'accordo nell'ammettere che una definizione puramente

storica e del tutto slegata dai contenuti della leale adesione a una teoria rappresenti “troppo poco” come impegno per fornire una qualifica o una legittimazione e che dobbiamo consolidare qualsiasi criterio genealogico con una definizione formale, logica e “anatomica” inquadrata in termini di contenuti intellettuali della teoria stessa, quale livello di accordo dobbiamo richiedere come criterio di adesione per l'ammissione? Dobbiamo porci di fronte all'aspetto opposto del dilemma di Riccioli d'Oro. Infatti quando difendiamo la scelta di certi criteri per i contenuti, non vogliamo imporre rigore e uniformità tali da far diventare l'appartenenza al gruppo più simile al giuramento di obbedienza a un immutabile credo religioso che a una decisione presa liberamente in base al giudizio personale e alla individuazione di valori intellettuali. La mia adesione alla teoria darwiniana e la mia volontà di definirmi un biologo darwiniano non devono dipendere dalla mia sottoscrizione a tutte le 95 tesi che Lutero inchiodò alle porte della chiesa del castello di Wittenberg nel 1517, o agli 80 articoli del *Sillabo*, reso pubblico da Pio IX nel 1864, che elencava, tra gli altri “errori”, l'affermazione (per definizione non congeniale con la scienza) secondo cui “Il Romano Pontefice può e deve riconciliarsi e venire a composizione con il progresso, con il liberalismo e con la moderna civiltà”, o ai 39 articoli della Chiesa d'Inghilterra, adottati dalla regina Elisabetta nel 1571, in sostituzione dei 42 articoli dettati dall'arcivescovo Thomas Cranmer nel 1553.

La posizione “proprio giusta” di Riccioli d'Oro tra questi estremi del dilemma toccherà, come bersagli particolarmente sensibili, quasi tutti gli intellettuali che sono portati alla cooperazione e si impegnano per la funzionalità e il progresso delle rispettive discipline: la *struttura* di una teoria scientifica deve essere definita in base ai contenuti condivisi, e non soltanto alla continuità storica; ma questi contenuti devono essere espressi come un *elenco minimo dei pochi attributi definitivi* dei *nessi logici centrali* della teoria. In altre parole, occorrono soltanto le affermazioni assolutamente essenziali, senza le quali la teoria potrebbe collassare nell'errore, oppure operare in modo tanto diverso che al meccanismo si dovrebbe attribuire un altro nome.

Un simile elenco minimo che abbia però un'importanza davvero fondamentale ammette una descrizione espressa nel linguaggio comune, ma la sua corretta designazione richiede che i biologi evoluzionisti pronuncino una parola rigorosamente espunta dalla nostra coscienza professionale fin dal primo giorno dei nostri corsi preparatori, il concetto di cui non osiamo dire il nome: *essenza*, *essenza*, *essenza* (ripetete la parola qualche volta a voce alta finché scompare la paura e la risata si smorza). È ora di decidersi a reprimere la nostra avversione per questa parola, buona e degna di rispetto. Le teorie han-

no una loro essenza. Così, incidentalmente e in un senso più ristretto e sfumato, hanno le loro anche gli organismi, limitati e “incanalati” dai vincoli imposti da strutture e storia: esse sono espresse come *Baupläne*, piani di costruzione, di taxa più alti. Nella mia critica al secondo tema della logica centrale della teoria darwiniana (esposta nelle coppie di capitoli 4-5 e 10-11), tratterò a fondo questo tema. Inoltre la mia parziale difesa delle essenze negli organismi, espressa come sostegno di versioni di stampo strutturalista della causalità evolutiva (in grado di associarsi al convenzionale funzionalismo darwiniano che comprensibilmente vede come irrazionale qualsiasi nozione di essenza), è anche sottesa al doppio significato del titolo di questo libro, in cui si rende onore alla *struttura* intellettuale della teoria dell'evoluzione nell'ambito delle tradizioni darwiniane e delle possibili alternative, ma si appoggia anche una versione circoscritta della teoria *strutturalista*, in contrasto con la rigidità di certe verità enunciate da Darwin.

Al nostro rifiuto, un po' irriflessivo, delle essenze possiamo mettere la sordina, o perfino rovesciarlo nella propensione per un'attenzione non priva di simpatia, se ci rendiamo conto che impiegando questa parola non invociamo tutto l'apparato di un *eidōs* platonico totalmente astratto ed eterno (un modo quest'ultimo di leggere il termine “essenza” che non è difficile considerare estraneo alla logica della teoria dell'evoluzione e, in generale, al metodo analitico in tutte le sue forme storiche). La soluzione che fornisce una nozione razionale dell'“essenza” in biologia ci viene da un importante episodio della storia delle prime idee evolucionistiche (argomento trattato in dettaglio nel capitolo 4 di questo libro), che ebbe come principali attori Goethe, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire e Richard Owen.

Dopo tutto, la nozione di un progetto anatomico generale che comprenda tutte le particolari incarnazioni e abbia la funzione di un “mattoncino” fondamentale (la foglia come forma archetipa della pianta per Goethe, la vertebra per Saint-Hilaire) ha abbandonato già molto tempo fa lo stadio concettuale di archetipo disincarnato e immateriale utilizzato da un creatore, per diventare una struttura reale (o la traccia di un percorso di sviluppo trasmesso ereditariamente) presente in un antenato in carne e ossa: insomma una base materiale capace di incanalare, spesso in modo assai efficace, la storia futura della diversità nell'ambito di particolari linee filetiche. Questa “commutazione” dall'archetipo all'antenato ci ha permesso di riformulare l'idea di “essenza” come ampia e feconda comunanza che riunisce un insieme di dettagli nelle più significative relazioni della comune struttura causale e della generazione. L'uso attivo di questa parola, riconosciuta come valida, non dovrebbe essere ostacolato da timidezza e ansia che non hanno senso appena andiamo oltre le vestigia di sospetti sorti da

battaglie vinte tanto tempo fa, di cui nessuno ricorda più le motivazioni originali, causa di anatemi. Vincitori clementi (e fiduciosi) dovrebbero sempre cercare di far rivivere gli aspetti validi e importanti di sistemi sconfitti, ma rispettabili. E gli esperti di morfologia trascendentale hanno davvero capito l'importanza di designare un insieme, piccolo ma capace di fare da ponte, di proprietà architettoniche definitorie operanti come essenze che danno coerenza ai sistemi, sia anatomici, sia concettuali.

Hull è corretto nel definire le teorie come entità storiche, convenientemente soggette a tutti i principi di un resoconto esplicativo: nello stesso modo io tratterò, in tutto il libro, la logica darwiniana e i sostanziali miglioramenti e cambiamenti che l'hanno interessata. Ma le teorie forti e d'ampio respiro sono anche caratterizzate da "essenze" a esse inerenti, implicite nella loro struttura logica e operativamente definibili come minimi insiemi di proposizioni tanto cruciali per la fondamentale funzione di un sistema che la loro falsificazione deve minare l'intera struttura, e anche tanto necessarie, come insieme di reciproche implicazioni, che tutti i componenti essenziali devono operare di concerto perché il meccanismo della teoria si metta dolcemente in moto per generare l'ordine naturale e spiegarlo. Tenendo sotto controllo questo terreno intermedio tra (1) il "troppo poco" di Riccioli d'Oro, corrispondente alla continuità genealogica di Hull senza l'obbligo di un contenuto condiviso di morfologia intellettuale, e (2) il "troppo" dei lunghi elenchi di obblighi ideologici, superficialmente assorbiti o memorizzati, e poi invocati per definire l'appartenenza a culti fossili piuttosto che l'adesione meditata a teorie in sviluppo, io ipotizzerò che un'"essenza" darwiniana può essere definita in modo minimale (e propriamente) da *tre principi centrali* costituenti un *indispensabile tripode di sostegno*, e in grado di specificare il fondamentale senso di un sistema davvero forte, da Darwin descritto con la famosa espressione "qualcosa di grandioso in questa concezione della vita".

Mostrerò poi che questa formulazione degli impegni minimi (in termini darwiniani) dà prova della sua tempra sul terreno, quanto mai vitale, della massima fruibilità. Infatti questi tre vincoli, o principi, non costruiscono soltanto, nel loro insieme, l'intera cornice di una visione del mondo evoluzionistica di vasta portata, ma hanno anche delineato le principali obiezioni e alternative che motivano tutti i più interessanti dibattiti nell'ambito della teoria nella fase della sua prima codifica, nel XIX secolo. Inoltre, e continuando nella nostra epoca, questi tre temi continuano a specificare le maggiori debolezze, i punti che necessitano di ampliamenti o di puntelli, e il luogo di istanze irrisolte che rendono la biologia evoluzionistica un soggetto tanto centrale e stimolante nel mondo sempre mutevole e in continua espansione della scienza moderna.



## La struttura della teoria dell'evoluzione. Revisione delle tre caratteristiche centrali della logica darwiniana

Nella prima frase dell'ultima sezione de *L'origine delle specie* (prima edizione, 1859, p. 459), Darwin scrisse la ben nota frase "questo volume è un [solo] lungo ragionamento". Anche il libro che state leggendo, sulla "struttura della teoria dell'evoluzione", malgrado la sua non comune lunghezza, è un dossier contenente un'esplicita interpretazione che può essere descritta come un singolo, assai esteso, ragionamento. Per quanto io ritenga che la migliore formulazione attuale da parte nostra della teoria dell'evoluzione comprenda forme di ragionamento e un insieme di meccanismi in disaccordo con la rigida selezione naturale darwiniana, la struttura logica della fondamentale costruzione di Darwin rimane, lo si può notare, intatta. Si tratta di un'osservazione in se stessa affascinante sul piano storico e di un formidabile tributo alla forza intellettuale del fondatore della nostra professione. Perciò, e non soltanto per indulgere nella mia personale propensione per l'analisi di tipo storiografico, credo che il sistema migliore per esemplificare il nostro modo "moderno" di ragionare consista nel proporre una dettagliata analisi degli assunti fondamentali della logica di Darwin, della ragione delle sue scelte e, conseguentemente, del modo in cui questi aspetti della "struttura della teoria dell'evoluzione" hanno determinato e motivato tutti i più importanti dibattiti e i sostanziali cambiamenti a partire dal 1859, l'anno della pubblicazione del testo. Considero un'analisi di questo genere non come una manifestazione di amore per l'antiquariato, ma come un percorso eccellente per la corretta comprensione dei nostri *attuali* assunti e delle sottostanti ragioni per le nostre decisioni in proposito.

Come primo tema per l'unico lungo ragionamento, sostengo che si possa definire un'"essenza" della logica darwiniana utilizzando la funzionale strategia indicata e difesa nella prima sezione di questo capitolo: specificando cioè un insieme di assunti minimi, o affermazioni di ampia portata tanto essenziali alla logica centrale dell'impresa che la falsificazione di qualunque di essi distruggerà di fatto la teoria, poiché un cambiamento sostanziale di un qualsiasi elemento trasformerà la teoria stessa in qualcosa che, pur restando riconoscibile entro il *Bauplan* della "stirpe" dal suo precursore, sarà anche abbastanza diverso da essere identificato, se posso usare l'ovvia metafora tassonomica, come un sottoclade nell'ambito di un gruppo monofiletico. Partendo da una simile premessa, il lungo ragionamento del libro si svolge secondo la sequenza di tre asserzioni che predispongono la struttura e l'ordine dei capitoli successivi.

1. Darwin stesso ha formulato il ragionamento che è al centro del suo lavoro muovendo da tre premesse fondamentali. Ha compreso la necessità di queste

all'interno del suo sistema e la difficoltà che avrebbe incontrato nel convincere i suoi contemporanei di simili nozioni, radicali e non familiari. Ha perciò presentato, nell'*Origine*, accurate ed esplicite difese di tutte e tre le premesse. Dedico il primo, massiccio, capitolo del libro (il 2, nella numerazione) a un'esegesi de *L'origine delle specie* come manifestazione fisica della difesa, da parte di Darwin, del nesso logico centrale della teoria.

2. Mentre la teoria evoluzionistica sperimentava i dolori della crescita e continuava a svolgere i suoi ragionamenti basilari nel tardo XIX secolo e all'inizio del XX (ma anche nelle sue battaglie pre-darwiniane, con formulazioni più rudimentali, prima del 1859), questi tre principi del nesso logico centrale definivano i temi destinati ad alimentare i dibattiti più ampi e più a lungo protratti, come, in un certo senso, erano tenuti a fare: si tratta infatti delle più interessanti domande poste all'intelletto umano che una qualsiasi teoria circa le cause di una discendenza con modificazioni deve obbligatoriamente porre.

I capitoli storici (dal 3 al 7) della prima metà di questo libro trattano della storia della teoria dell'evoluzione come insieme di risposte date alle tre affermazioni centrali della logica darwiniana.

3. Mentre il rigido darwinismo della Sintesi Moderna diventava predominante e si "consolidava" raggiungendo il culmine del successo con le celebrazioni per il centenario nel 1959 e i relativi eccessi di sicurezza, una nuova ondata di scoperte e di riformulazioni teoriche incominciò a sfidare daccapo alcuni aspetti dei tre principi centrali, portando così a un altro affascinante *round* di sviluppo dei fondamenti della teoria, che si è protratto negli ultimi tre decenni del XX secolo e tuttora continua. Questa seconda fase si è però articolata in un modo completamente diverso e più fertile rispetto a quanto è accaduto nelle dispute del XIX secolo. La prima inchiesta sui tre principi centrali della logica di Darwin ha tentato di "falsificare" la selezione naturale proponendo teorie alternative basate sulla confutazione delle tre istanze del nesso logico. Le versioni più recenti accettano, come requisito fondamentale, la validità del nesso logico centrale e introducono le critiche come utili elementi ausiliari o aggiunte che arricchiscono, o talvolta alterano in modo sostanziale, l'originale formulazione darwiniana, lasciando però il nucleo della selezione naturale intatto. Dunque le riformulazioni moderne sono più vantaggiose di quanto siano distruttive. Proprio per questa ragione considero il nostro attuale modo di intendere la teoria dell'evoluzione più prossimo alla metafora di Falconer sul Duomo di Milano, che a quella di Darwin: una struttura con solide fondamenta e con un'affascinante sovrastruttura via via differenziatasi. Questo terzo tema è trattato nella seconda parte del libro (dal capitolo 8 al 12) che presenta gli sviluppi recenti della teoria dell'evoluzione.

Qualcuno potrebbe dire che questo libro gira intorno ai tre temi centrali

della logica darwiniana a tre diverse scale: con un breve accenno a una complessiva intelaiatura (in questo capitolo); con una completa esegesi della presentazione di Darwin (nel capitolo 2) e infine (nei capitoli dall'8 al 12) con un'estesa analisi delle più importanti differenze e dei relativi effetti nelle critiche storiche (nei restanti capitoli della prima parte del libro) e attuali (nella seconda parte) aventi come argomento i tre temi.

La formulazione fondamentale o, se vogliamo, lo scarno meccanismo della selezione naturale si presenta come un ragionamento così semplice da essere disarmante, basato su tre dati di fatto irrefutabili (grande prolificità, variabilità, ereditarietà)<sup>1</sup> e un'inferenza sillogistica (la selezione naturale, cioè l'affermazione del fatto che gli organismi i cui successi riproduttivi sono differenziati saranno, in media, le varianti casualmente meglio adatte ai mutevoli ambienti locali e che queste varianti trasmetteranno le proprie caratteristiche favorevoli alla prole per ereditarietà). Come Huxley ebbe modo di notare, con un intervento famoso e dolente (nel quale rimproverava a se stesso di non essere stato in grado di inventare la teoria), questo ragionamento deve essere considerato come rudimentale (esso era stato infatti spesso formulato in precedenza, ma in contesti inadatti, e senza che se ne apprezzassero le potenzialità, si veda a p. 179) e può infatti soltanto indicare che esiste una parte interna, viscerale del meccanismo operativo, ma non i tre principi che dimostrano l'ampiezza e la forza della rivoluzione darwiniana nella storia del pensiero umano. Invece i tre principi maggiori, definendo l'essenza del pensiero di Darwin, penetrano nel cuore del meccanismo e ci assicurano che il semplice suo operare è sufficiente a produrre l'intera storia della vita. Il contrasto di questo quadro filosofico con tutti i precedenti assunti, ben cari all'Occidente, circa la vita e la scienza, non poteva essere più forte.

I tre principi che innalzavano la selezione naturale dalle viscere di una macchina operativa alla radicale spiegazione del meccanismo della storia dei viventi possono essere presentati nel modo migliore tenendo presenti le categorie generali di potenza, efficacia e portata. Mi occupo delle tre categorie in questo specifico ordine perché così procede la logica dello svolgimento seguito da Darwin (come illustrerò nel capitolo 2): l'affermazione più radicale viene per prima e in seguito sono date le asserzioni circa la sua possibilità di agire in modo completo e nel più ampio campo di applicabilità.

<sup>1</sup> Due di questi fenomeni rientravano, all'epoca di Darwin, nel "buon senso popolare" e non richiedevano ulteriori giustificazioni (la variabilità e l'ereditarietà: anche se di quest'ultima rimaneva sconosciuto il meccanismo, difficilmente poteva infatti esserne messa in dubbio l'esistenza). Soltanto il fatto che gli organismi producano più figli di quanti ne possano sopravvivere (cioè la superfecondità, secondo l'amabile terminologia darwiniana) andava contro le comuni credenze circa la benevolenza della natura e richiese, nell'*Origine*, una specifica difesa da parte di Darwin.